



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO
INSTITUTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO CATALÃO

Fabiano Alves Neto

Práticas Experimentais no Ensino de Física:
um comparativo das usabilidades no dia a dia

Catalão – GO
Agosto de 2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO

INSTITUTO DE FÍSICA

Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, número 1120, - Bairro Setor Universitário, Catalão/GO, CEP 75704-020
Telefone: - - <https://www.ufcat.edu.br>

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA)

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCAT)

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Catalão (UFCAT) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFCAT), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFCAT é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação ou Tese?

Dissertação

2. Nome completo do autor

Fabiano Alves Neto

3. Título do trabalho

PRÁTICAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA: um comparativo das usabilidades no dia a dia.

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento: [X] **SIM** [] **NÃO**¹

^[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa.

Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor



Documento assinado eletronicamente por **FABIANO ALVES NETO**, **Usuário Externo**, em 05/09/2025, às 08:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARCIONILIO TELES DE OLIVEIRA SILVA**, **Orientador(a)**, em 23/10/2025, às 21:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufcat.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0229182** e o código CRC **4B3E1233**.

Fabiano Alves Neto

Práticas Experimentais no Ensino de Física:

um comparativo das usabilidades no dia a dia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em Rede, do Instituto de Física, da Universidade Federal de Catalão (UFCAT), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física em Educação Básica.

Orientador: Professor Doutor Marcionílio Teles de Oliveira Silva.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFCAT.

Alves Neto, Fabiano

Práticas Experimentais no Ensino de Física : um comparativo das
usabilidades no dia a dia / Fabiano Alves Neto. - 2025.
113 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Marcionílio Teles de Oliveira Silva.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Catalão, Instituto
de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em Rede,
Catalão, 2025.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui siglas, abreviaturas, lista de figuras.

1. Ensino de física. 2. Práticas experimentais. 3. Metodologias
ativas. 4. Aprendizagem significativa. I. Silva, Marcionílio Teles de
Oliveira, orient. II. Título.

CDU 53:373.3

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO
INSTITUTO DE FÍSICA

Ata nº 07 da sessão de Defesa de Dissertação de Mestrado de **FABIANO ALVES NETO** que confere o título de **MESTRE** em **ENSINO DE FÍSICA**, na área de concentração em **FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**. Aos **VINTE DIAS DO MÊS DE AGOSTO DO ANO DE 2025**, a partir das **14:00** horas, **ONLINE (GOOGLE MEET)**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada “**PRÁTICAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA: UM COMPARATIVO DAS USABILIDADES NO DIA A DIA**”. Os trabalhos foram instalados pelo orientador, Professor Doutor **MARCIONILIO TELES DE OLIVEIRA SILVA - (IF/UFCAT)** com a participação dos demais membros da banca examinadora: Professor Doutor **MAURO ANTÔNIO ANDREATA - (IF/UFCAT)**, membro titular interno, Professora Doutora **MARINA VALENTIM BARROS - (FAE/UFCAT)**, membro titular externo. Durante a arguição, **NÃO HOUVE** sugestão de alteração do título do trabalho. A banca examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da dissertação, tendo sido o candidato **APROVADO** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **MARCIONILIO TELES DE OLIVEIRA SILVA - (IF/UFCAT)**, presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos membros da banca examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **MARCIONILIO TELES DE OLIVEIRA SILVA, Orientador(a)**, em 23/10/2025, às 21:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARINA VALENTIM BARROS, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/10/2025, às 14:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **MAURO ANTONIO ANDREATA, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/10/2025, às 15:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufcat.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0234548** e o código CRC **1DC630F4**.

Dedico aos meus familiares e a minha persistência em continuar o
longo percurso da vida!

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

Primeiramente, a Deus por me permitir construir mais uma trajetória.

A minha família, por ser a base de tudo em minha vida.

A Instituição Escolar que atuo, sua atual gestão e colegas de trabalho, pessoas as quais compartilho práticas pedagógicas, desafios e ideais, e, principalmente, sonhos de um educador.

Aos queridos estudantes que participaram deste projeto, sendo estes os grandes incentivadores da minha labuta diária.

