



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS



MARCOS ANTÔNIO RICARDO

# **A INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE AS DISCIPLINAS DE FÍSICA E MATEMÁTICA**

SOROCABA  
FEVEREIRO DE 2022

MARCOS ANTÔNIO RICARDO

# **A INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE AS DISCIPLINAS DE FÍSICA E MATEMÁTICA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE), da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Matemática, sob orientação do Professor Doutor Sadao Massago

Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas

Orientador: Professor(a) Doutor(a) Sadao Massago

Sorocaba  
fevereiro de 2022

Ricardo, Marcos Antônio

A interdisciplinaridade entre as disciplinas de física e matemática / Marcos Antônio Ricardo -- 2022.  
59f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Sadao Massago

Banca Examinadora: Antônio Luís Venezuela, Érica Regina Filletti Nascimento, Sadao Massago

Bibliografia

1. Interdisciplinaridade. 2. Resolução de problemas. I. Ricardo, Marcos Antônio. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Marcos Antônio Ricardo, realizada em 08/02/2022.

**Comissão Julgadora:**

Prof. Dr. Sadao Massago (UFSCar)

Profa. Dra. Érica Regina Filletti Nascimento (UNESP)

Prof. Dr. Antonio Luís Venezuela (UFSCar)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas.

# Agradecimentos

Agradeço à minha esposa Arlete e minha filha Beatriz, pela compreensão e paciência demonstrada durante o período do projeto.

Obrigado ao orientador Professor Dr. Sadao Massago por sua dedicação, que o fez, por muitas vezes, deixar de lado seus momentos de descanso para me ajudar e me orientar. E, principalmente, obrigado por sempre ter acreditado e depositado sua confiança em mim ao longo deste trabalho.

# Resumo

O objetivo do trabalho foi analisar como a interdisciplinaridade entre as disciplinas de Física e Matemática pode ajudar na resolução de atividades com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Em relação à metodologia, realizou-se uma revisão de literatura e uma pesquisa de campo. As atividades foram aplicadas em sala de aula em uma escola municipal localizada na cidade de São Paulo. Após a realização de aulas que abordavam os conceitos iniciais sobre cinemática escalar e Leis de Newton, foram propostas atividades sobre cinemática escalar e sobre as Leis de Newton aos 10 alunos do 9ºano. Após a aplicação das atividades observou-se que muitos alunos mesmo sendo conhecedores das fórmulas a serem usadas para o desenvolvimento dos problemas acabaram por errá-las, pelo fato de não conseguirem prosseguir com o desenvolvimento do cálculo matemático. Conclui-se que é recomendável ter mais atividades interdisciplinares.

**Palavras-chave:** Matemática; Física, Interdisciplinaridade.

# Abstract

The objective of the work was to analyze how the interdisciplinarity between the disciplines of Physics and Mathematics can help in the resolution of activities with students of the 9th year of Elementary School. Regarding the methodology, a literature review and field research were carried out. The activities were applied in the classroom at a municipal school located in the city of São Paulo. After conducting classes that addressed the initial concepts of scalar kinematics and Newton's Laws, activities on scalar kinematics and Newton's Laws were proposed to 10 9th grade students. After the application of the activities, it was observed that many students, even though they knew the formulas to be used for the development of the problems, ended up making them wrong, because they were not able to proceed with the development of mathematical calculation. It is concluded that it is recommended to have more interdisciplinary activities.

**Keywords:** Mathematics; Physics, Interdisciplinarity.

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>A INTERDISCIPLINARIDADE DA FÍSICA</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>A importância da Física</b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>A importância da Matemática</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Onde a Física encontra a Matemática</b>	<b>19</b>
<b>3.4</b>	<b>A interdisciplinaridade entre as disciplinas de Física e Matemática</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>ALGUMAS ATIVIDADES PROPOSTAS</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Atividades sobre queda livre</b>	<b>25</b>
4.1.1	Atividade 1. Queda livre	25
4.1.2	Atividade 2. Queda livre	26
4.1.3	Atividade 3. Queda livre	26
<b>4.2</b>	<b>Atividades que envolvem função do 2º grau</b>	<b>27</b>
4.2.1	Atividade 1. Trajetória de projétil	27
4.2.2	Atividade 2. Trajetória	27
<b>4.3</b>	<b>Atividades sobre cinemática escalar</b>	<b>28</b>
4.3.1	Atividade 1. Cinemática escalar.	28
4.3.2	Atividade 2. Cinemática escalar.	28
<b>4.4</b>	<b>Atividades sobre a Equação de Torricelli</b>	<b>29</b>
4.4.1	Atividade 1 .Equação de Torricelli	29
4.4.2	Atividade 2 .Equação de Torricelli	29
<b>4.5</b>	<b>Atividades sobre aceleração escalar média e instantânea</b>	<b>30</b>
4.5.1	Atividade 1.Aceleração escalar média	30
4.5.2	Atividade 2.Aceleração escalar média	30
<b>4.6</b>	<b>Atividade sobre termodinâmica</b>	<b>31</b>
<b>4.7</b>	<b>Atividade sobre calorimetria</b>	<b>31</b>
<b>4.8</b>	<b>Atividades sobre tensão elétrica</b>	<b>31</b>
4.8.1	Atividade 1 sobre tensão elétrica	31
4.8.2	Atividade 2 sobre tensão elétrica	32
<b>4.9</b>	<b>Atividades sobre refração da luz</b>	<b>32</b>
4.9.1	Atividade 1 sobre refração da luz	32
4.9.2	Atividade 2 sobre refração da luz	32

<b>5</b>	<b>ATIVIDADES PROPOSTAS AOS ALUNOS</b>	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>Atividade 1</b>	<b>33</b>
<b>5.2</b>	<b>Atividade 2</b>	<b>33</b>
<b>5.3</b>	<b>Atividade 3</b>	<b>33</b>
<b>5.4</b>	<b>Atividade 4</b>	<b>33</b>
<b>5.5</b>	<b>Atividade 5</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISES</b>	<b>34</b>
<b>6.1</b>	<b>Análise da atividade 1</b>	<b>34</b>
<b>6.2</b>	<b>Análise da atividade 2</b>	<b>38</b>
<b>6.3</b>	<b>Análise da atividade 3</b>	<b>40</b>
<b>6.4</b>	<b>Análise da atividade 4</b>	<b>44</b>
<b>6.5</b>	<b>Análise da atividade 5</b>	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>53</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>54</b>

# 1 Introdução

A interdisciplinaridade é considerada a melhor forma de enfrentar os tópicos de pesquisa prática, uma vez que a sinergia entre as disciplinas tradicionais tem se mostrado muito frutífera. Estudos sobre a interdisciplinaridade de todas as perspectivas possíveis são cada vez mais solicitados. Diferentes medidas de interdisciplinaridade têm sido usadas em estudos de caso, mas, até agora, nenhum indicador geral de interdisciplinaridade útil para fins de Política Científica foi aceito (CARBONI, 2016).

Uma característica importante de um pacote é que as disciplinas centrais formam um programa coerente, o que é garantido por uma interação mais próxima entre as disciplinas. Alguns dos pacotes incluem disciplinas de matemática e Física. É explicitamente declarado nos regulamentos do ministério da educação que se a física faz parte de um pacote de disciplinas que inclui matemática, então módulos de ensino especiais devem ser organizados, nos quais as duas disciplinas trabalham juntas no exame de modelos de sistemas físicos. Para cumprir o objetivo de coerência dos pacotes de disciplinas, exige-se um ensino interdisciplinar (FARIAS, 2017).

A Matemática e a Física têm uma relação estreita, e isso deve se refletir em frequentes sequências de instrução conjuntas entre as duas disciplinas. Os exemplos de módulos interdisciplinares dos projetos de exames de alunos-professores mostram que os alunos são capazes de articular um amplo espectro de temas interdisciplinares captando a relação entre Matemática e Física. O quadro didático fornece aos alunos uma estrutura para a identificação de temas interdisciplinares com um conteúdo significativo para as disciplinas participantes, e a modelagem serve como atividade unificadora nos módulos dos alunos (FRADE; MEIRA, 2015).

Esse estudo se justifica, pois acredita-se que desenhar uma experiência interdisciplinar adequada não é uma tarefa fácil para os professores, e os alunos apontam que este tipo de ensino exige um ensino monodisciplinar mais exigente. Os professores se preocupam em perder a identidade das disciplinas, e os professores com uma forte escolaridade monodisciplinar podem não se ver capazes de ensinar de forma interdisciplinar. Se os professores não estão familiarizados com os objetivos e aplicações comuns em matemática e física, os alunos são levados a acreditar que matemática e física são entidades não relacionadas (FERONI, ANDREÃO, GALVÃO, 2016).

A motivação desse estudo é mostrar para a comunidade acadêmica que o ensino interdisciplinar futuro pode ser integrado de forma sustentável na prática dos professores. Também visa alertar que mais mudanças sistêmicas precisam ocorrer no nível das comunidades de ensino em serviço e em termos do desenvolvimento profissional contínuo que ocorre com os professores em uma escola (LEONÊS, 2019). O ensino de Matemática e Ciências, no que se refere à Física, no Ensino Fundamental, têm bastante importância na formação

dos alunos porque muitos apresentam dificuldades nessas matérias.

Este trabalho tem como objetivo, analisar as relações interdisciplinares em atividades que envolvem os conhecimentos da Matemática e da Física. A resolução de problemas em sala de aula segue uma lógica diferente da utilizada nas situações cotidianas, ocasionando diferenças entre essas culturas quanto à linguagem usada.

No primeiro semestre de 2021, foram propostas cinco atividades sobre cinemática escalar e duas atividades sobre as Leis de Newton a 10 alunos do 9º ano de uma escola municipal da cidade de São Paulo onde trabalho. Os resultados dessas atividades apresentados nas respostas dos alunos serviram de base para a elaboração deste trabalho e formaram um importante meio de investigação, contribuindo para o levantamento de algumas dúvidas e dificuldades encontradas em relação ao tema interdisciplinaridade.

Para que o ensino interdisciplinar futuro seja integrado de forma sustentável na prática dos professores, mais mudanças sistêmicas precisam ocorrer no nível das comunidades de ensino em serviço e em termos do desenvolvimento profissional contínuo que ocorre com os professores em uma escola (LEONÊS, 2019). De acordo com o BNCC (2017) o ensino interdisciplinar visa usar os componentes curriculares como forma de melhorar as estratégias de ensino de Física e Matemática.

O objetivo do trabalho foi analisar como a interdisciplinaridade entre as disciplinas de Física e Matemática ajuda na resolução de atividades com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Foram objetivos específicos: Revisar sobre o ensino de Matemática e Física, refletindo sobre a questão da interdisciplinaridade; Propor cinco atividades que abordem os conceitos iniciais sobre cinemática escalar e Leis de Newton, almejando obter os conhecimentos prévios de cada aluno sobre os conteúdos propostos nas atividades; Compreender se os erros e acertos obtidos nas atividades propostas aos alunos tinham relação com os conhecimentos obtidos nas disciplinas de Matemática e Física.

Busca-se responder a seguinte questão: A interdisciplinaridade entre as disciplinas de Física e Matemática ajuda na resolução de atividades com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental?

## 2 Material e Métodos

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa de campo.

O tipo do estudo é uma revisão bibliográfica, método que permite incluir pesquisas experimentais e não experimentais, obtendo a combinação de dados empíricos e teóricos que podem direcionar à definição de conceitos, identificação de lacunas nas áreas de estudos, revisão de teorias e análise metodológica dos estudos sobre um determinado tópico. Este método exige recursos, conhecimentos e habilidades para o seu desenvolvimento (GIL, 2018).

Considerando a classificação proposta por Gil (2018, p. 5), pode-se afirmar que “esta proposta é a melhor representada por meio de uma pesquisa do tipo exploratória, cujo objetivo é possibilitar um maior conhecimento a respeito do problema, de modo a torná-lo mais claro ou auxiliando na formulação de hipóteses”. No entendimento do autor, o principal objetivo deste tipo de pesquisa pode ser tanto o aprimoramento de ideias, quanto a descoberta de intuições, o que o torna uma opção bastante flexível, gerando, na maioria dos casos, uma pesquisa bibliográfica ou um estudo de caso. (GIL, 2018).

Em um segundo momento será apresentado uma pesquisa de campo. De acordo com Gil (2018) a pesquisa de campo permite o pesquisador compreender o fenômeno pesquisado a partir da percepção do universo envolvido. Foram selecionados 10 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Devido à pandemia da COVID-19 as atividades foram aplicadas em sala de aula, na escola municipal em que trabalho na cidade de São Paulo, com número reduzido de alunos.

Foram propostas cinco atividades que abordavam os conceitos iniciais sobre cinemática escalar e Leis de Newton. Com o intuito de obter os conhecimentos prévios de cada aluno sobre o conteúdo proposto na atividade, os alunos foram orientados a resolver individualmente cada questão, sem o auxílio dos colegas e do professor.

O tempo de duração da atividade proposta foi de uma aula de 45 minutos. Cada aluno resolveu as questões e fez suas anotações na folha. Ao final da atividade todos os 10 alunos devolveram suas folhas ao professor.

As questões, entregues pelo professor aos alunos, serviram de objeto de análise para o levantamento das possíveis dificuldades encontradas na resolução das questões, em relação ao conteúdo proposto.

Houve a preocupação de saber se os erros e acertos obtidos nas questões tinham relação com os conhecimentos obtidos nas disciplinas de Matemática e Física. Após a coleta dos dados, será feita a interpretação das respostas utilizando o método quantitativo que permite verificar, percentualizar os dados obtidos (GIL, 2018) através de dados de Excel.

## 3 A Interdisciplinaridade da Física

Nesse capítulo será apresentada uma revisão de literatura sobre o ensino de Matemática e Física, refletindo sobre a questão da interdisciplinaridade. Alguns conceitos físicos têm como ferramenta de resolução, conteúdos matemáticos, demonstrando a importância da interdisciplinaridade entre as disciplinas escolares.

A Física e a Matemática fazem com que os alunos tenham consciência de que a relação entre as disciplinas os ajudará a resolver diversos problemas do dia a dia, levando-os a ter autonomia, criatividade, senso crítico e saber tomar decisões que é a exigência da sociedade atual.

A Física e a Matemática são ciências complementares, necessitando uma da outra para descobrir e explicar os muitos fenômenos que ocorrem na natureza. Por serem ensinadas separadamente, a matemática e a física podem apresentar um resultado negativo. A interdisciplinaridade possibilita que os alunos tenham diversas habilidades correspondendo às exigências que aparecem no dia a dia. A interdisciplinaridade entre a Matemática e a Física possibilita a construção do conhecimento por vivência cotidiana em um todo, pois a matemática tem ferramentas que fundamentam os conteúdos e conceitos físicos.

### 3.1 A importância da Física

A Física é a ciência da matéria e seu movimento - a ciência que lida com conceitos como força, energia, massa e carga. Como ciência experimental, seu objetivo é compreender o mundo natural. Carboni (2016) mostra que de uma forma ou de outra, a Física é uma das disciplinas acadêmicas mais antigas; por meio de seu subcampo de astronomia, pode ser o mais antigo de todos. De acordo com Cipolla (2016) no século XVI, Galileu foi pioneiro no uso de experimentos para validar as teorias da Física. Ele estava interessado no movimento das estrelas e corpos. Usando o plano inclinado, descobriu a lei da inércia da dinâmica e com o telescópio observou que Júpiter tinha satélites girando em torno dele.