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

“Toda decisão acertada é proveniente de experiência. E toda experiência é proveniente de uma decisão não acertada”.

Albert Einstein

RESUMO

A Física é uma Ciência que precisa de uma boa educação. Por isso, é importante que as pessoas saibam como usar essa Ciência e, com as práticas experimentais, podemos adotar uma abordagem ativa, onde o ensino e o aprendizado são compartilhados. Desse modo, o estudo parte da seguinte problemática: A realização de experimentos no Ensino de Física é capaz de favorecer uma aprendizagem significativa? O objetivo geral consistiu em realizar um comparativo mediante as usabilidades ou não das práticas experimentais para o Ensino de Física no dia a dia, por meio dos resultados na aprendizagem entre a turma que realizou os experimentos com a turma que somente utilizou dos métodos pedagógicos tradicionais. E, os objetivos específicos compreenderam o contextualizar acerca do correlacionar entre a aprendizagem colaborativa e as metodologias ativas, bem como sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, como premissas que movem as práticas experimentais; relatar a estruturação das práticas experimentais mediante as aplicações realizadas no Produto Educacional; e analisar se as realizações dos experimentos no Ensino de Física promovem melhores resultados para uma aprendizagem significativa, por meio de comparação entre uma turma que participou das práticas experimentais com outra turma que não contemplou a atividade. O estudo é classificado como uma pesquisa descritiva-exploratória-explicativa, com abordagem qualitativo e quantitativo, no que diz respeito aos procedimentos técnicos e às fontes de dados. Em primeiro lugar, foi utilizado a pesquisa bibliográfica como base teórica, complementada pelo estudo de caso que direcionou as variáveis estudadas. A amostra do estudo compreendeu duas turmas de estudantes do 1º Série do Ensino Médio, do Colégio Estadual Abrahão André, na cidade de Catalão, GO. Como procedimentos técnicos foram empregados métodos de comparações entre as práticas experimentais utilizadas. E, para isso, foram utilizados um Questionário sobre a Física e um Mini Simulado. Este trabalho surgiu da necessidade em fazer mudanças significativas no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física, para transformar os estudantes, na maneira que eles estão presentes no seu próprio processo de aprendizagem, exercendo um papel investigativo e mais ativo na educação. Entre os resultados encontrados, têm-se quanto ao Questionário sobre a Física evidência de um perfil predominante entre a amostragem, de estudantes com baixo rendimento e pouca participação nas atividades e no contexto escolar, sendo coadjuvantes da própria aprendizagem, como de seus futuros. Paralelamente, o Mini Simulado comprovou que as práticas experimentais são ferramentas ativas que promovem maiores interações entre os estudantes, os professores e os conteúdos da aprendizagem, de forma que tanto ensinar como aprender torna-se mais prazeroso e significativo, enfocando em situações cotidianas, em que os estudantes possam reviver os novos conhecimentos e saberes. Pode-se concluir que os resultados obtidos com a realização de experimentos no Ensino de Física, pode favorecer uma significativa aprendizagem, pois possibilita relacionar os conteúdos com as vivências dos próprios estudantes, demonstrando a Ciência, especialmente a Física, no dia a dia e, ainda, os motivando a querer aprender mais, tornando-se atuantes e responsáveis pelos seus processos educacionais.

Palavras-chave: ensino de física; práticas experimentais; metodologias ativas; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

Physics is a science that needs good education, so it is important that people know how to use this science, and with experimental practices we can adopt an active approach, where teaching and learning are shared. Therefore, the study starts from the following problem: Does carrying out experiments in Physics Teaching bring better results for meaningful learning? The general objective was to make a comparison based on the usability or otherwise of experimental practices for Physics Teaching on a daily basis, through the learning results between the class that carried out experiments with the class that only used traditional pedagogical methods. And, the specific objectives included contextualizing the correlation between collaborative learning and active methodologies, as well as the Theory of Meaningful Learning, as premises that drive experimental practices; report the structuring of experimental practices through applications carried out in the EP; and analyze whether the carrying out of experiments in Physics Teaching promote better results for meaningful learning, through comparison between a class that participated in experimental practices with another class that did not contemplate the activity. The study is classified as a descriptive-exploratory-explanatory research, with a qualitative and quantitative approach, with regard to technical procedures and data sources, firstly, bibliographical research is used as a theoretical basis, complemented by the case study which will direct the variables studied. The study sample comprises two classes of 1st year students, from Colégio Estadual Abrahão André, in the city of Catalão - GO. As technical procedures, comparison methods were used between the experimental practices used; and, for this, a Physics Questionnaire and a Mini Simulation were used. This work arose from the need to make significant changes in the teaching-learning process of the Physics subject; a change that occurred in a way that made it possible to transform students, in the way they are present in their own learning process, playing an investigative and more active role in education. Among the results found, the Physics Questionnaire shows a predominant profile among the sample, of students with low performance and little participation in activities and in the school context, supporting their own learning, as well as their future. At the same time, the Mini Simulation proved that experimental practices are active tools that promote greater interactions between students, teachers and learning content, so that both teaching and learning become more pleasurable and meaningful, focusing on everyday situations, in which students can relive new knowledge and knowledge. It can be concluded that carrying out experiments in Physics Teaching brings better results for meaningful learning; once, it makes it possible to relate the contents with the students' own experiences, demonstrating science in everyday life, and also motivating them to want to learn more, becoming active and responsible for their educational processes.

Keywords: physics teaching; experimental practices; active methodologies; meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino.....	24
Figura 2.2 - Elementos fundamentais da aprendizagem colaborativa.....	26
Figura 2.3 - Classificação das atividades práticas experimentais.....	30
Figura 3.1 - Pontos do conhecimento adquirido.....	33
Figura 3.2 - Modelo de ensino para o desenvolvimento de aprendizagem significativa.....	35
Figura 3.3- Fatores que influenciam a aprendizagem.....	39
Figura 3.4 - Teorias de aprendizagem.....	40
Figura 3.5 - Aprendizagem significativa e motivadora.....	41
Figura 4.1 - Mapa mental sobre a Primeira Lei de Newton.....	43
Figura 4.2 - Experimento da trombada.....	45
Figura 4.3 - Mapa mental sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear..	46
Figura 4.4 - Experimento do canhão de borrachinha.....	48
Figura 4.5 - Mapa mental sobre queda livre.....	50
Figura 4.6 - Experimento da queda livre.....	51
Figura 5.1 - Materiais para a realização do experimento da trombada.....	55
Figura 5.2 - Apreciação, por parte dos estudantes, do experimento da trombada.....	55
Figura 5.3 - Materiais para experimentação do canhão da borrachinha.....	56
Figura 5.4 - Montagem do experimento.....	57
Figura 5.5 - Experimentação do canhão da borrachinha.....	57
Figura 5.6 - Materiais para a realização do experimento de queda livre de vários corpos.....	58
Figura 5.7 - Experimentação da queda livre.....	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 - Você gosta de Física?.....	61
Gráfico 5.2 - Você tem boas notas em Física?.....	62
Gráfico 5.3 - Você já realizou alguma experiência prática de Física?.....	63
Gráfico 5.4 - Sua escola possui Laboratório de Física ou Ciências?.....	63
Gráfico 5.5 - Você já participou de alguma Olimpíada de Física?.....	64
Gráfico 5.6 - Você consegue relacionar o que é ensinado nas aulas de física com as coisas que acontecem no seu dia a dia?.....	65
Gráfico 5.7 - Você já ouviu falar ou leu sobre a Lei da Inércia (Primeira Lei de Newton)?.....	66
Gráfico 5.8 - Você já ouviu falar ou leu sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear?.....	67
Gráfico 5.9 - Você já ouviu falar ou leu sobre Queda Livre?.....	68
Gráfico 5.10 - Primeira questão do simulado.....	69
Gráfico 5.11 - Segunda questão do simulado.....	70
Gráfico 5.12 - Terceira questão do simulado, letra “a”	71
Gráfico 5.13 - Terceira questão do simulado, letra “b”	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Etapas para elaboração de mapas mentais manuais e com programas.....	37
Quadro 4.1 - Materiais necessários para a realização do experimento da trombada.....	44
Quadro 4.2 - Materiais necessários para o experimento do canhão de borrachinha.....	47
Quadro 4.3 - Materiais necessários para a realização do experimento de queda livre.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEPI	Centro de Ensino e Pesquisa em Inovação
FAI	Física Auto Instrutiva
IOBs	Ideias de Ordenação Básica
MA	Metodologias Ativas
OBF	Olimpíadas Brasileira de Física
OIbF	Olimpíada Ibero-Americana de Física
PBEF	Projeto Brasileiro de Ensino de Física
PE	Produto Educacional
PEE	Plano Estadual de Educação
PEF	Projeto de Ensino de Física
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PNE	Plano Nacional de Educação
SBF	Sociedade Brasileira de Física
UFCAT	Universidade Federal de Catalão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1. JUSTIFICATIVA	17
1.2. OBJETIVOS.....	18
1.2.1. Objetivo geral.....	18
1.2.2. Objetivos específicos.....	19
1.3. METODOLOGIA.....	19
 2. PRÁTICAS EXPERIMENTAIS: ENTRELACES ENTRE APRENDIZAGEM COLABORATIVA E AS METODOLOGIAS ATIVAS	22
2.1. AS METODOLOGIAS ATIVAS.....	22
2.2. A APRENDIZAGEM COLABORATIVA	25
2.3. PRÁTICAS EXPERIMENTAIS COMO METODOLOGIA ATIVA COLABORATIVA.....	27
 3. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: MAPAS MENTAIS COMO PREMISSAS PARA A MOTIVAÇÃO	32
3.1. ABORDAGEM DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	32
3.2. FUNCIONALIDADES E APLICAÇÕES DOS MAPAS MENTAIS.....	36
3.3. IMPORTÂNCIA DA MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM	39
 4. ENSINO DA FÍSICA E AS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS	42
4.1. PRINCÍPIO DA INÉRCIA: PRIMEIRA LEI DE NEWTON.....	42
4.1.1. Experimento da Trombada.....	43
4.2. PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO.....	45
4.2.1. Experimento do Canhão de Borrachinha	47
4.2.2. Procedimento de montagem	48
4.3. QUEDA LIVRE	49
4.3.1. Experimento da Queda Livre	52
 5. O PRODUTO EDUCACIONAL.....	54
5.1. OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	54