No século XVII, Newton (1687) formulou as leis clássicas da dinâmica (as Leis de Newton) e a Lei da Gravitação Universal. A partir do século XVIII, ocorreu o desenvolvimento de outras disciplinas como a Termodinâmica, a Mecânica Estatística e a Física dos Fluidos. No século XIX houve avanços fundamentais em eletricidade e magnetismo. Em 1855, Maxwell unificou ambos os fenômenos e as respectivas teorias vigentes até então na Teoria do Eletromagnetismo, descrita através das Equações de Maxwell. Uma das previsões desta teoria é que a luz é uma onda eletromagnética. No final deste século, foram feitas as primeiras descobertas sobre a radioatividade, dando origem ao campo da Física nuclear. Em 1897, Thompson descobriu o elétron (CARBONI, 2016).

Durante o século 20, a Física se desenvolveu plenamente. Em 1904, o primeiro modelo do átomo foi proposto. Em 1905 Einstein formulou a Teoria da Relatividade Especial, que coincide com as Leis de Newton quando os fenômenos se desenvolvem em pequenas velocidades em comparação com a velocidade da luz. Em 1915 Einstein ampliou a Teoria da Relatividade Especial formulando a Teoria da Relatividade Geral, que substituiu a Lei da Gravitação de Newton e a incluiu nos casos de pequenas massas. Planck, Einstein, Bohr e outros desenvolveram a Teoria Quântica para explicar resultados experimentais anômalos sobre a radiação de corpos (CIPOLLA, 2016).

Em 1911, Rutherford deduziu a existência de um núcleo atômico carregado positivamente de experimentos de dispersão de partículas. Em 1925 Heisenberg e em 1926 Schrödinger e Dirac formularam a Mecânica Quântica, que engloba as teorias quânticas precedentes e fornece as ferramentas teóricas para a Física da Matéria Condensada. Posteriormente, a Teoria Quântica de Campos foi formulada para estender a Mecânica Quântica de maneira consistente com a Teoria da Relatividade Especial, alcançando sua forma moderna no final da década de 1940 graças ao trabalho de Feynman, Schwinger, Tomonaga e Dyson, que formularam a Teoria da Relatividade Quântica (CARBONI, 2016).

Da mesma forma, essa teoria forneceu a base para o desenvolvimento da Física de Partículas. Em 1954, Yang e Mills desenvolveram a base para o Modelo Padrão. Esse modelo foi concluído na década de 1970 e com ele foi possível prever as propriedades de partículas até então não observadas, mas que foram sendo descobertas sucessivamente. Atualmente o modelo padrão descreve todas as partículas elementares observadas, bem como a natureza de sua interação (FONSECA; MATTAR, 2017).

Às vezes sinônimo de Filosofia, Química e até mesmo certos ramos da Matemática e Biologia durante os últimos dois milênios, a Física emergiu como uma Ciência moderna no século XVII e essas disciplinas são agora geralmente distintas, embora os limites permaneçam difíceis de ser definidos (CIPOLLA, 2016). Os avanços da Física muitas vezes se traduzem no setor tecnológico e às vezes influenciam as outras Ciências e a Matemática.

Segundo Farias (2017) por exemplo, avanços na compreensão do eletromagnetismo levaram ao uso generalizado de dispositivos elétricos (televisores, computadores, eletrodomésticos etc.); os avanços na termodinâmica levaram ao desenvolvimento do transporte motorizado; e os avanços na mecânica levaram ao desenvolvimento do Cálculo, da Química Quântica e ao uso de instrumentos como o microscópio eletrônico na microbiologia.

A maioria dos físicos se especializou em pesquisa teórica ou experimental, a primeira lidando com o desenvolvimento de novas teorias e a última lidando com o teste experimental de teorias e a descoberta de novos fenômenos. Apesar de importantes descobertas durante os últimos quatro séculos, há uma série de questões em aberto na Física e muitas áreas de pesquisa ativa (FONSECA; MATTAR, 2017).

Embora a Física englobe uma ampla variedade de fenômenos, todos os físicos compe-

tentes estão familiarizados com as teorias básicas da mecânica clássica, eletromagnetismo, relatividade, termodinâmica e mecânica quântica. Cada uma dessas teorias foi testada em vários experimentos e provou ser um modelo preciso da natureza dentro de seu domínio de validade (GERMANO, 2018).

Por exemplo, a mecânica clássica descreve corretamente o movimento dos objetos na experiência cotidiana, mas ele se quebra na escala atômica, onde é substituído pela mecânica quântica, e em velocidades próximas à velocidade da luz, onde os efeitos relativísticos se tornam importantes (LIMA, 2018).

Embora essas teorias tenham sido bem compreendidas há muito tempo, elas continuam a ser áreas de pesquisa ativa - por exemplo, um aspecto notável da mecânica clássica conhecido como teoria do caos foi desenvolvido no século XX, três séculos após a formulação original da mecânica por Isaac Newton (1642–1727) (PASQUALETTO; VEI; ARAUJO, 2017).

A Física nos ajuda a entender por que as coisas no mundo natural acontecem da maneira que acontecem. Ele nos permite explicar, por exemplo, como os edifícios se movem em um terremoto, por que um carro leva tanto tempo para parar quando os freios são acionados, por que o céu é azul, a grama é verde, e por que os apoios de uma ponte deve ter certas dimensões (LEONÊS, 2019).

Físicos - e estudantes de física - são capazes de usar seu conhecimento para prever como um objeto se comportará sob condições particulares, melhorar o funcionamento dos objetos do dia a dia e imaginar desenvolvimentos totalmente novos. O aprendizado da física será útil, não importa o que você faça. Os empregadores valorizam os tipos de habilidades que o estudo da física desenvolve: a capacidade de compreender as coisas rapidamente, encontrar soluções focadas, além de habilidades para resolver problemas, análises, matemáticas e de Tecnologia de Informação - TI (MOURA, 2020).

Ainda segundo (MOURA, 2020), pessoas com formação em física são encontradas em diversas áreas, tais como: telecomunicações, espaço, medicina, finanças, direito, música, televisão, meio ambiente, arquitetura, engenharia civil, esportes, jogos, energia e educação, entre outros.

Pasqualetto et al. (2017) mostram que embora o conhecimento necessário para descobrir fertilizantes, drogas, plásticos e produtos químicos venha da química e, em alguns casos, da biologia, a fabricação desses itens é dominada pela tecnologia baseada na Física.

É difícil encontrar um ramo da ciência que não contenha aspectos relacionados à Física, como eletricidade, magnetismo, mecânica, calor, luz, som, óptica etc. A química, em particular, torna-se indistinguível da Física quando se investiga o modelo atômico. A Física é a ciência mais básica e, em muitos casos, é necessária para a compreensão de conceitos em outras ciências (PEREIRA, 2016).

A Física de nível universitário é um curso obrigatório para todas essas especializações.

Engenharia é quase inteiramente física aplicada. Normalmente, os graduados em Medicina precisam ter o mesmo número de aulas de física e de biologia básica! 33% do conhecimento científico exigido para o Teste de Admissão à Faculdade de Medicina (MCAT) é baseado na física (SILVA, 2015).

Estudos indicam que a Física do Ensino Médio ajuda significativamente a reduzir a taxa de reprovação em Física de nível universitário. Esses estudos sugerem que os alunos que fazem um curso de Física do Ensino Médio, têm melhores pontuações em Física de nível universitário, quando comparados com os alunos sem formação de Física do Ensino Médio. Os próprios alunos normalmente indicam que a Física do Ensino Médio é um fator significativo em sua capacidade de lidar com material de física de nível universitário (BARCELLOS, 2019).

Engenheiros são físicos aplicados e constituem a segunda maior profissão na América (perdendo apenas para o ensino), com cerca de 1,4 milhão de membros. Em comparação, existem cerca de 500 mil médicos e apenas cerca de 100 mil biólogos. No entanto, até mesmo médicos e biólogos precisam fazer cursos de Física de nível universitário. O conhecimento de física é um pré-requisito para muitas formas de emprego profissional (FARIAS, 2017).

Os alunos exploram a física explorada pelos engenheiros no projeto das montanhas-russas atuais, incluindo energia potencial e cinética, fricção e gravidade. Primeiro, eles aprendem que todas as verdadeiras montanhas-russas são totalmente impulsionadas pela força da gravidade e que a conversão entre a energia potencial e cinética é essencial para todas as montanhas-russas (FONSECA; MATTAR, 2017).

Em segundo lugar, eles consideram o papel do atrito na desaceleração dos carros nas montanhas-russas. Finalmente, eles examinam a aceleração dos carros da montanha-russa conforme eles viajam pela pista. Durante a atividade associada, os alunos projetam, constroem e analisam modelos de montanhas-russas que eles fazem usando tubos de espuma e mármore (como os carros) (GALVÃO, 2017).

Os alunos exploram os princípios físicos mais básicos das montanhas-russas, que são cruciais para o processo de design inicial para engenheiros que criam montanhas-russas. Germano (2018) mostra que aprendem sobre as possibilidades e limitações das montanhas-russas no contexto da conservação de energia, perdas por atrito e outros princípios físicos. Após a aula, os alunos devem ser capazes de analisar o movimento de qualquer montanha-russa acionada pela gravidade existente e projetar os fundamentos de seus próprios modelos de montanhas-russas.

O princípio de Bernoulli relaciona a pressão de um fluido com sua elevação e velocidade. A equação de Bernoulli pode ser usada para aproximar esses parâmetros em água, ar ou qualquer fluido que tenha viscosidade muito baixa. Os alunos usam a atividade associada para aprender sobre as relações entre os componentes da equação de Bernoulli por meio de exemplos de engenharia da vida real e problemas práticos (YAMAMOTO, 2016).

O princípio de Bernoulli tem uma ampla gama de aplicações em dinâmica de fluidos de engenharia, desde o projeto de asas aeroespaciais até o projeto de tubos para usinas hidrelétricas (LIMA, 2018). Por exemplo, no caso de uma usina hidrelétrica que utiliza o fluxo de água do reservatório da montanha, conhecer a mudança de elevação do reservatório nas montanhas para a usina na cidade ajuda os engenheiros a determinar a rapidez com que a água fluirá através das turbinas geradoras de energia e a planta (MACIEL, 2016).

Os alunos são apresentados à terceira lei do movimento de Newton: para cada ação, há uma reação igual e oposta. Eles praticam a identificação de pares de força de ação-reação para uma variedade de exemplos do mundo real e desenharam e explicaram vetores simplificados de diagramas de corpo livre (setas) de força, velocidade e aceleração para eles (MARTINS, 2019). Também aprendem que os engenheiros aplicam a terceira lei de Newton e uma compreensão das forças de reação ao projetar uma ampla gama de criações, de foguetes e aeronaves a maçanetas, rifles e sistemas de entrega de medicamentos. Moura (2020) mostra que esta lição é a terceira de uma série de três lições destinadas a serem ministradas.

Ensinar Física no Ensino Médio pode ser muito gratificante, com muita emoção e resolução criativa de problemas. O Ensino de Física envolve mais do que escrever fórmulas no quadro-negro. Barbosa; Moura (2013) mostram que envolve ajudar os alunos a ver o mundo de uma nova maneira. Envolve a criação de um ambiente de aprendizagem, onde os alunos são capazes de explorar e compreender como funciona o mundo físico e de conectar conceitos científicos complexos às suas vidas diárias. Envolve desenvolver a confiança do aluno em sua capacidade de resolver problemas desafiadores e capacitá-lo a construir um futuro melhor para si e para os outros.

Ensinar Física requer criatividade, pensamento e compreensão não só da física, mas também da Psicologia, Cognição e Comunicação. O ensino de Física não é uma opção alternativa para aqueles que não podem ser físicos ou engenheiros. É um caminho para quem tem as mentes mais criativas, para quem tem intelecto expansivo que aprecia desafios multifacetados, para quem quer realmente fazer a diferença e de uma forma imediatamente tangível (BARCELLOS, 2019).

A Física é a ciência da matéria e seu movimento - a ciência que lida com conceitos como força, energia, massa e carga. Como ciência experimental, seu objetivo é compreender o mundo natural. A Física nos ajuda a entender por que as coisas no mundo natural acontecem da maneira que acontecem. Ele nos permite explicar, por exemplo, como os edifícios se movem em um terremoto, por que um carro leva tanto tempo para parar quando os freios são acionados, por que no céu é azul, e por que os apoios de uma ponte deve ter certas dimensões (LEONÊS, 2019). Enfim, o estudo da Física é muito importante para os alunos, pois os coloca de frente a situações concretas e reais, situações essas que os princípios físicos podem responder, ajudando a compreender a natureza e nutrindo o gosto pela ciência.

## 3.2 A importância da Matemática

Ao longo da docência de Matemática, mais de uma vez nos perguntamos qual seria sua utilidade e qual seria o significado de ter que resolver problemas matemáticos tão complicados. Em contraste com as ciências sociais, ciências naturais ou arte, em outrora acreditava-se que as ciências exatas como a Matemática não seriam realizadas na prática, que a disciplina não era necessária saber para cultura geral de uma pessoa (LARANJEIRO et al, 2017).

Hoje este paradigma já se encontra superado, sabe-se que a Matemática é de suma importância para a vida em sociedade, mas mesmo com toda a evolução, ainda há lacunas no que diz respeito a aplicação da Matemática no Ensino Fundamental (BARCELLOS, 2019). Para que um aluno se desenvolva mentalmente, ele deve conhecer e compreender como funciona a realidade que o rodeia e relacionar qualitativa e quantitativamente as diferentes informações e conhecimentos de acordo com uma determinada ordem (GARCIA; BENITEZ, 2011).

A Matemática é uma das áreas de aprendizagem em que pais e educadores colocam mais ênfase, uma vez que sua função principal é desenvolver o pensamento lógico, interpretar a realidade e compreender uma forma de linguagem. O acesso aos conceitos matemáticos requer um longo processo de abstração, que começa no nível pré-escolar com a construção de noções básicas. Por isso, desde muito jovem, é preciso dar especial importância às primeiras estruturas conceituais que são a classificação e a serialização, que quando sintetizadas consolidam o conceito de número. É importante que a criança construa sozinha os conceitos matemáticos básicos e, de acordo com suas estruturas, utilize os diversos conhecimentos que adquiriu ao longo do seu crescimento (DOMINGUES, 2017).

O desenvolvimento de noções lógico-matemáticas no Ensino Fundamental e Ensino Médio é um processo gradativo que o aluno constrói a partir das experiências proporcionadas pela interação com os objetos de seu ambiente, o que lhe permite criar mentalmente relações e comparações estabelecendo semelhanças e diferenças de suas características para poder classificá-los, serializá-los e compará-los (GARCIA; BENITEZ, 2011).

A classificação é um processo mental pelo qual as propriedades dos objetos são analisadas, coleções são definidas e relações de semelhança e diferença são estabelecidas entre seus elementos, delimitando assim suas classes e subclasses. Através da Seriação, é possível estabelecer relações comparativas a respeito de um sistema de referência entre os elementos de um conjunto, e ordená-los de acordo com sua diferença, de forma crescente ou decrescente (LARANJEIRO et al, 2017).

Seu aprendizado inicial é decisivo não apenas para o simples progresso, mas também para o desenvolvimento cognitivo, pois supõe e implica a gênese de um conjunto de estruturas e funções fundamentais do pensamento, como raciocínio, busca, formulação de hipóteses, bem como adquirir noções de tempo e espaço (GARCIA; BENITEZ, 2011).