5.1.2.	Objetivos específicos no desenvolvimento do produto educacional.....	55
5.2.	APLICAÇÕES DAS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS	55
5.2.1.	Princípio da Inércia: Primeira Lei de Newton.....	55
5.2.2.	Princípio da Conservação.....	57
5.2.3.	Movimento Queda Livre	58
5.3.	AVALIAÇÕES ACERCA DAS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS	60
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
	REFERÊNCIAS	77
	APÊNDICES	83

1. INTRODUÇÃO

A Física oferece a oportunidade de compreender a natureza e suas leis, respondendo a diversas situações do dia a dia; aliás, foram essas questões iniciais, juntamente com a necessidade e o interesse de compreender o mundo que nos cerca, que impulsionaram o estudo e o Ensino de Física. Assim, o estudo desta Ciência na educação abrange conceitos e definições fundamentais para compreendermos a vida, seu surgimento, conexões e propriedades da matéria e das forças naturais, a partir da observação e da experimentação dos fenômenos. A Física, como área de conhecimento a ser desenvolvida pela sociedade, requer que a educação seja a responsável por conduzir seus conhecimentos, resultando na necessidade de práticas didáticas-pedagógicas que valorizem os conceitos e aplicações desta Ciência. Dessa forma, ao aplicar as técnicas experimentais no Ensino de Física, é possível adotar uma abordagem ativa, na qual o ensino e o aprendizado são compartilhados.

Além disso, em minha trajetória profissional e acadêmica, primeiramente, em 2001, me formei em Licenciatura em Matemática pela atual Universidade Federal de Catalão (UFCAT). Logo em seguida, no ano de 2003, fui convocado como aprovado no Concurso Público da Secretária Estadual do Estado de Goiás para professores, locado no Colégio Estadual Abrahão André, no município de Catalão, GO; a partir deste momento, passei a ministrar as disciplinas de Matemática e Física. Atualmente, com mais de 20 anos de atuação na Educação Pública, permaneço na mesma Instituição de Educação. Diante desta realidade, o mestrado veio ao encontro do aperfeiçoamento de minhas práticas pedagógicas, bem como para aprimorar os conceitos de Física; e, ainda, para minha realização e satisfação pessoal, visto que o conhecimento é um dos bens mais valiosos. E, por fim, por agregar no meu plano de carreira como servidor público.

Ao longo destes 20 anos de experiências e vivências, absorvi muito sobre o contexto escolar da Educação Brasileira, ficando perceptível as lacunas educativas, principalmente, nas disciplinas que leciono. E, devido à busca por melhores práticas experimentais com a aplicação do Produto Educacional (PE), bem como essa dissertação, são parte das minhas motivações pessoais de cada dia para me tornar um educador melhor, ativo e colaborativo. Vale ressaltar que no ano de 2004, também movido pelas motivações, conclui uma Pós-graduação em Literatura Brasileira, pela Universidade Salgado Oliveira; e, entre os anos de 2014-2017, paralelamente, também atuei como Professor Supervisor do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) da UFG, Regional Catalão, Atualmente UFCAT.

A aplicação dos produtos educacionais em sala de aula possibilita a avaliação da

viabilidade das práticas experimentais no cotidiano escolar, enfatizando as vantagens e os resultados alcançados, além de incentivar a utilização dessas práticas de maneira mais efetiva e eficaz, por meio da descrição das sequências didáticas como objeto e objetivo de aprendizagem. Uma vez que o ato de educar é parte do aperfeiçoamento da educação diante dos cenários em que estamos inseridos e cabe ao educador se adaptar às necessidades e obstáculos do momento. Por isso, é imprescindível examinar as experiências experimentais, medindo e discutindo os resultados obtidos e, ao comparar, verificar se elas garantem um conhecimento mais amplo e o progresso cognitivo.

Para delimitar as premissas do estudo, que surgem da hipótese entre as ambiguidades da prática pedagógica e os encadeamentos das ações didáticas, tem-se a seguinte problemática: A realização de experimentos no Ensino de Física pode melhorar os resultados no processo ensino aprendizagem e, de fato, promover uma aprendizagem significativa?

1.1. JUSTIFICATIVA

O estudo emerge da necessidade de aperfeiçoamento profissional, de melhoria didática-pedagógica, de inserção de novas dinâmicas e, é claro, de aprimorar a Educação, bem como o Ensino de Física. A proposta demonstrará as capacidades dos experimentos para enriquecer e reforçar os conteúdos ensinados, justificando-se pela relação entre ensino e aprendizagem, pela busca de metodologias ativas que de fato permitam demonstrar a essência da Física nas atividades diárias. De modo, que se espera com o trabalho, acrescentar conhecimentos aos estudantes, auxiliando-os na sua formação, assim como aos professores, aprimorando suas práticas. Para Santos (2021, p. 4), no “ensino-aprendizagem, verifica-se que somente os dados teóricos apresentados em sala de aula, através de aulas expositivas, não são suficientes para despertar o interesse e a atenção dos alunos aos assuntos programáticos das disciplinas”.

Realizar experimentos possibilita que os estudantes, além de compreenderem a teoria, participem do processo de construção do saber; aonde, o engajamento dos participantes na execução da tarefa envolve o trabalho em equipe, a divisão de tarefas e o cumprimento das normas e procedimentos necessários para a realização de um ensaio. Isso demonstra que, para atingir um determinado resultado, são utilizados diversos conhecimentos adquiridos ao longo do processo educacional dos estudantes (SILVA, 2017). E, para melhorar como ensinamos, precisamos mudar os métodos de ensino, auxiliando no desenvolvimento social e na formação de plenos cidadãos, pois a educação transforma as pessoas e as realidades. Com os inúmeros obstáculos em todas as áreas da educação, abrangendo desde o ensino, os currículos, os

conteúdos, a formação docente, comportamentais e sociais; e, o Ensino de Física enfrenta, além desses, diversos outros desafios como “a falta de metodologias adequadas, de materiais nas escolas para aulas práticas, a forma como muitos alunos veem a disciplina e como ela tem sido ensinada ao longo do tempo a partir da resolução de exercícios preparatórios para os vestibulares” (ANJOS, 2023, p. 39).