O conhecimento que se adquire e se constrói em relação à Matemática desde a Educação

Infantil se tornará a base de sua próxima aprendizagem. A Matemática gera atitudes e valores nos alunos, pois garantem uma base sólida, segurança nos procedimentos e confiança nos resultados obtidos. Tudo isso cria nos alunos uma disposição consciente e favorável para empreender ações que levem à solução dos problemas que enfrentam todos os dias (DOMINGUES, 2017).

A Matemática ensina a pensar melhor à medida que desenvolve a capacidade de pensar. Ela também ajuda os alunos a encontrar soluções para problemas ou soluções para certas situações complexas de uma forma muito mais coerente. Portanto, a Matemática é fundamental e essencial na formação de todas as pessoas (GARCIA; BENITEZ, 2011).

É fundamental que os alunos sejam capazes de compreender a Matemática, pois assim encontrarão soluções lógicas e racionais para muitas situações da vida e a mente estará mais bem preparada para resolver problemas reais do cotidiano. Deve-se levar em conta que a Matemática desenvolve o pensamento analítico com o qual se desenvolverá a capacidade de investigar e conhecer a realidade que a vida representa para cada um de nós (GARCIA; BENITEZ, 2011).

A Matemática existe porque dia a dia nos deparamos com ela, sem ela não poderíamos nos desenvolver diante de qualquer situação, usamos constantemente e precisamos da Matemática em todos os ambientes, seja na escola, no trabalho, ou simplesmente em casa ou cozinha. É por isso que podemos dizer que a Matemática é uma linguagem universal. É por isso que alguns cientistas não têm problemas em se comunicar com seus pares, mesmo que não entendam sua linguagem, eles conversam e se entendem por meio de números (LARANJEIRO et al, 2017).

A principal função da Matemática é desenvolver o pensamento lógico, interpretar a realidade e compreender uma forma de linguagem. O começo para entrar no mundo da Matemática requer um processo de abstração, razão pela qual desde a primeira infância trabalhamos com conceitos matemáticos básicos e desenvolvemos as primeiras noções lógicas de crianças (BARCELLOS, 2019). É por isso que é muito importante que no nível pré-escolar sejam criadas as primeiras estruturas conceituais da Matemática, como a classificação e a serialização, conceitos esses no longo prazo de consolidação e o conceito de número seja formado. É muito importante que a criança construa sobre seus próprios conceitos matemáticos básicos e, de acordo com suas estruturas, utilize os diversos conhecimentos que adquiriu ao longo de seu desenvolvimento (DOMINGUES, 2017).

O desenvolvimento de noções lógico-matemáticas é um processo que deve ser realizado em etapas e que a criança constrói a partir das experiências proporcionadas pela relação e interação com os objetos de seu ambiente (BARCELLOS, 2019). A relação e interação com os objetos em seu ambiente auxiliam a criança a comprar, classificar ou serializar esses objetos. Os primeiros aprendizados e experiências com conhecimentos lógico-matemáticos ajuda a criança não só a progredir nesta área com mais facilidade, mas também a ter um

desenvolvimento cognitivo ideal e representam os primeiros conjuntos de estruturas de pensamento e funções fundamentais (LARANJEIRO et al., 2017).

A Matemática abrange diversas áreas do conhecimento. Desde as ciências da natureza até as engenharias. Isso ocorre porque o conhecimento matemático, permite analisar situações através da elaboração de estatísticas, facilitando a compreensão de processos biológicos, físicos, químicos e até mesmo social.

Foi a partir do conhecimento matemático que conseguimos construir modelos que explicassem o funcionamento da natureza. Como, por exemplo, a gravidade, a eletricidade, os fenômenos eletromagnéticos, etc. Além disso, a Matemática desempenha um papel fundamental no nosso cotidiano que não seria possível sem o conhecimento matemático. Como, por exemplo, a contagem do tempo, controle de gastos, divisões e agrupamento de coisas em conjuntos. Com certeza, isso só é possível graças a matemática.

Estatística e probabilidade trabalham juntas nos serviços de busca como Google e Bing para render uma melhor experiência de uso. Cada vez mais inteligentes e eficientes, esses serviços vêm de uma combinação de análise de dados e aplicação de fórmulas matemáticas e raramente erram nos resultados exibidos.

### 3.3 Onde a Física encontra a Matemática

Matemática e Física são dois campos intimamente ligados. Para os físicos, a matemática é uma ferramenta usada para responder as perguntas. Por exemplo, Newton inventou o cálculo para ajudar a descrever o movimento. Para os matemáticos, a física pode ser uma fonte de inspiração, com conceitos teóricos como a relatividade geral e a teoria quântica fornecendo um ímpeto para os matemáticos desenvolverem novas ferramentas (ROSA, et al. , 2012).

Embora os físicos confiem muito na Matemática para os cálculos em seu trabalho, eles não trabalham para uma compreensão fundamental das ideias matemáticas abstratas da maneira que os matemáticos fazem. Essa diferença fundamental leva pesquisadores de ambos os campos a usar a analogia da linguagem, destacando a necessidade de traduzir ideias para progredir e se entender. Estamos tratando de como formular questões de Física para que possam ser vistas como um problema matemático. Essa é normalmente a parte mais difícil (CARBONI, 2016).

A Física é uma ciência que precisa necessariamente da Matemática para existir, se quisermos analisar um fenômeno físico, precisamos de alguma forma traduzi-lo em uma expressão matemática, como uma equação. Isaac Newton percebeu que sem Matemática ele não poderia estudar Física, então ele teve que desenvolver cálculo infinitesimal. A Física usa a Matemática como método de resolução e cálculo, porém, a Matemática não usa a Física, a Matemática estuda a geometria analiticamente por um lado e os métodos de cálculo por outro, ou seja, as funções (ROSA, et al. , 2012).

A primeira razão para a irrupção da Matemática na Física, no início de ambas, é a necessidade de incluir medidas quantitativas, além das qualitativas, para melhorar a capacidade preditiva das primeiras teorias. No início, apenas as operações numéricas mais elementares da aritmética foram usadas. Desde a época de Newton, no entanto, tem sido vista a grande utilidade de partes mais abstratas da matemática, como a teoria das funções e o cálculo infinitesimal (BARCELLOS, 2019).

Mais tarde, observou-se que essa progressiva formalização da Física teve outra vantagem de grande importância, que decorre da própria natureza da Matemática, que consiste no estudo de sistemas formais: ou seja, estabelece-se um conjunto de princípios (axiomas) que são escolhidos ad hoc, e todas as consequências são extraídas (proposições, teoremas, etc.) que podem ser deduzidos deles a partir de procedimentos lógicos. Dessa forma, as teorias matemáticas (que nada mais são do que sistemas formais projetados para lidar com problemas específicos) são internamente coerentes e consistentes. A coerência interna da teoria é uma das condições básicas que toda teoria física deve atender (ROSA, et al. , 2012).

A robustez e correspondência, são progressivamente melhoradas à medida que a investigação avança. Assim, o progresso em Física Teórica se reduz à busca do conjunto de axiomas (que chamamos de Princípios) que geram o sistema formal do qual podemos obter consequências (previsões) que correspondem à realidade mensurável e que, além disso, podem ser aplicadas a um grande número de fenômenos (ou seja, ser robusto). Em algumas ocasiões, foi considerado útil tirar vantagem de alguma teoria matemática previamente existente para apoiar parte da Teoria Física (CARBONI, 2016).

Um exemplo disso é o uso da Geometria Diferencial na Teoria da Relatividade Geral de Einstein. No entanto, isso é cada vez menos frequente, uma vez que o interesse dos matemáticos geralmente está distante da Física e, portanto, os físicos devem se encarregar de desenvolver novos sistemas formais desde o início. Um exemplo disso é o cálculo infinitesimal (na época de Newton e Leibnitz); e mais recentemente, da integral de caminho de Feynman. Tudo isso não significa que a única maneira de realizar teorias científicas seja o uso da Matemática, além disso, em muitas ocasiões para chegar a uma compreensão visceral da teoria é preciso deixar de lado, momentaneamente, a Matemática envolvida, focando nos conceitos da Física.

No entanto, a Matemática é a melhor ferramenta que a humanidade encontrou para desenvolver teorias científicas. Naturalmente, não temos nenhuma razão lógica para supor que não existam ferramentas mais eficientes que possam ser desenvolvidas no futuro, poucas pessoas confiam nessa possibilidade (CARBONI, 2016).

### 3.4 A interdisciplinaridade entre as disciplinas de Física e Matemática

De acordo com Rosa, et al (2012), uma disciplina é "qualquer domínio comparativamente autônomo e isolado da experiência humana que possui sua própria comunidade de especialistas, com componentes distintos, como objetivos compartilhados, conceitos, fatos, habilidades tácitas e metodologias".

A interdisciplinaridade, por outro lado, é “a reunião de componentes distintivos de duas ou mais disciplinas” na pesquisa ou na educação, levando a novos conhecimentos que não seriam possíveis sem essa integração. A multidisciplinaridade ocorre quando as disciplinas trabalham lado a lado em problemas distintos de aspectos de um mesmo problema. A interdisciplinaridade ocorre quando as disciplinas se entrelaçam, se integram e colaboram entre si (MACIEL, 2016).

Por exemplo, a membrana de um neurônio pode ser estudada separadamente pela química ou física como uma fase complexa de moléculas orgânicas com propriedades elétricas distintas; abstraindo inteiramente o fato de que é parte de uma célula viva e o resultado da evolução orgânica. Esta é uma pesquisa multidisciplinar (CARBONI, 2016).

No entanto, quando a estrutura, propriedades e funções da membrana são estudadas usando uma abordagem que combina as contribuições de várias disciplinas trabalhando juntas, temos a interdisciplinaridade. Por exemplo, em um projeto de pesquisa descrito como a influência de sistemas de segundo mensageiro sobre a conformação molecular de canais iônicos e sua consequência na integração de informações de entrada por campos dendríticos de neurônios geneticamente defeituosos na área visual, usando imagens eletrônicas e eletrodos “microusinados“ notamos a colaboração das disciplinas de bioquímica, biofísica, neuroanatomia, biologia celular, genética, eletrofisiologia, eletrônica, química e engenharia, entre outras (FARIAS, 2017).

O resultado desta pesquisa aparentemente importante não seria possível sem a sua integração. O grau de interdisciplinaridade em qualquer domínio pode variar, é claro. Nissani se propõe a caracterizar o grau de integração interdisciplinar segundo quatro critérios:

- número de disciplinas envolvidas;
- grau de semelhança entre eles (por exemplo, matemática e física são semelhantes, genética molecular e eletrônica são menos semelhantes);
- a novidade e criatividade envolvidas na combinação, e;
- grau de integração (MACIEL, 2016).

A interdisciplinaridade também evolui. O que era interdisciplinar no passado, como a integração entre biologia e física, tornou-se uma disciplina (por exemplo, biofísica), com

seu próprio conjunto de especialistas, conferências, periódicos, sociedades profissionais, comitês, cursos de pós-graduação e alunos, métodos e até mesmo estabelecidos profissões (CARBONI, 2016).

Leonardo da Vinci representou um ideal que não é mais atingível: o "homem da Renascença", capaz de dominar simultaneamente muitas formas e domínios de conhecimento. Leonardo foi um notável pintor, escritor, filósofo, engenheiro e cosmólogo. A explosão de conhecimento que começou nas eras Iluminista e Industrial, e que continua em um ritmo assustador em nossa era da informação atual, é impossível qualquer cientista isolado para abranger qualquer coisa maior do que seu minúsculo campo de especialidade (FARIAS, 2017).

A consequência, nas palavras de Rosa, et al (2012), é que como o conhecimento explodiu e se fragmentou, tornou-se possível para um indivíduo compreender apenas alguns dos fragmentos. Para evitar afogar-se no oceano de conhecimento em constante expansão, cada um de nós normalmente agarra uma ou duas longarinas flutuantes que agarramos como se nossa vida dependesse deles e, posteriormente, raramente olhamos para a direita ou para a esquerda. Olhar além da própria longarina é ser oprimido pela magnitude do oceano: melhor permanecer ignorante sobre todos, exceto nossa própria minúscula província (MACIEL, 2016).

Assim, uma nova pesquisa pode eventualmente ser interrompida, a menos que aprendamos a cooperar por meio de pesquisa e educação interdisciplinares. O maior obstáculo para isso é, obviamente, a maneira como as universidades são organizadas. O modelo departamental, em que as disciplinas são isoladas, ensinadas e pesquisadas separadamente, com muito pouco em comum, está condenado, porque dificulta a interação e a integração (CARBONI, 2016).

Os alunos não aprendem a trabalhar com equipes interdisciplinares, a pensar de forma interdisciplinar; portanto, eles apenas repetirão as limitações de seu professor. O desdobramento da interdisciplinaridade exigirá uma verdadeira revolução, uma reforma abrangente em nossos laboratórios e escolas. A neurociência tem sido exemplar em mostrar os novos caminhos: em todo o mundo (FARIAS, 2017).

É fácil perceber que o avanço das neurociências dependerá cada vez mais de abordagens interdisciplinares nos próximos anos. Isso representa um grande desafio para o estabelecimento neurocientífico, particularmente na forma como os neurocientistas são treinados (MACIEL, 2016).

De modo geral, os biólogos não apreciam as ciências exatas e desconfiam dos métodos de engenharia e matemática. Seu perfil profissional ainda é muito "soft", muito desprovido dos conhecimentos e interações que são necessários para ser um profissional moderno e eficaz. Isso deve ser mudado e um novo tipo de neurobiologista deve surgir. Grandes recursos também devem ser gastos na formação do novo profissional interdisciplinar que descrevemos acima (CARBONI, 2016).

A segunda metade do século XX pode ser caracterizada como um período que tem muito mais desenvolvimento nas ciências, matemática e tecnologia como resultado da pesquisa científica. A cada dia surgem novas áreas de pesquisa na educação e outras áreas disciplinares e novos conhecimentos científicos são produzidos. No entanto, poucos especialistas têm capacidade de conhecer a maioria de suas áreas de estudo e muitos cientistas não sabem muito sobre suas áreas (FARIAS, 2017).

Como resultado disso, a interação entre diferentes disciplinas foi gradualmente desaparecendo. Os cientistas que nem mesmo conseguem acompanhar a mudança em sua área de especialização geralmente não têm tempo e oportunidade para aprender mais sobre outras disciplinas. Como é o caso em situações da vida real, quase todas as situações e problemas encontrados só poderiam ser resolvidos e explicados em detalhes com a interação entre várias disciplinas (MACIEL, 2016).

Nesse sentido, as aulas de física e matemática são disciplinas estreitamente relacionadas e, portanto, os alunos precisam transferir seus conhecimentos e habilidades em matemática para compreender e resolver problemas de física. Como Rosa, et al (2012), colocam que, por um lado, os alunos entendem conceitos abstratos em matemática com a ajuda da ciência, e eles compreenderam profundamente as ciências graças à matemática, por outro (CARBONI, 2016).

É o fato de que, em consequência de aulas separadas de física e matemática, essas duas aulas são percebidas como aulas diferentes e não relacionadas pelos alunos e eles estudam esses cursos separadamente. Este problema também é um problema para especialistas em física e matemática. As duas lições contêm conceitos compartilhados e requerem conhecimento e habilidades para facilitar o relacionamento e, portanto, o aprendizado (MACIEL, 2016).

Ciência / física e matemática são disciplinas próximas, interagindo entre si. Além disso, essa interação é historicamente natural e não uma compulsão. Muitos assuntos surgiram com a ajuda dessas duas interações de campo ou estudos colaborativos nessas disciplinas. Por esta razão, os indivíduos que desejam compreender o desenvolvimento atual e perceber a natureza da ciência e da matemática precisam possuir conhecimentos nesses dois campos (CARBONI, 2016).