Silva e Gomes (2016, p. 21 e 22), explanando quanto as exigências e dificuldades, afirmam que “a sobrecarga de trabalho do professor corrobora para que ele não consiga dedicar-se adequadamente para as questões do ensino, sem contar que a Física possui uma extensa matriz curricular e um tempo insuficiente para abordar todos os conteúdos propostos”. Como há poucas pessoas com formação em Física no país, sendo comum encontrar professores de outras áreas, lecionando física na Educação Básica, esses profissionais, por sua vez, enfrentam dificuldades para superar uma formação mecanizada e descontextualizada, o que acaba dificultando a aplicação de métodos inovadores para uma aprendizagem mais satisfatória (SILVA; GOMES, 2016).

Em específico, nas minhas vivências profissionais quanto as dificuldades e os obstáculos enfrentados, tais dificuldades correspondem a baixa carga horária da disciplina, que sofreu drasticamente uma redução no número de aulas com a Reforma do Novo Ensino Médio, inviabilizando o cumprimento da grade curricular; a falta de laboratórios de Física, com equipamentos e utensílios para a experimentação, bem como com laboratórios incompletos e/ou insuficientes, não promovendo as práticas e metodologias ativas; inexistência de auxiliares de laboratório, tanto para o preparo do ambiente de aprendizagem como para o acompanhamento das atividades experimentais, fazendo com que o professor sobrecarregue mais suas atividades; entre outros empecilhos que tornam árduo o Ensino de Física e, conseqüentemente, impactam na aprendizagem e na motivação para aprender.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

Realizar um comparativo mediante as usabilidades ou não das práticas experimentais para o Ensino de Física no dia a dia, por meio dos resultados na aprendizagem entre uma turma que participou das atividades experimentais com a turma que somente utilizou dos métodos pedagógicos tradicionais, averiguando de tal modo se a metodologia ativa de experimentação proporcionou uma aprendizagem significativa.

1.2.2. Objetivos específicos

- Contextualizar acerca do correlacionar entre a aprendizagem colaborativa e as metodologias ativas, bem como sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, como premissas que movem as práticas experimentais;
- Relatar a estruturação das práticas experimentais mediante as aplicações realizadas no PE, evidenciando as formas de usabilidades destas práticas e suas relações com os conteúdos de Física, assim, como os resultados encontrados; e
- Analisar se as realizações dos experimentos no Ensino de Física promovem, melhores resultados para uma aprendizagem significativa, por meio de comparação entre uma turma que participou das práticas experimentais com outra turma que não contemplou a atividade.

1.3. METODOLOGIA

Dada a relevância de classificar este estudo, visando direcionar seu desenvolvimento como uma pesquisa social, uma vez que, “utilizando a metodologia científica, permite a obtenção de novos conhecimentos no campo da realidade social”, definindo sua natureza, objetivos e abordagem, bem como os procedimentos técnicos utilizados (GIL, 2008, p. 26). Logo, o trabalho trata-se de uma **pesquisa aplicada**, visto que, em consoante com Gil (2002, p. 27) “apresenta muitos pontos de contato com a pesquisa pura, pois depende de suas descobertas e se enriquece com seu desenvolvimento; todavia, tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos”. A preocupação com a aplicação imediata é menor, seja em uma situação específica ou na aplicação imediata.