A física e a matemática podem estar relacionadas no ensino para facilitar a aprendizagem em cada uma das disciplinas. Relacionar essas duas aulas é o trabalho dos atuais professores de física e matemática, mas ‘quais tópicos’ e ‘como’ é a grande questão que é o escopo deste estudo (FARIAS, 2017).

Geralmente os professores acreditam que os estudos interdisciplinares são úteis, mas eles não têm ideias claras de como fazer isso. Uma maneira de resolver esse problema é treinar futuros professores em programas de formação inicial de professores. Esta é também uma necessidade do novo programa de ambas as disciplinas nas escolas secundárias. Para os professores em atividade, os cursos em serviço seriam úteis, mas esses cursos devem

incluir certas atividades ou exemplos concretos sobre como relacionar ou integrar as duas disciplinas (MACIEL, 2016).

## 4 Algumas atividades propostas

O objetivo do trabalho foi analisar como a interdisciplinaridade entre as disciplinas de Física e Matemática ajuda na resolução de atividades com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Nesse intuito, neste capítulo são propostas algumas atividades que envolvem as disciplinas de Física e Matemática e os conceitos de Queda livre, Trajetória, Cinemática escalar, Equação de Torricelli, Aceleração escalar média e instantânea, Termodinâmica, Calorimetria, Tensão elétrica e Refração da luz.

As atividades podem ser aplicadas aos alunos dos anos finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio.

Estas atividades foram baseadas em (SILVA, P. S. da, s.d.; TEIXEIRA, M. M., s.d.[a]; SILVA, L. P. M., s.d.; RIBEIRO, s.d.[a]; ANJOS, s.d.; HELERBROCK, s.d.[b]; TEIXEIRA, M. M., s.d.[b]; SILVA, D. C. M. da, s.d.; BATISTA, 2020; QUESTIONS... , s.d.; GOUVEIA, 2018; QUESTÕES... , s.d.; RIBEIRO, s.d.[b]; HELERBROCK, s.d.[c]).

### 4.1 Atividades sobre queda livre

#### 4.1.1 Atividade 1. Queda livre

Um objeto é abandonado do alto de um prédio e inicia uma queda livre. Sabendo que esse objeto leva 3s para atingir o chão, calcule a altura desse prédio, considerando a aceleração da gravidade como 10 m/s<sup>2</sup>.

Dados:

$$V_0 = 0,$$

$$t = 3 \text{ s},$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = ? \text{ (altura do prédio)}$$

Através da equação horária do espaço, temos:

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$S - S_0 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Solução:

Substituindo  $S - S_0$  por  $h$ :

$$h = 0 \times 2 + \frac{1}{2} \times 10 \times 3^2$$

$$h = 0 + 5 \times 9$$

$$h = 45 \text{ m}$$

### 4.1.2 Atividade 2. Queda livre

Um garoto, na sacada de seu apartamento, a 20 metros de altura, deixa cair um biscoito, quando tem então a ideia de medir o tempo de queda desse biscoito. Desprezando a resistência do ar e adotando  $g = 10\text{m/s}^2$ , determine o tempo gasto pelo corpo para chegar ao térreo.

Solução:

Dados:

$$S = 20 \text{ m}$$

$$S_0 = 0$$

$$v_0 = 0$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Através da equação horária do espaço, temos:

$$S = S_0 + v_0.t + \frac{1}{2}.g.t^2$$

$$20 = 0 + 0 \times t + \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$$

$$20 = 5.t^2$$

$$t^2 = 20 : 5$$

$$t^2 = 4$$

$$t = \sqrt{4}$$

$t = \pm 2$ , mas  $t > 0$  sempre, logo:

$$t = 2 \text{ s}$$

### 4.1.3 Atividade 3. Queda livre

Depois de ser solto de uma certa altura, um corpo chega ao solo com velocidade de 180 km/h. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e determine o tempo em que esse corpo permaneceu no ar.

Solução:

Dados:

$$v_0 = 0$$

$$v = 180 \text{ km/h} = 180 : 3,6 = 50 \text{ m/s}$$

É preciso usar a fórmula que relaciona a velocidade de queda com o tempo.

$$V = V_0 + g.t$$

$$50 = 0 + 10.t$$

$$10.t = 50$$

$$t = \frac{50}{10}$$

$$t = 5\text{s}$$

## 4.2 Atividades que envolvem função do 2º grau

### 4.2.1 Atividade 1. Trajetória de projétil

Qual a altura máxima atingida por um projétil cuja trajetória pode ser descrita pela função:  $h(x) = -4x^2 + 5$ , sabendo que  $h$  é a altura do projétil e que  $x$  é a distância percorrida por ele, em metros?

Solução:

Para descobrir a altura máxima que um projétil pode alcançar, a partir da função que representa sua trajetória parabólica, basta calcular o valor máximo dessa função com relação ao eixo  $y$ , ou seja, a ordenada  $y_v$ .

$$\Delta = b^2 - 4.a.c$$

$$y_v = -\Delta/4a$$

$$y_v = \frac{-[0^2 - 4 \times (-4) \times 5]}{4 \times (-4)}$$

$$y_v = \frac{-80}{-16}$$

$$y_v = 5$$

Portanto, a altura máxima que esse projétil pode atingir é de 5 metros.

Quando o projétil atinge a altura máxima, a "distância percorrida" por ele será:

$$x_v = \frac{-b}{2a}$$

$$x_v = \frac{-0}{2 \cdot (-4)}$$

$$x_v = \frac{-0}{-8}$$

$$x_v = 0$$

### 4.2.2 Atividade 2. Trajetória

Uma bola, ao ser chutada num tiro de meta por um goleiro, numa partida de futebol, teve sua trajetória descrita pela função  $h(t) = -2t^2 + 8t$  ( $t \geq 0$ ), onde  $t$  é o tempo medido em segundo e  $h(t)$  é a altura em metros da bola no instante  $t$ . Determine, após o chute:

a) o instante em que a bola retornará ao solo:

Solução:

Houve dois momentos em que a bola tocou o chão: o primeiro foi antes de ela ser chutada e o segundo foi quando ela terminou sua trajetória e retornou para o chão. Em ambos os momentos a altura  $h(t)$  era igual a zero, sendo assim:

$$h(t) = -2t^2 + 8t$$

$$0 = -2t^2 + 8t$$

$$2t^2 - 8t = 0$$

$$t \cdot (2t - 8) = 0$$

$$t_1 = 0$$

$$2t_2 - 8 = 0$$

$$2t_2 = 8$$

$$t_2 = \frac{8}{2}$$

$$t_2 = 4 \text{ s}$$

Portanto, o segundo momento em que a bola tocou no chão foi no instante de quatro segundos.

b) a altura máxima atingida pela bola:

Solução:

Condição:  $h(t)$  é a altura máxima

$$x_v = -b/2a$$

$$x_v = -8/2 \times (-2)$$

$$x_v = -8/-4$$

$$x_v = 2\text{s}$$

$$h(t) = -2 \times 2^2 + 8 \times 2$$

$$h(t) = -8 + 16$$

$$h(t) = 8 \text{ m}$$

## 4.3 Atividades sobre cinemática escalar

### 4.3.1 Atividade 1. Cinemática escalar.

Um veículo trafega em uma rodovia com velocidade média de 80 km/h. Sabendo que a viagem teve uma duração de 1 hora e 30 minutos (1,5 h), qual foi a distância percorrida pelo veículo?

Solução:

Utilizando a fórmula da velocidade média, temos:

$$V_m = \Delta S / \Delta t$$

$$\Delta S = 80 \times 1,5 = 120 \text{ km.}$$

### 4.3.2 Atividade 2. Cinemática escalar.

Uma composição ferroviária com 1 locomotiva e 14 vagões desloca-se à velocidade constante de 10 m/s. Tanto a locomotiva quanto cada vagão medem 12 m. Então, quanto tempo ela demorará para atravessar um viaduto com 200 m de comprimento?

Solução:

O comprimento total do trem é  $15 \times 12 = 180 \text{ m}$ . Devemos levar em consideração além do comprimento do trem, a extensão da ponte do viaduto. Nesse caso, esses dois valores devem ser somados:

$$\Delta S = 180 + 200, \text{ logo:}$$

$$\Delta S = 380 \text{ m}$$

O tempo necessário para que o trem atravesse a ponte será:

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{v_m}.$$

Então :

$$\Delta t = \frac{380}{10} = 38s$$

Portanto , o tempo necessário para o trem atravessar o viaduto será igual a 38 segundos.

## 4.4 Atividades sobre a Equação de Torricelli

### 4.4.1 Atividade 1 .Equação de Torricelli

Um automóvel inicia uma trajetória com uma velocidade de 5 m/s e realiza um movimento uniformemente variado com aceleração igual a 2 m/s<sup>2</sup>. Calcule o espaço percorrido pelo automóvel, sabendo que no fim da trajetória sua velocidade era de 25 m/s.

Solução:

Dados:

$$v_0 = 5 \text{ m/s}$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$V = 25 \text{ m/s}$$

Através da equação de Torricelli, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta S$$

$$25^2 = 5^2 + 2 \times 2 \times \Delta S$$

$$625 = 25 + 4.\Delta S$$

$$625 - 25 = 4.\Delta S$$

$$600 = 4.\Delta S$$

$$\Delta S = \frac{600}{4}$$

$$\Delta S = 150 \text{ m}$$

Portanto, o espaço percorrido pelo automóvel foi de 150 m.

### 4.4.2 Atividade 2 .Equação de Torricelli

Um corpo é abandonado de uma altura de 20 m num local onde a aceleração da gravidade da Terra é dada por, aproximadamente,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Desprezando o atrito, o corpo toca o solo com que velocidade?

Solução:

Dados:

$$h = 20 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$v_0 = 0 \text{ (corpo abandonado)}$$

Através da equação de Torricelli, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2.g.h$$

$$v^2 = 0^2 + 2 \times 10 \times 20$$

$$v^2 = 400$$

$$v = \sqrt{400}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

Portanto, o corpo toca o solo com velocidade  $v = 20 \text{ m/s}$ .

## 4.5 Atividades sobre aceleração escalar média e instantânea

### 4.5.1 Atividade 1. Aceleração escalar média

Um jogador de futebol, ao finalizar um lance na grande área para o gol, chuta a bola e esta alcança a velocidade de  $22 \text{ m/s}$  em  $0,2 \text{ s}$ . O goleiro consegue parar a bola através do recuo dos braços. Determine a aceleração da bola.

Solução:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a_m = \frac{22}{0,2}$$

$$a_m = 110 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

### 4.5.2 Atividade 2. Aceleração escalar média

Um carro parte do repouso com aceleração de  $5,0 \text{ m/s}^2$  e percorre uma distância de  $1,0 \text{ km}$ . Qual é o valor da velocidade média do carro, em  $\text{m/s}$ , nesse trecho?

Solução:

A velocidade média é calculada pela divisão da distância percorrida pelo tempo. Sabemos que a distância foi igual a  $1,0 \text{ km}$ , entretanto, não conhecemos o valor do tempo.

Então, para calcular esse valor, iremos usar a função horária considerando as seguintes informações:

$$V_0 = 0 \text{ (o carro partiu do repouso)}$$

$$S - S_0 = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m (passando para o sistema internacional de medidas)}$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

Substituindo esses valores na função horária, encontramos:

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$S - S_0 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$1000 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 5 \times t^2$$

$$1000 = 0 + \frac{1}{2} \times 5 \times t^2$$

$$t^2 = 2000/5$$

$$t^2 = 400$$

$$t = \pm 20, \text{ mas } t > 0 \text{ sempre, logo:}$$

$$t = 20 \text{ s}$$

## 4.6 Atividade sobre termodinâmica

Determine qual o trabalho realizado por um gás em expansão, que teve seu volume alterado de  $5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$  para  $10 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ , em uma transformação à pressão constante de  $4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ .

Solução:

Em uma transformação com a pressão mantida constante, utiliza-se a fórmula abaixo para calcular o trabalho:

$$T = p \cdot \Delta v$$

A pressão exercida pelo gás é representada por  $p$  e a variação do volume do gás é dada por  $\Delta v$ .

Substituindo os valores do enunciado na fórmula, calculamos o trabalho da seguinte forma:

$$T = p \cdot \Delta V$$

$$T = 4 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \times (10 \times 10^{-6} \text{ m}^3 - 5 \times 10^{-6} \text{ m}^3)$$

$$T = 4 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \times 5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$T = 4 \times 5 \times 10^{5+(-6)} \text{ N.m}$$

$$T = 20 \times 10^{-1} \text{ N.m}$$

$$T = 2 \text{ N.m} = 2 \text{ J}$$

## 4.7 Atividade sobre calorimetria

Para derreter uma barra de um material  $w$  de 1kg é necessário aquecê-lo até a temperatura de  $1000^\circ\text{C}$ . Sendo a temperatura do ambiente no momento analisado  $20^\circ\text{C}$  e o calor específico de  $w=4,3\text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ , qual a quantidade de calor necessária para derreter a barra?

Solução:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$Q = 1,4,3 \times (1000 - 20)$$

$$Q = 4214 \text{ J}$$

Como  $1 \text{ Joule} = 0,2388 \text{ Calorias}$ , temos :

$$Q = 4214 \times 0,2388 = 1006,45 \text{ cal}$$

## 4.8 Atividades sobre tensão elétrica

### 4.8.1 Atividade 1 sobre tensão elétrica

Determine a tensão elétrica à qual uma carga de  $1,0 \text{ mC}$  é submetida, sabendo que sua energia potencial elétrica é igual a  $1,0 \text{ J}$ .

Solução:

$$1 \text{ mC} = 10^{-3} \text{ C}$$

Para resolver o exercício, faremos uso da fórmula que relaciona a tensão com a energia potencial elétrica ( $E_p$ ) e a carga elétrica ( $q$ ).

$$U = E_p/q$$

$$U = 1/10^{-3}$$

$$U = 1000 \text{ V}$$

#### 4.8.2 Atividade 2 sobre tensão elétrica

Uma carga elétrica é posicionada a 2,0 m da origem de um campo elétrico uniforme de 200 N/m. Determine a tensão elétrica à qual essa carga está submetida.

Solução:

Para responder a essa questão, é necessário relacionar a tensão com o campo elétrico.

$$U = E \cdot d$$

$$U = 200 \times 2$$

$$U = 400 \text{ V}$$

### 4.9 Atividades sobre refração da luz

#### 4.9.1 Atividade 1 sobre refração da luz

A luz amarela se propaga em um determinado vidro com velocidade de 200.000 km/s. Sendo 300.000 km/s a velocidade da luz no vácuo, determine o índice de refração absoluto do vidro para a luz amarela.

Solução:

$$n = c/v$$

$$n = 300000/200000$$

$$n = 1,5$$

#### 4.9.2 Atividade 2 sobre refração da luz

Supondo que o diamante apresente índice de refração absoluto 2,41 para a luz amarela, e sendo 300.000 km/s a velocidade da luz no vácuo, calcule a velocidade da luz amarela no diamante.

Solução:

$$n = c/v$$

$$2,41 = 300000/v$$

$$v = 300000/2,41$$

$$v = 124.500 \text{ km/s}$$

## 5 Atividades propostas aos alunos

O objetivo do trabalho foi analisar como a interdisciplinaridade entre as disciplinas de Física e Matemática ajuda na resolução de atividades com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. A seguir são realizadas as análises e expostos os resultados das 5 atividades propostas a 10 alunos, envolvendo cinemática escalar e as Leis de Newton.

Estas atividades foram baseadas em (leis; EXERCÍCIOS... , 2022; TODA... , 2022)

### 5.1 Atividade 1

Um veículo trafega em uma rodovia com velocidade média de 80 km/h. Sabendo que a viagem teve uma duração de 1 hora e 30 minutos , qual foi a distância percorrida pelo veículo?

### 5.2 Atividade 2

Um veículo automotivo acelera a  $2,0 \text{ m/s}^2$ , durante 5,0 s, a partir de uma velocidade inicial de  $2,0 \text{ m/s}$ . Determine a distância percorrida por esse veículo, durante esse intervalo de tempo.

### 5.3 Atividade 3

Um motorista dirigia a  $30 \text{ m/s}$  quando avista um buraco na pista e pisa no freio. Os freios produziram uma desaceleração de  $2,0 \text{ m/s}^2$ , até que o carro para completamente. Determine o espaço percorrido pelo veículo até o final da frenagem.

### 5.4 Atividade 4

Qual é a aceleração adquirida por um corpo de massa de 4kg, sabendo que sobre ele atua uma força resultante de intensidade de 16N ?

### 5.5 Atividade 5

Aplica-se uma força de 20 N a um corpo de massa  $m$ . O corpo desloca-se em linha reta com velocidade que aumenta  $10 \text{ m/s}$  a cada 2 s. Qual o valor, em kg, da massa  $m$ ?

## 6 Resultados e análises

O objetivo do trabalho foi analisar como a interdisciplinaridade entre as disciplinas de Física e Matemática ajuda na resolução de atividades com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Nesse contexto, a seguir são realizadas as análises e expostos os resultados das 5 atividades propostas aos alunos, envolvendo cinemática escalar e as Leis de Newton.

### 6.1 Análise da atividade 1

Problema: Um veículo trafega em uma rodovia com velocidade média de 80 km/h. Sabendo que a viagem teve uma duração de 1 hora e 30 minutos, qual foi a distância percorrida pelo veículo?

Na atividade 1, foram analisados os conhecimentos dos alunos em relação aos conteúdos sobre conversão de unidades de medida de tempo, grandezas e medidas e velocidade escalar média.

Dos 10 alunos presentes e de acordo com suas anotações, foram feitas as seguintes observações:

A) Em relação à conversão de unidades de medida de tempo:

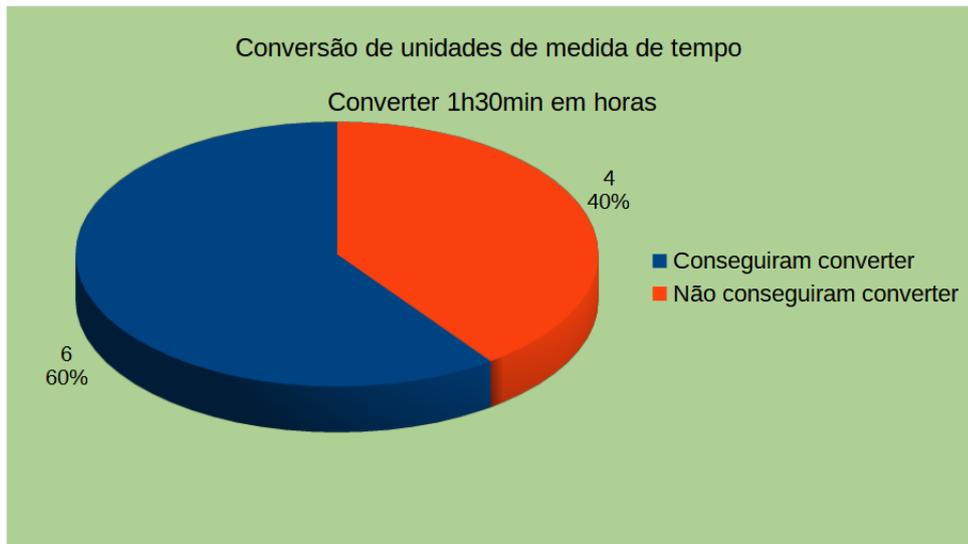
- 40% alunos não conseguiram converter 1 hora e 30 minutos em horas corretamente e obtiveram o resultado aproximado de 1,3 hora.
- 60% alunos converteram corretamente 1 hora e 30 minutos em horas e obtiveram o resultado 1,5 hora.

Tabela 1 – Tabela: Conversão de unidades de medida de tempo

Conversão de 1 hora e 30 minutos em horas	
Conseguiram converter	Não conseguiram converter
6 alunos	4 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 1 – Unidades de medida de tempo



Fonte: Compilação do autor

B) Quanto ao uso da fórmula da velocidade escalar média,  $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ , para a resolução da atividade:

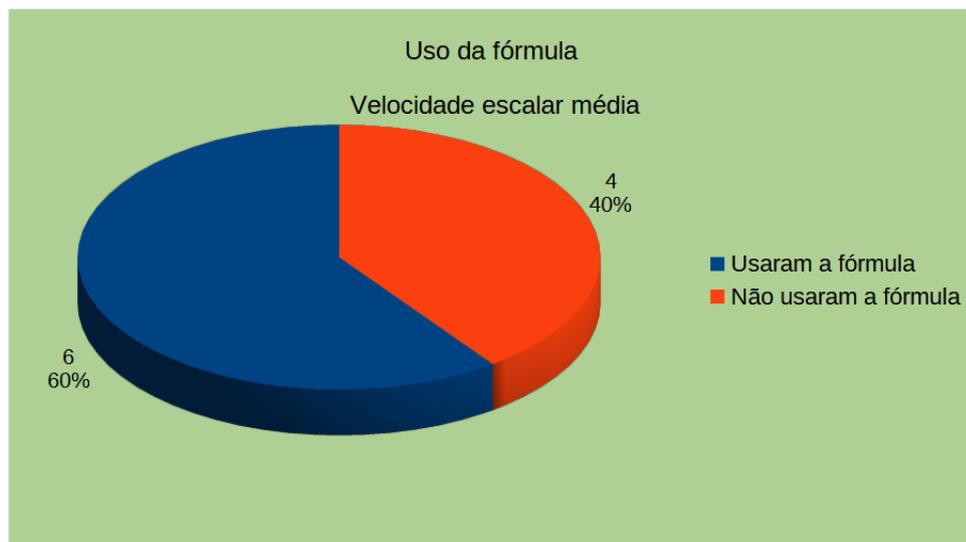
- 60% alunos fizeram o uso da fórmula da velocidade escalar média para a resolução da atividade.
- 40% alunos não utilizaram a fórmula da velocidade escalar média para a resolução da atividade.

Tabela 2 – Tabela: Fórmula da velocidade escalar média

Quanto ao uso da fórmula	
Utilizaram a fórmula	Não utilizaram a fórmula
6 alunos	4 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 2 – Fórmula da velocidade escalar média



Fonte: Compilação do autor

C) Entre os 40% dos alunos que erraram a atividade:

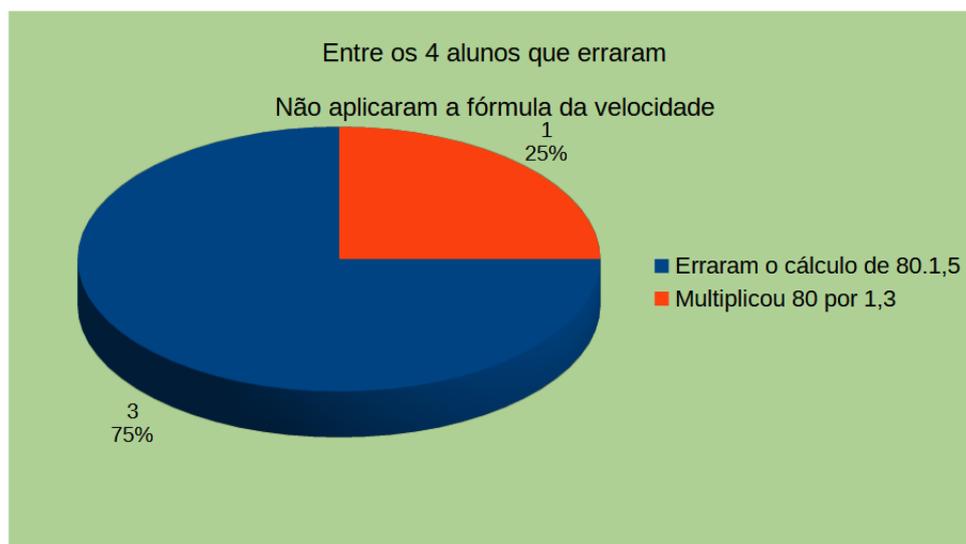
- 75% dos alunos, que não aplicaram a fórmula da velocidade escalar média em seus cálculos, não souberam realizar corretamente o cálculo da multiplicação do valor da velocidade escalar média, 80 km/h, pelo intervalo de tempo percorrido, 1,5h.
- 25% dos alunos erraram porque ao aplicar a fórmula da velocidade escalar média, multiplicaram o valor da velocidade escalar média, 80 km/h, pelo intervalo de tempo percorrido, 1,3h, obtendo a distância de 104 km.

Tabela 3 – Tabela: Dos 4 alunos que erraram a atividade

Erraram e não aplicaram a fórmula da velocidade escalar média	
Erraram o cálculo de $80 \times 1,5$	Multiplicou 80 por 1,3
3 alunos	1 aluno

Fonte: Elaboração do autor

Figura 3 – Alunos que erraram a atividade



Fonte: Compilação do autor

D) Em relação ao cálculo da distância percorrida pelo automóvel:

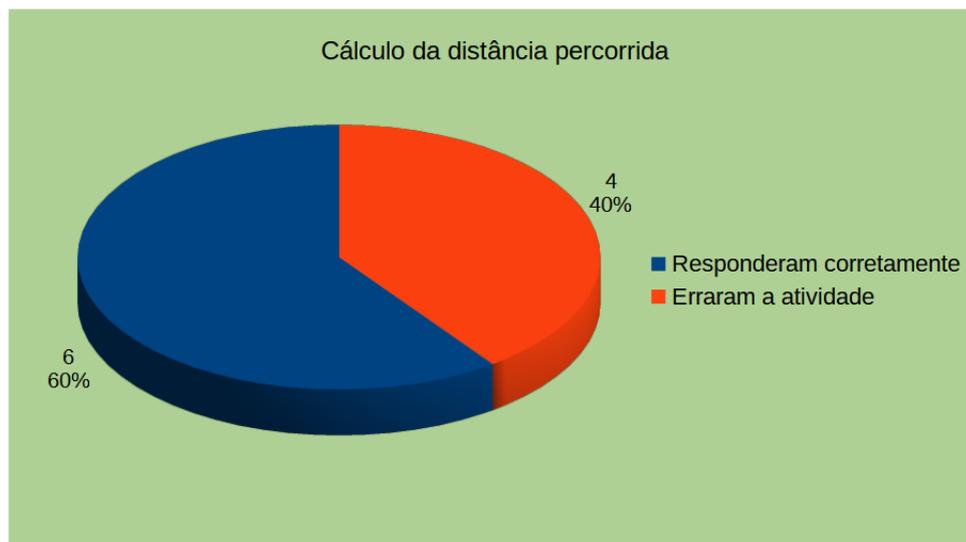
- 60% alunos responderam corretamente a atividade, obtendo a distância de 120 km.
- 40% alunos erraram a atividade, registrando distâncias diferentes de 120 km.

Tabela 4 – Tabela: Distância percorrida pelo automóvel

Cálculo da distância percorrida	
Responderam corretamente	Erraram a questão
6 alunos	4 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 4 – Distância percorrida pelo automóvel



Fonte: Compilação do autor

## 6.2 Análise da atividade 2

Problema: Um veículo automotivo acelera a  $2,0 \text{ m/s}^2$ , durante  $5,0 \text{ s}$ , a partir de uma velocidade inicial de  $2,0 \text{ m/s}$ . Determine a distância percorrida por esse veículo, durante esse intervalo de tempo.

Na atividade 2, foram analisados os conhecimentos dos alunos em relação aos conteúdos sobre a função,  $S=S_0 + V_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2$ , onde temos as grandezas de aceleração ( $a$ ), velocidade inicial ( $v_0$ ), velocidade final ( $v$ ) e o deslocamento ( $\Delta S$ ).

A) Em relação ao uso da função,  $S=S_0 + V_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2$ :

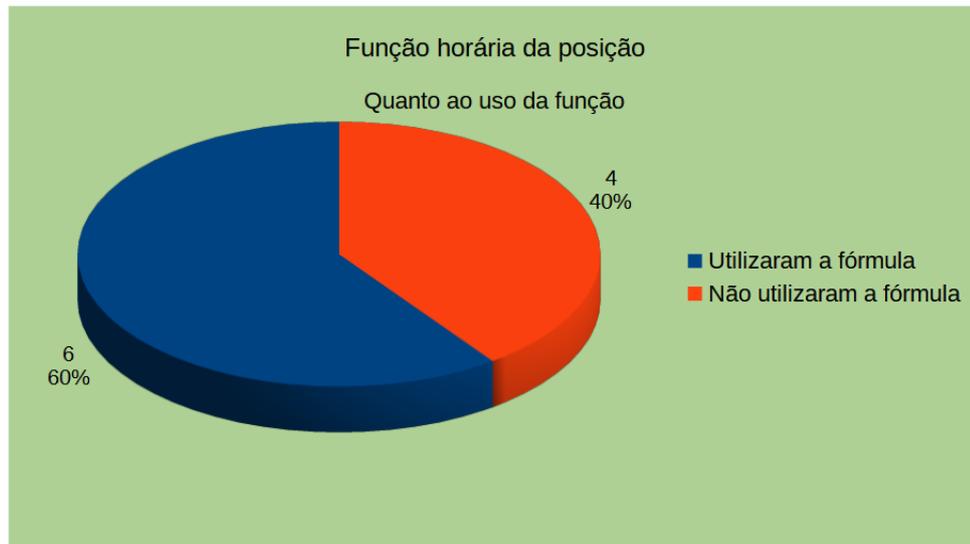
- 60% dos alunos utilizaram a fórmula da função,  $S=S_0 + V_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2$ , para a resolução do problema.
- 40% dos alunos não utilizaram a fórmula da função,  $S=S_0 + V_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2$ , para a resolução do problema.