O estudo é classificado como uma **pesquisa descritiva-exploratória-explicativa**, pois visa descrever as particularidades de uma população e/ou fenômeno, considerando também a relação das variáveis estudadas. Segundo Gil, “são inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática” (GIL, 2002, p. 42). Dessa forma, é exploratória, pois, a partir da coleta de dados, obtém-se dados que permitem analisar as hipóteses formuladas, gerando tanto novos conhecimentos quanto aprimora os já existentes. Neste sentido, destaca Yin (2001, p. 171) que “um caso exploratório, por exemplo, pode tratar do tema ou do problema que está sob investigação, dos métodos da investigação, das descobertas feitas a partir dela e das condições (para pesquisa adicional)”. Em relação aos

objetivos, é também explicativa, tendo como objetivo analisar a relação entre causas e efeitos, partindo da premissa de interpretar os fenômenos estudados; portanto, “esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo, é o tipo mais complexo e dedicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente” (GIL, 2002, p. 42).

Em termos de abordagem, **a pesquisa segue o direcionamento qualitativo e quantitativo**, aonde “independente de se favorecer a pesquisa qualitativa ou quantitativa, há uma grande e importante área comum entre as duas” (YIN, 1994 *apud* YIN, 2001, p. 34); e, procura-se comparar as duas abordagens para alcançar resultados mais precisos e coerentes. De acordo com Marconi e Lakatos (2003, p. 104), “denominamos de mudança quantitativa o simples aumento ou diminuição de quantidades. Por sua vez, a mudança qualitativa seria a passagem de uma qualidade ou de um estado para o outro”.

No que diz respeito aos procedimentos técnicos e às fontes de dados, em primeiro lugar, é utilizado a **pesquisa bibliográfica como base teórica**, complementada pelo estudo de caso que direcionará as variáveis estudadas. Diante deste contexto, explana Yin (2001, p. 19) que “os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo ‘como’ e ‘por que’, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real”; de tal modo que podem se integrar a estudos de casos explanatórios, mas também exploratórios e descritivos.

A amostra do estudo compreende duas turmas de estudantes do 1º Ano do Ensino Médio, do Colégio Estadual Abrahão André, na cidade de Catalão, GO. Os estudantes de uma dessas turmas participaram do desenvolvimento das práticas experimentais e os estudantes da outra não. Como procedimentos técnicos foram empregados métodos de comparações entre as práticas experimentais utilizadas. Para isso, foram utilizados um Questionário sobre a Física (Anexo A) e um Mini Simulado (Anexo B). O questionário apresenta nove (9) considerações, que representam um *feedback* das turmas sobre a sensibilização quanto à importância da Física e dos seus estudos, sendo aplicado no primeiro momento, antes da realização das aulas programadas. O simulado contém três (3) questões, duas sendo de múltipla escolha e a terceira de falso ou verdadeiro.

O objetivo foi traçar um diagnóstico preliminar, tanto sobre os conhecimentos e as experiências em Física, permitindo que percepções dos estudantes quanto à aprendizagem também sejam consideradas. E, após as aulas contextualizadas nas duas turmas, que evidenciaram e exploraram os conceitos essenciais. Com as práticas experimentais realizadas

em uma das turmas, os estudantes foram avaliados individualmente em ambas as classes por meio da aplicação de um simulado, três (3) questões de múltipla escolha, visando avaliar a aprendizagem obtida em ambas as turmas e com bases comparativas.

Dessa forma, o estudo emprega abordagens qualitativas e quantitativas, uma vez que o questionário aborda questões pessoais e, também, se concentra nas concepções e vivências individuais. O simulado possibilita avaliar se as práticas experimentais favoreceram maior aprendizagem dos conceitos físicos estudados.

Será abordado, no próximo capítulo, as Práticas Experimentais: entrelaces entre aprendizagem colaborativa e as metodologias ativas, as metodologias ativas, a aprendizagem colaborativa e as práticas experimentais como metodologia ativa colaborativa.

2. PRÁTICAS EXPERIMENTAIS: ENTRELAÇES ENTRE APRENDIZAGEM COLABORATIVA E AS METODOLOGIAS ATIVAS

À medida que as dinâmicas educacionais se modificam, surgem diferentes pontos de apoio para uma aprendizagem mais promissora, onde as práticas experimentais permitem novos métodos e ativos. Assim sendo, a educação, seus agentes e, em particular, os educadores, devem traçar percursos que incluam as diversas didáticas de ensino que promovam uma aprendizagem significativa e consistente. De tal forma, que propendem neste capítulo à breves contextualizações sobre as metodologias ativas, a aprendizagem colaborativa e as práticas experimentais, com intuito de correlacionar tais definições e métodos para fortalecer as bases educativas, bem como para o Ensino de Física no Ensino Médio.