Tabela 5 – Tabela: Função  $S=S_0 + V_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2$

Quanto ao uso da função horária da posição	
Utilizaram a fórmula	Não utilizaram a fórmula
6 alunos	4 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 5 – Função horária da posição



Fonte: Compilação do autor

B) Em relação ao rendimento obtido na atividade:

- 70% dos alunos responderam corretamente a atividade, substituindo os valores de  $S_0=0, V_0=2\text{m/s}, t=5\text{s}, a=2\text{m/s}^2$ , na fórmula da função horária do espaço, obtendo a distância de 35 m.
- 30% dos alunos erraram a atividade por não saberem utilizar a fórmula da função horária do espaço.

$$S = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$\Delta S = 2 \times 2 + \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2$$

$$\Delta S = 4 + 4$$

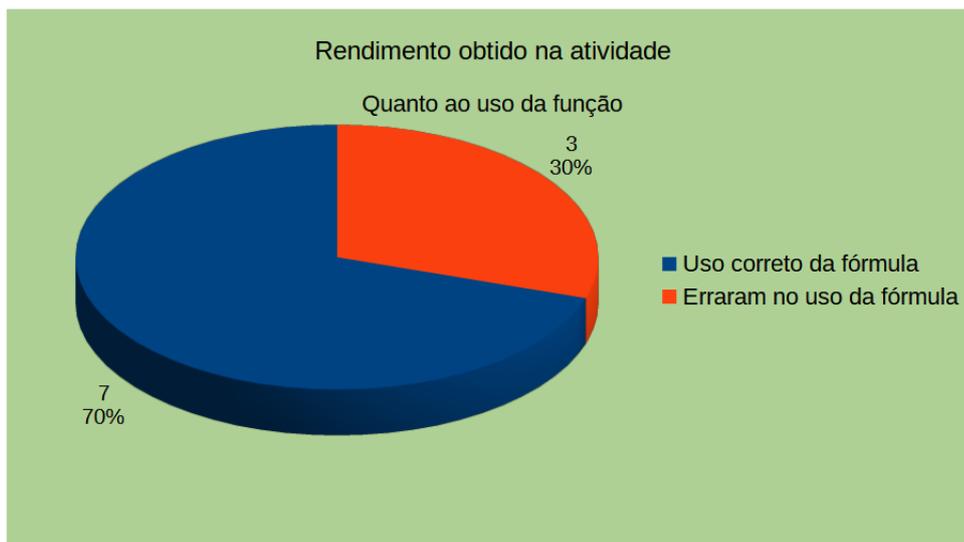
$$\Delta S = 8\text{m}$$

Tabela 6 – Tabela: Rendimento obtido na atividade

Quanto ao uso da função	
Uso correto da fórmula	Erraram no uso da fórmula
7 alunos	3 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 6 – Rendimento obtido na atividade



Fonte: Compilação do autor

### 6.3 Análise da atividade 3

Problema: Um motorista dirigia a 30 m/s quando avista um buraco na pista e pisa no freio. Os freios produziram uma desaceleração de 2,0 m/s<sup>2</sup>, até que o carro para completamente. Determine o espaço percorrido pelo veículo até o final da frenagem.

Na atividade 3, foram analisados os conhecimentos dos alunos em relação aos conteúdos de Física e cálculos matemáticos sobre a equação de Torricelli,  $v^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta S$ .

A) Em relação ao uso da equação de Torricelli,  $v^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta S$ , para a resolução da atividade :

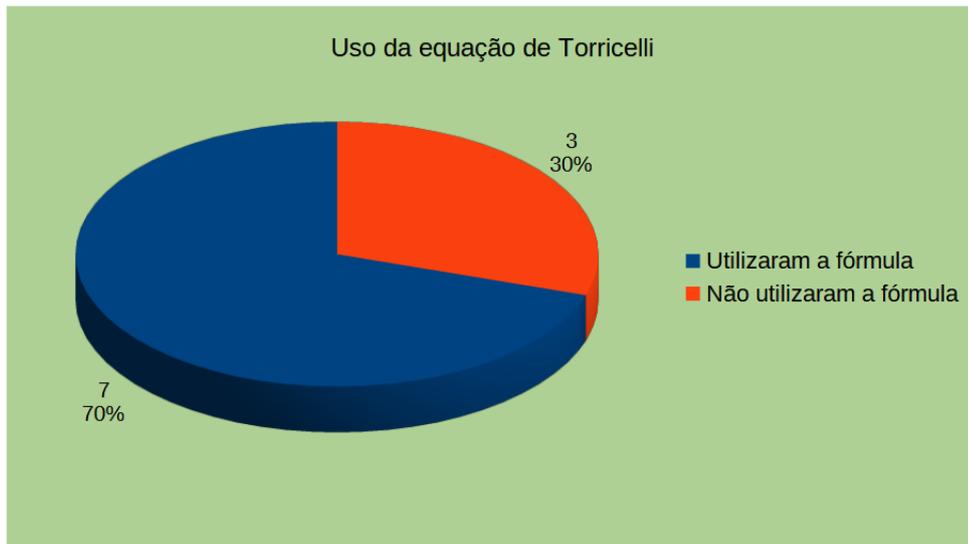
- 70% dos alunos utilizaram a fórmula da equação de Torricelli,  $v^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta S$ , para a resolução do problema.
- 30% dos alunos não utilizaram a fórmula da equação de Torricelli,  $v^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta S$ , para a resolução do problema.

Tabela 7 – Uso da equação de Torricelli

Quanto ao uso da equação de Torricelli	
Utilizaram a fórmula	Não utilizaram a fórmula
7 alunos	3 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 7 – Equação de Torricelli



Fonte: Compilação do autor

B) Cálculo do espaço percorrido pelo veículo:

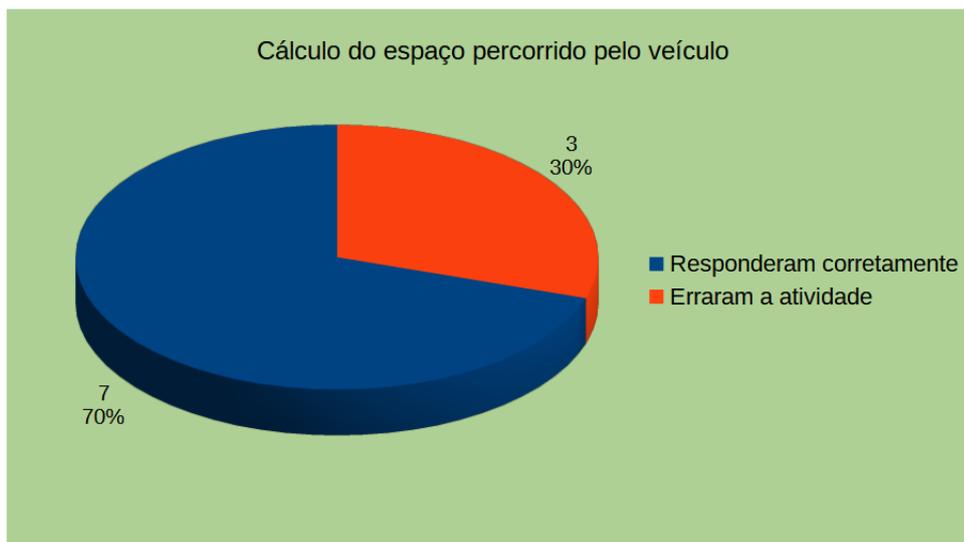
- 70% dos alunos responderam corretamente a atividade, obtendo a distância de 225 m.
- 30% dos alunos erraram a atividade, registrando distâncias diferentes de 225 m.

Tabela 8 – Equação de Torricelli

Cálculo do espaço percorrido pelo veículo	
Responderam corretamente	Erraram a atividade
7 alunos	3 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 8 – Espaço percorrido pelo veículo



Fonte: Compilação do autor

C) Quanto à utilização da equação de Torricelli para resolver a atividade e os cálculos matemáticos envolvidos:

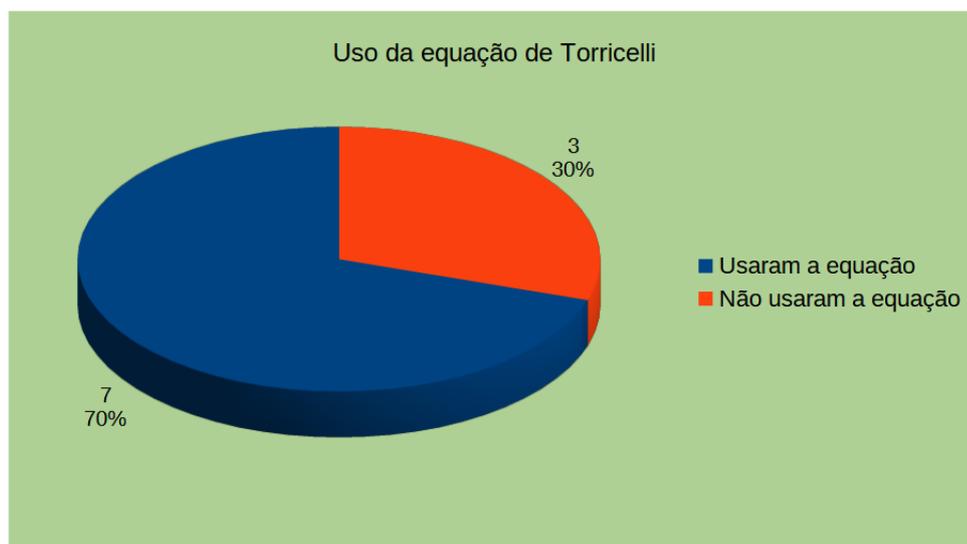
- 30% dos alunos utilizaram a equação de Torricelli para resolver a atividade, mas erraram nos cálculos matemáticos.
- 40% dos alunos utilizaram a equação de Torricelli para resolver a atividade e acertaram nos cálculos matemáticos.
- 30% dos alunos resolveram a questão sem o uso da equação de Torricelli e acertaram os cálculos matemáticos.

Tabela 9 – Uso da equação de Torricelli

Quanto ao uso da equação de Torricelli	
Usaram a equação	Não usaram a equação
7 alunos	3 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 9 – Equação de Torricelli



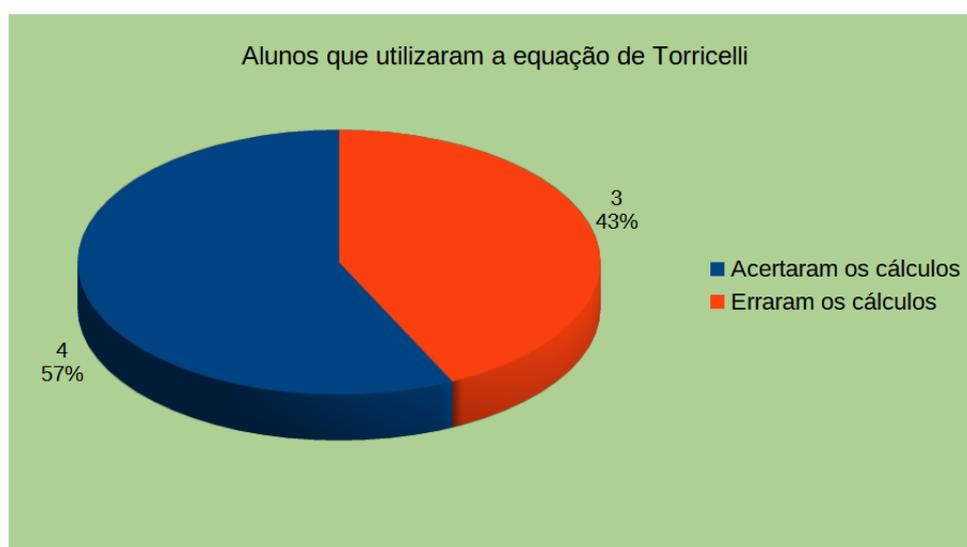
Fonte: Compilação do autor

Tabela 10 – Sobre a equação de Torricelli

Dos alunos que utilizaram a equação de Torricelli	
Acertaram os cálculos	Erraram os cálculos
4 alunos	3 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 10 – Equação de Torricelli



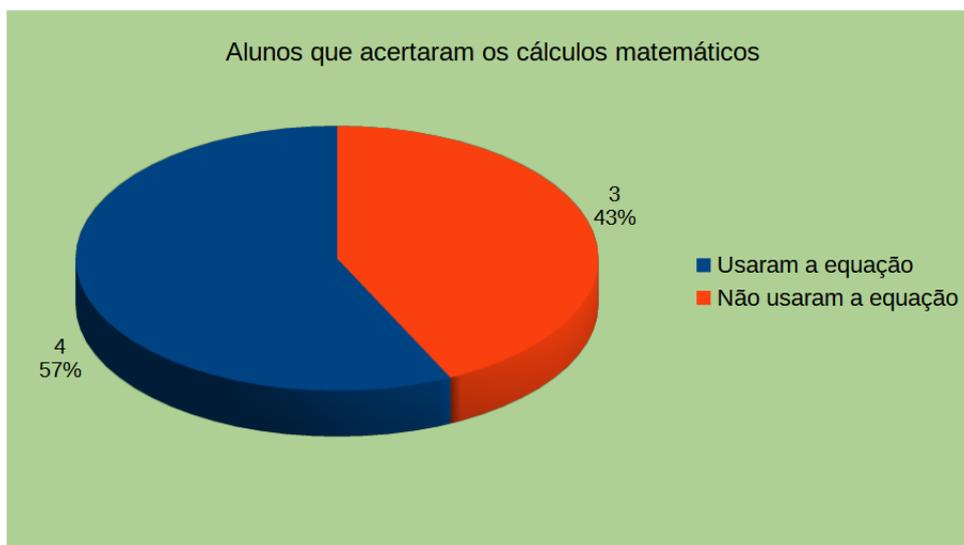
Fonte: Compilação do autor

Tabela 11 – Alunos que fizeram o uso da equação de Torricelli

Acertaram os cálculos matemáticos	
Usaram a equação	Não usaram a equação
4 alunos	3 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 11 – Equação de Torricelli



Fonte: Compilação do autor

## 6.4 Análise da atividade 4

Problema: Qual é a aceleração adquirida por um corpo de massa de 4kg, sabendo que sobre ele atua uma força resultante de intensidade de 16N ?

Na atividade 4, foram analisados os conhecimentos dos alunos em relação aos cálculos matemáticos aplicados ao conteúdo de física sobre dinâmica em relação à 2ª Lei de Newton, onde  $F_R = m \cdot a$ .

A) Em relação ao uso da 2ª Lei de Newton:  $F_R = m \cdot a$ , para a resolução da atividade :

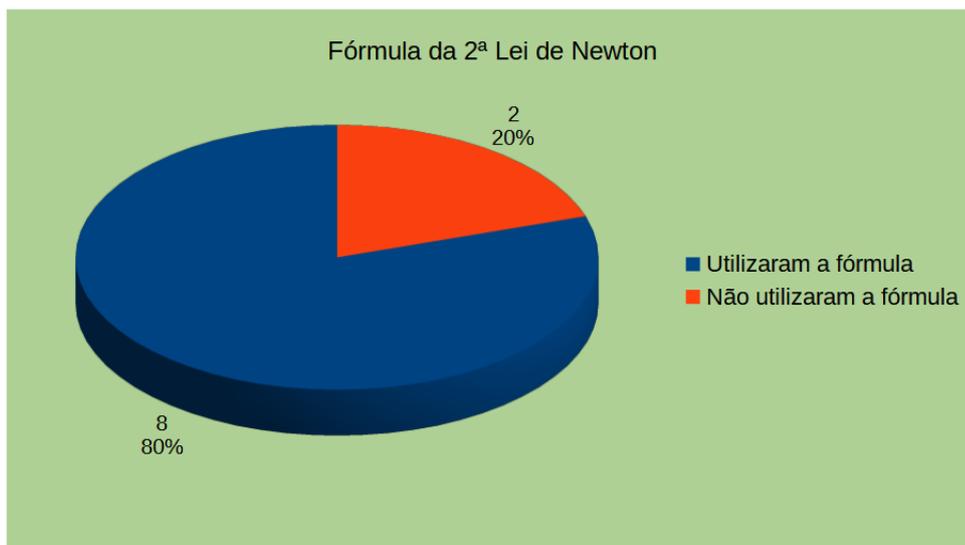
- 80% dos alunos utilizaram a fórmula da 2ª Lei de Newton,  $F_R = m \cdot a$ , para a resolução da atividade.
- 20% dos alunos não utilizaram a fórmula da 2ª Lei de Newton,  $F_R = m \cdot a$ , para a resolução da atividade.

Tabela 12 – Uso da fórmula da 2ª Lei de Newton:  $F_R = m \cdot a$ 

Quanto ao uso da fórmula	
Utilizaram a fórmula	Não utilizaram a fórmula
8 alunos	2 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 12 – Uso da fórmula da 2ª Lei de Newton



Fonte: Compilação do autor

B) Em relação à resolução da atividade:

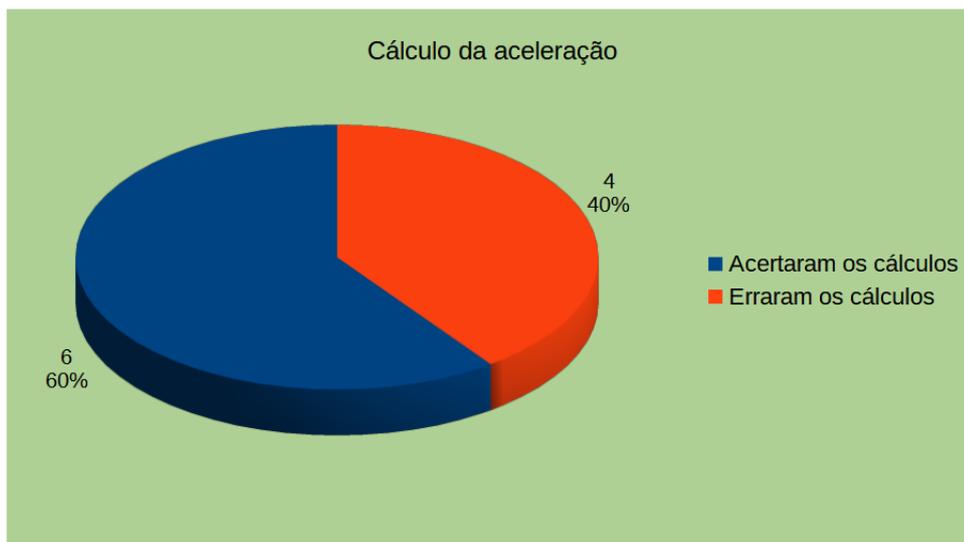
- 60% dos alunos responderam corretamente a atividade, obtendo a aceleração de  $4\text{m/s}^2$ .
- 40% dos alunos erraram a atividade, registrando resultados diferentes de  $4\text{m/s}^2$ .

Tabela 13 – Quanto à resolução da atividade

Sobre o cálculo da aceleração	
Acertaram os cálculos	Erraram os cálculos
6 alunos	4 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 13 – Resolução da atividade



Fonte: Compilação do autor

C) Quanto à utilização da 2ª Lei de Newton,  $F_R = m \cdot a$ , para resolver a atividade e os cálculos matemáticos envolvidos:

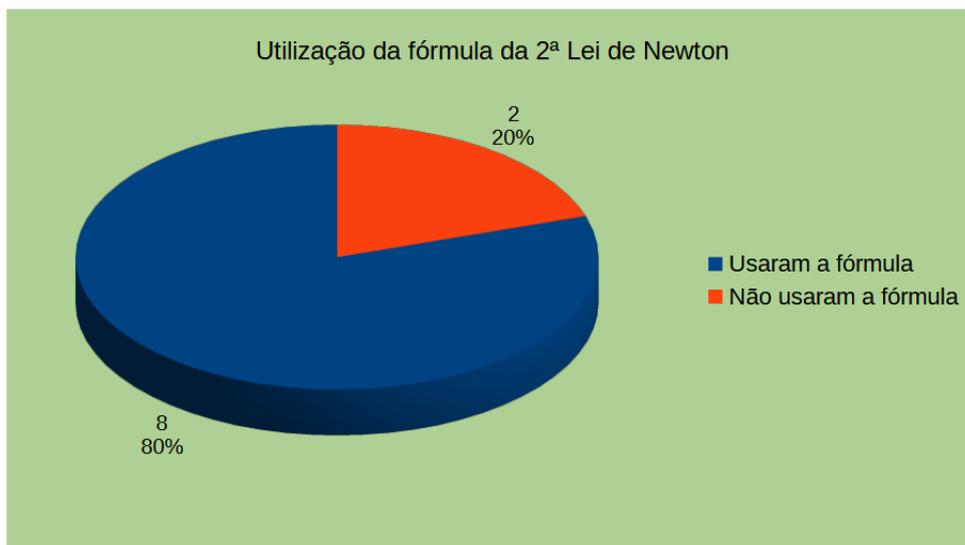
- 20% dos alunos utilizaram a 2ª Lei de Newton,  $F_R = m \cdot a$ , para resolver a atividade, mas erraram nos cálculos matemáticos e a questão.
- 60% dos alunos utilizaram a 2ª Lei de Newton,  $F_R = m \cdot a$ , para resolver a atividade e acertaram a questão e os cálculos matemáticos.
- 20% dos alunos não utilizaram a 2ª Lei de Newton,  $F_R = m \cdot a$ , para resolver a atividade e acertaram a questão e os cálculos matemáticos.

Tabela 14 – Fórmula da 2ª Lei de Newton

Quanto à utilização da fórmula	
Usaram a fórmula	Não usaram a fórmula
8 alunos	2 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 14 – Fórmula da 2ª Lei de Newton



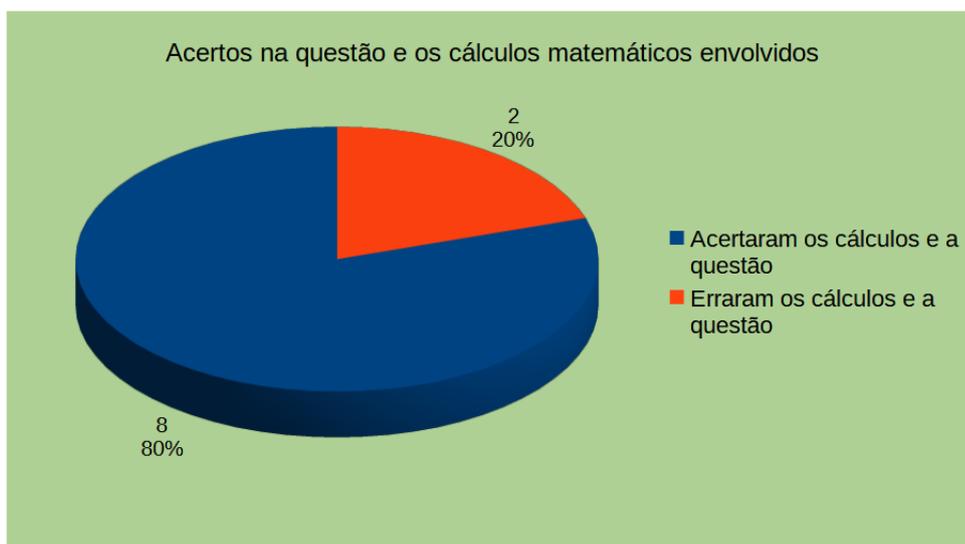
Fonte: Compilação do autor

Tabela 15 – Quanto à resolução da atividade

Acertos na questão e os cálculos matemáticos envolvidos	
Acertaram os cálculos e a questão	Erraram os cálculos e a questão
8 alunos	2 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 15 – Resolução da atividade



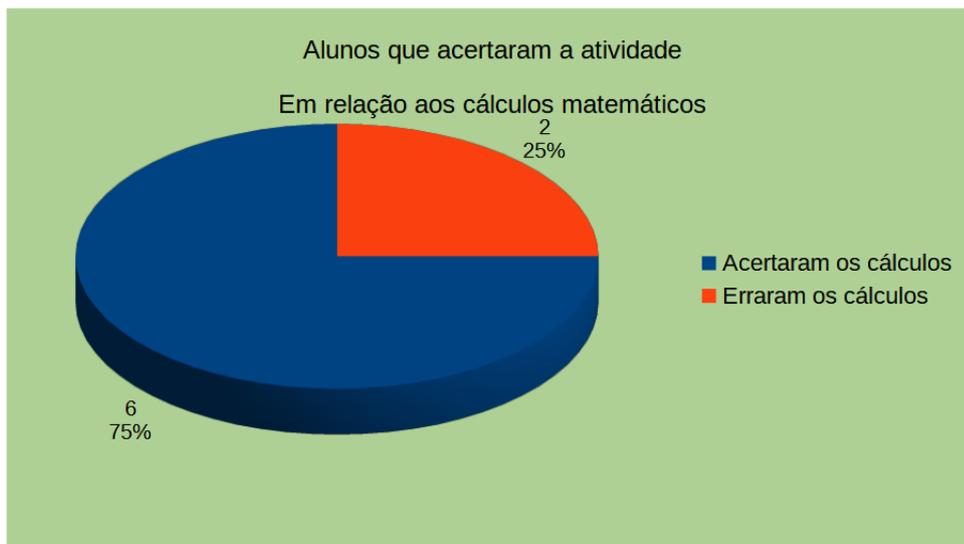
Fonte: Compilação do autor

Tabela 16 – Quanto aos alunos que acertaram a atividade

Em relação aos cálculos matemáticos	
Acertaram os cálculos	Erraram os cálculos
6 alunos	2 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 16 – Rendimentos dos alunos



Fonte: Compilação do autor

## 6.5 Análise da atividade 5

Problema: Aplica-se uma força de 20 N a um corpo de massa  $m$ . O corpo desloca-se em linha reta com velocidade que aumenta 10 m/s a cada 2 s. Qual o valor, em kg, da massa  $m$ ?

A) Em relação ao uso da 2ª Lei de Newton:  $F_R = m \cdot a$ , para a resolução da atividade :

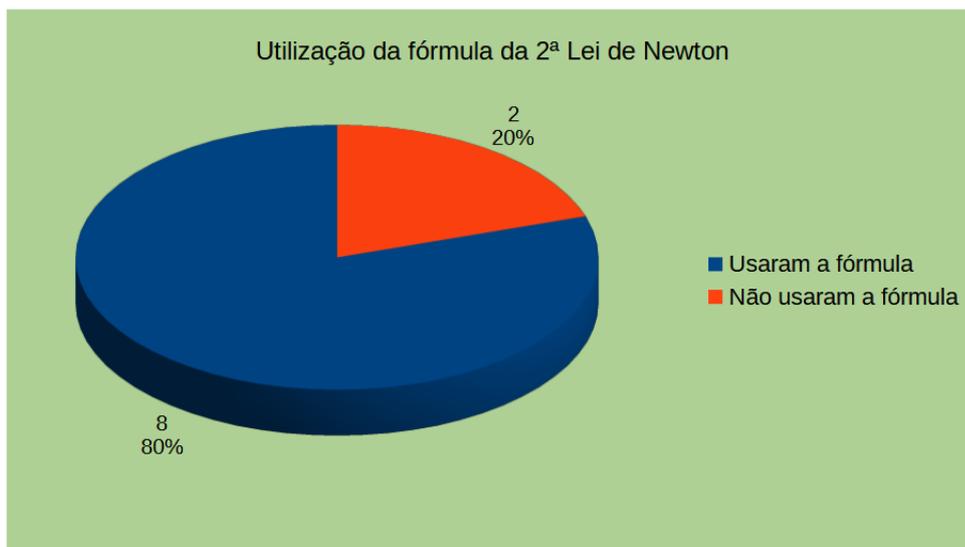
- 80% dos alunos utilizaram a fórmula da 2ª Lei de Newton,  $F_R = m \cdot a$ , para a resolução da atividade.
- 20% dos alunos não utilizaram a fórmula da 2ª Lei de Newton,  $F_R = m \cdot a$ , para a resolução da atividade.

Tabela 17 – Fórmula da 2ª Lei de Newton

Quanto à utilização da fórmula	
Usaram a fórmula	Não usaram a fórmula
8 alunos	2 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 17 – Fórmula da 2ª Lei de Newton



Fonte: Compilação do autor

B) Em relação à resolução da atividade:

- 80% dos alunos responderam corretamente a atividade, obtendo a massa de 4kg.
- 20% dos alunos erraram a atividade, registrando resultados diferentes da massa de 4kg.

Tabela 18 – Quanto à resolução da atividade

Resolução da atividade pela 2ª Lei de Newton	
Responderam corretamente	Erraram a atividade
8 alunos	2 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 18 – Resolução da atividade



Fonte: Compilação do autor

C) Quanto à utilização da 2ª Lei de Newton,  $F_R=m.a.$ , para resolver a atividade e os cálculos matemáticos envolvidos:

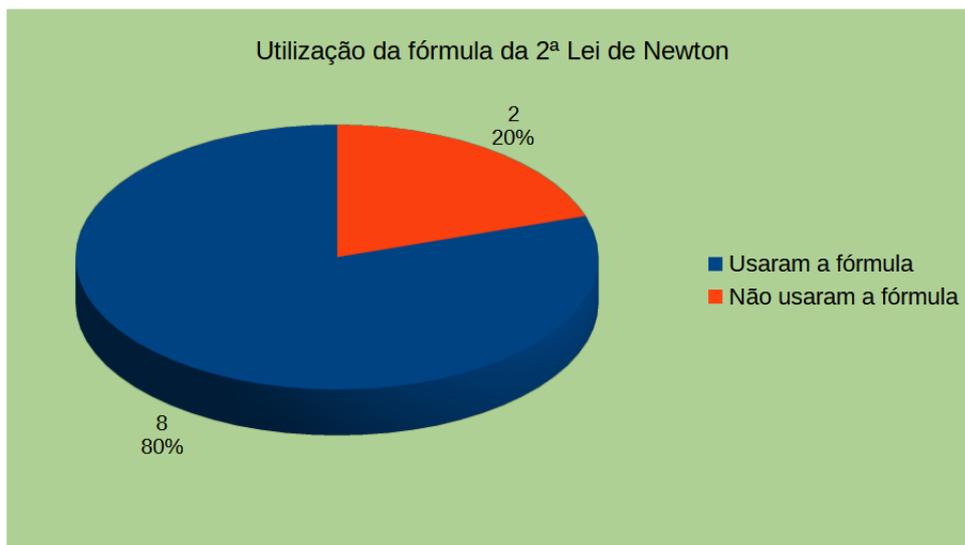
- 20% dos alunos utilizaram a 2ª Lei de Newton,  $F_R=m.a.$ , para resolver a atividade, mas erraram a questão e os cálculos matemáticos.
- 60% dos alunos utilizaram a 2ª Lei de Newton,  $F_R=m.a.$ , para resolver a atividade e acertaram a questão e os cálculos matemáticos.
- 20% dos alunos não utilizaram a 2ª Lei de Newton,  $F_R=m.a.$ , para resolver a atividade e acertaram a questão e os cálculos matemáticos.

Tabela 19 – Fórmula da 2ª Lei de Newton

Quanto à utilização da fórmula	
Usaram a fórmula	Não usaram a fórmula
8 alunos	2 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 19 – Fórmula da 2ª Lei de Newton



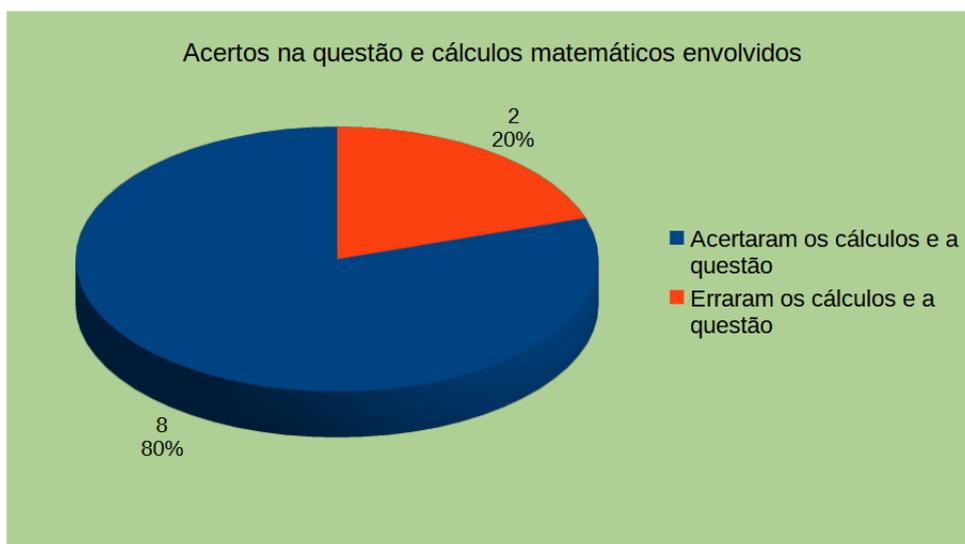
Fonte: Compilação do autor

Tabela 20 – Quanto à resolução da atividade

Acertos na questão e os cálculos matemáticos envolvidos	
Acertaram os cálculos e a questão	Erraram os cálculos e a questão
8 alunos	2 alunos

Fonte: Elaboração do autor

Figura 20 – Resolução da atividade



Fonte: Compilação do autor

Após a realização dessas atividades, pode-se notar que muitos alunos, mesmo sendo conhecedores das fórmulas a serem utilizadas para desenvolver as atividades, acabam por errar a questão por não conseguirem prosseguir com o desenvolvimento do cálculo matemático. Esses dados foram corroborados nos estudos de Abrantes et al (2018) e Carboni (2016) que relatam que muitas vezes, os conhecimentos matemáticos são os responsáveis pelas dificuldades pelas quais os alunos não entendem a Física. Nesse contexto compreende-se que o trabalho interdisciplinar entre Matemática e Física possibilita a melhor aplicação dos conhecimentos matemáticos adquiridos pelos alunos.

A reflexão sobre por que há desarticulação entre conceitos matemáticos e Física, tem gerado pesquisas, abordagens e propostas que contribuem para o trabalho pedagógico em diferentes contextos e orçamentos. Reflexões que alguns pesquisadores focados em um tema específico, enquanto outros o abordam em um tema geral. Carboni (2016) e Farias (2017) afirmam que existe um problema na didática, pois os alunos têm dificuldade em fazer conexões entre representações, o movimento de objetos reais e conceitos matemáticos. Complementa, Abrantes et al (2018), que os alunos não atingem o entendimento esperado, pois no processo de ensino-aprendizagem existe uma falta de clareza nos conceitos, na interpretação dos gráficos e na transferência do conhecimento científico a situações concretas. Essa observação dos autores pode ajudar a compreender a razão pela qual muitos alunos erraram as atividades mesmo sendo conhecedores da fórmula, o que ocorreu foi uma falha do desenvolvimento do conhecimento matemático, onde o aluno deveria ser estimulado a desenvolver a capacidade de abstração.

Pesquisadores como Carboni (2016) e Farias (2017) coincidem nas falhas dos alunos em relacionar, incluir ou articular conceitos matemáticos no processo de aprender Física. Assim, a articulação das disciplinas em caráter interdisciplinar poderia ser uma estratégia para melhorar o rendimento dos alunos em ambas as disciplinas.

## 7 Conclusão

A proposta deste trabalho foi analisar como a interdisciplinaridade entre as disciplinas de Física e Matemática ajuda na resolução de cinco atividades com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Nota-se que os conhecimentos matemáticos podem ser um dos fatores responsáveis pelas dificuldades pelas quais os alunos não conseguem desenvolver problemas de Física.

Em geral, no ensino de Física e Matemática, a teoria é apresentada e, em seguida, espera-se que o aluno a aplique, sem a menor preocupação em ensinar-lhe todos aqueles detalhes e elementos necessários, mas não óbvios que fazem parte da estrutura fundamental de pensar e aprender a pensar de acordo com um sistema de pensamento. No melhor dos casos, isso é intuído, mas raramente ou nunca considerado. É necessário proceder ao contrário, o fato de os alunos aprenderem a aplicar teorias físicas e matemáticas é o resultado de ensinar-lhes essas teorias como Sistemas de Pensamento, cujo objetivo ontológico é resolver problemas.

A Matemática e a Física representam as formas mais precisas de pensar e raciocinar que existem porque seus campos semânticos são de valor único e também representam o quão difícil é aprender a pensar.

Neste contexto, acredita-se que o estabelecimento do trabalho interdisciplinar entre Matemática e Física poderia possibilitar uma melhor aplicação dos conhecimentos matemáticos adquiridos pelos alunos. Assim, compreende-se que a Matemática tem papel importante no trabalho interdisciplinar, ao contribuir com os cálculos matemáticos importantes nos conceitos teóricos e na resolução de problemas.

# Bibliografia

- ABRANTES, M G L et al (Ed.). **Aprendizagem baseada em projeto: Metodologias ativas e tecnologias digitais na educação matemática do ensino básico**. en. [S.l.]: Anais do V-Congresso Nacional de Educação (CONEDU), 2018.
- AGUIAR, LM. Educação e tecnologia: um diálogo necessário. **Educação para o mundo do trabalho**, ed, v. 185.
- ALMEIDA, Universidade Veiga de. **Como a Matemática está por trás das grandes inovações**. pt. [S.l.: s.n.], abr. 2018.  
<https://oglobo.globo.com/brasil/educacao/guiaenem/como-matematica-esta-por-tras-das-grandes-inovacoes-22570810>. Accessed: 2022-3-25.
- ALMEIDA RIOS, Clara Maria. Tecnologias em educação de jovens e adultos: Em busca de novas proposições: Tecnologias digitais e novas ambiências educacionais. **Revista FAEEBA**, v. 14, n. 23, p. 63–72, 2005.
- ANJOS, Talita Alves dos. **Exercícios sobre o Movimento de Queda livre**. pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em:  
 <<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-movimento-queda-livre.htm>>.
- BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, v. 39, n. 2, p. 48–67, 2013.
- BARCELLOS, Barbara França. Comportamento informacional de estudantes em formação com uso das metodologias ativas de ensino aprendizagem. Pós-Graduação em Ciência da Informação, 2019.
- BATISTA, Carolina. **Exercícios sobre termodinâmica**. pt. [S.l.: s.n.], fev. 2020. Disponível em:  
 <<https://www.todamateria.com.br/exercicios-de-termodinamica/>>.
- BITTAR, Marilena; GUIMARÃES, Sheila Denize; VASCONCELLOS, Mônica. A integração da tecnologia na prática do professor que ensina matemática na educação básica: uma proposta de pesquisa-ação. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 3, n. 1, p. 84–94, 2008.
- CARBONI, A. **Física no ensino médio: Uma proposta de sequência didática**. 2016. Diss. (Mestrado) – UFSCAR / PROFIS / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

- CARNEIRO, Reginaldo Fernando; PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglioni. Vivências de professores de matemática em início de carreira na utilização das tecnologias da informação e comunicação. **Zetetiké**, v. 17, n. 2, 2009.
- CIPOLLA, Luis Eduardo. Aprendizagem baseada em projetos: a educação diferenciada para o século XXI. Tradução: Fernando de Siqueira Rodrigues, Porto Alegre: Penso, 2015. Escrito por William N. Bender. **Administração: ensino e pesquisa**, Associação Nacional dos Cursos de Graduação em Administração, v. 17, n. 3, p. 567–585, 2016.
- DE CARVALHO BORBA, Marcelo; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e educação matemática**. [S.l.]: Autêntica Editora, 2019.
- DICK, Thomas P; HOLLEBRANDS, Karen F. **Focus in high school mathematics: Technology to support reasoning and sense making**. [S.l.]: National Council of Teachers of Mathematics Reston, VA, 2011.
- DOMINGUES, Por Nilton Silveira. **O Papel das Tecnologias Digitais em Disciplinas de álgebra Linear a Distância: possibilidades, limites e desafios**. [S.l.]: SciELO Brasil, 2017.
- EXERCÍCIOS Brasil Escola. Disponível em:  
<<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-cinematica.htm>>. Acesso em: 11 mar. 2022.
- EXERCÍCIOS Resolvidos. pt. Disponível em:  
<<https://exerciciosresolvidos.com.br/exercicio/ex202>>. Acesso em: 11 mar. 2022.
- FARIAS, Ricardo da Silva. **Astronomia: uma ferramenta motivacional para o estudo da física mecânica no ensino médio**. 2017. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
- FERONI, RC; ANDREÃO, WL; GALVÃO, ES. Proposta de interdisciplinaridade entre matemática e física resultando na aprendizagem contextualizada. **Blucher Physics Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 21–24, 2016.
- FONSECA, Sandra Medeiros; MATTAR, João. Metodologias ativas aplicadas à educação a distância: revisão da literatura. **Revista EDaPECI**, Universidade Federal de Sergipe, v. 17, n. 2, p. 185–197, 2017.
- FRADE, Cristina; MEIRA, Luciano. Interdisciplinaridade na escola: subsídios para uma zona de desenvolvimento proximal como espaço simbólico. **Educação em revista**, SciELO Brasil, v. 28, p. 371–394, 2012.
- GALVÃO, Dalton Luiz Mancini. **Uso de objetos educacionais como alternativa para o ensino de Astronomia no ensino fundamental**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

- GARCÍA, Martha L; BENÍTEZ, Alma A. Competencias matemáticas desarrolladas en ambientes virtuales de aprendizaje: el caso de Moodle. **Formación universitaria**, Centro de Información Tecnológica, v. 4, n. 3, p. 31–42, 2011.
- GERMANO, CF. **O ensino da conservação de energia mecânica mediada pelo uso de metodologias ativas de aprendizagem. 2018. 94 f.** 2020. Tese (Doutorado) – Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa ...
- GIL, Antonio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa.** [S.l.]: Atlas São Paulo, 2002. v. 4.
- GOUVEIA, Rosimar. **Exercícios sobre Movimento Uniformemente variado (comentados).** pt. [S.l.: s.n.], set. 2018. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/movimento-uniformemente-variado-exercicios/>>.
- HELERBROCK, Rafael. **Exercícios sobre cinemática.** pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-cinematica.htm>>.
- \_\_\_\_\_. **Exercícios sobre queda livre.** pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-queda-livre.htm>>.
- \_\_\_\_\_. **Tensão elétrica.** pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/tensao-eletrica.htm>>.
- LARANJEIRO, Dionísia; ANTUNES, Maria João; SANTOS, Paula. As tecnologias digitais na aprendizagem das crianças e no envolvimento parental no Jardim de Infância: Estudo exploratório das necessidades das educadoras de infância. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 30, n. 2, p. 223–248, 2017.
- LEONÊS, Adriano da Silva. Oficinas de Aprendizagem em Astronomia: uma proposta de ação baseada na experiência do Planetário de Brasília, 2019.
- MALTEMPI, Marcus Vinicius. Educação matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente/Mathematics education and digital technologies: Reflexions about the practice in teacher education. **Acta Scientiae**, v. 10, n. 1, p. 59–67, 2008.
- MARTINS, Ariane Maurício. As metodologias ativas na perspectiva dos professores formadores e tecnologias digitais: diálogos possíveis? Universidade Federal de Viçosa, 2019.
- MATÉRIA, Toda. **Leis de Newton: Exercícios Comentados e Resolvidos.** pt. [S.l.: s.n.], ago. 2018. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/leis-de-newton-exercicios/>>.

- MOURA, Jéssica Santos et al. Oficinas de aprendizagem criativa e de Scratch como metodologias ativas para o ensino-aprendizagem de Ciências. Universidade Federal do Amazonas, 2020.
- NETO, Lima et al. O ensino interdisciplinar entre física e matemática: uma nova estratégia para minimizar o problema da falta dos conhecimentos matemáticos no desenvolvimento do estudo da física. Universidade do Grande Rio, 2011.
- O que é matemática: história, áreas de estudo e importância. pt. [S.l.: s.n.], mai. 2020. <https://conhecimentocientifico.com/o-que-e-matematica/>. Accessed: 2022-3-25.
- PASQUALETTO, Terrimar Ignácio; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Aprendizagem baseada em projetos no Ensino de Física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 551–577, 2017.
- PAULA, L T. **Ensino de Física por Projetos: A Física do forno solar**. 2017. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora.
- PEREIRA, Rhafael Roger. USO DE UMA OFICINA DE RELÓGIO DE SOL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE FISICA E ASTRONOMIA, 2016.
- PONTE, João Pedro da. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios? **Revista Iberoamericana de educación**, p. 63–90, 2000.
- QUESTIONS of. pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <https://questionsof.com/?questao=a-aceleracao-adquirida-por-um-corpo-de-massa-de-4-kg-sabend-465348>.
- QUESTÕES de Calorimetria. pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Termologia/Calorimetria/questoes.php>.
- RAMOS MAÇIEL, Rafael. **A ASTRONOMIA NAS AULAS DE FÍSICA: UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS)**. 2016. Diss. (Mestrado).
- RIBEIRO, Amanda Gonçalves. **Exercícios sobre função do 2º grau**. pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-matematica/exercicios-sobre-funcao-2-grau.htm>.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-matematica/exercicios-sobre-funcao-2-grau.htm>.
- RICARDO, T A. **Aprendizagem baseada em projetos e feira de ciências: uma associação motivadora para o aprendizado de Física moderna**. 2019. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG.
- ROSA, Carine Pedroso da; RIBAS, Lizemara Costa; BARAZZUTTI, Milene. **MATEMÁTICA E FÍSICA: JUNTAS PELA FUNÇÃO AFIM**.

SENA, R M; DARSIE, M M P (Ed.). **Informática educativa e educação matemática: evolução das concepções de professores a partir de um curso de Capacitação**. pt. [S.l.: s.n.], 2015.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **Exercícios sobre Refração da Luz**. pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em:

<<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-refracao-luz.htm>>.

SILVA, José Augusto Florentino da. Refletindo sobre as dificuldades de aprendizagem na matemática: algumas considerações. **Artigo) Universidade Católica de Brasília–UCB. Brasília–DF**, p. 19, 2005.

SILVA, Luiz Paulo Moreira. **Exercícios sobre função do segundo grau**. pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-matematica/exercicios-sobre-funcao-segundo-grau.htm>>.

SILVA, Paulo Soares da. **Exercícios sobre cinemática escalar**. pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-cinematica-escalar.htm>>.

SILVA, Thiago Pereira da; BISCH, Sérgio Mascarello. Nossa posição no Universo: uma proposta de sequência didática para o ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 29, p. 27–49, 2020.

SOUZA, Isabel Maria Amorim de; SOUZA, Luciana Virgília Amorim de. O uso da tecnologia como facilitadora da aprendizagem do aluno na escola. **Revista Fórum Identidades**, 2013.

TEIXEIRA, K L. **Metodologias pedagógicas inovadoras: Contextos da educação básica e da educação superior**. [S.l.]: Editora IFPR, 2018.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. **Exercícios sobre equação de Torricelli**. pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-equacao-torricelli.htm>>.

\_\_\_\_\_. **Exercícios sobre queda livre**. pt. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-queda-livre.htm>>.

TODA Matéria. Disponível em:

<<https://www.todamateria.com.br/leis-de-newton-exercicios/>>. Acesso em: 11 mar. 2022.

XAVIER, Maria Aparecida Alves. A tecnologia no despertar do interesse pelo aprendizado: uma visão interacionista. <http://www.abpp.com.br/artigos/64.htm>. Acesso em, v. 16, p. 12, 2010.

**YAMAMOTO, Iara. Metodologias ativas de aprendizagem interferem no desempenho de estudantes. 2016. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.**