2.1. AS METODOLOGIAS ATIVAS

Vivemos na atualidade a necessidade “imprescindível mudar os métodos tradicionais de ensino por novas metodologias de aprendizagem, que possam ser empregadas como recurso didático na prática docente cotidiana”, favorecendo uma aprendizagem e novos conhecimentos e saberes (BORGES, ALENCAR, 2014 *apud* WEBER, 2018, p. 23). Neste sentido, temos que os métodos ativos se baseiam na pedagogia inovadora, que se baseia na análise crítica do ensino tradicional, utilizando situações-problema como estímulos para o processo de ensino-aprendizagem (WEBER, 2018). Alguns educadores podem achar a expressão metodologias ativas como uma novidade; “mas, pelo menos em suas formas mais simples, os professores conhecem meios de ensinar e aprender que podem ser considerados um tipo de metodologia ativa, ainda que não sejam rotuladas ou conhecidas por essa expressão” (BARBOSA; MOURA, 2013, p. 54).

Para Diesel, Baldez e Martins (2017, p. 271), “o método ativo é um processo que visa estimular a autoaprendizagem e a curiosidade do estudante para pesquisar, refletir e analisar possíveis situações para tomada de decisão, sendo o professor apenas o facilitador desse processo”. Prontamente, os métodos ditos ativos pretendem dar autonomia aos estudantes, compreendendo e participando dos processos de ensino-aprendizagem, mediante descobertas e vivências que promovam novos conhecimentos, de forma que, nestes métodos, “o aluno passa a ser o protagonista do processo de ensino-aprendizagem e o professor um intermediador do conhecimento” (REIS; MALACARNE, 2021, p. 2). A aplicação das metodologias ativas requer uma análise do currículo para a formação do aluno, enfatizando os conhecimentos específicos

como colaboração, interdisciplinaridade, capacidade para inovação, trabalho em grupo e educação para o desenvolvimento sustentável, regional e globalizado (AMARAL *et al.*, 2017).

Assim, percebe-se que tornar o estudante o protagonista não deve ser encarado como um grande desafio, mas sim como uma etapa natural do processo educacional, uma vez que não podemos obrigar ninguém a aprender, pois que aprender é algo subjetivo, pessoal e intrínseco ao ser humano. Dessa forma, as metodologias ativas compreendem os métodos, as técnicas e as táticas que o professor emprega para transformar o processo de ensino em atividades que incentivem a participação do estudante e fomentem a aprendizagem, modificando os métodos de ensino-aprendizagem por meio de experiências, de vivências colaborativas e de problematizações relevantes (CARVALHO; ROSA; MORAES FILHO, 2022).

Para Vasconcelos (2022), o método ativo difere do método tradicional, no qual o professor atua como facilitador e orientador de seus estudantes, incentivando e contribuindo para o processo de aprendizado. Assim, nos métodos ativos, o foco está na aprendizagem, visando ativar e mobilizar as diversas formas de processos cognitivos do estudante, bem como as interações com colegas, professores e recursos tecnológicos, capacitando-o para o mundo e o mercado de trabalho. Ou seja, “em contraposição ao método tradicional, em que os estudantes possuem postura passiva de recepção de teorias, o método ativo propõe o movimento inverso, ou seja, passam a ser compreendidos como sujeitos históricos”. Assim sendo, é importante assumir um papel ativo na aprendizagem, já que suas vivências, saberes e opiniões são devem ser considerados um ponto de partida para a construção do conhecimento (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p. 271).

As MA [Metodologias Ativas] propõem uma educação centrada no aluno, em que este é orientado por um professor que irá proporcionar experiências estimuladoras que o levarão a buscar recursos interiores para interagir com as situações desafiadoras do cotidiano. Portanto, segundo essa abordagem, as informações só serão absorvidas pelos alunos se tiverem um significado. Assim realizarão uma conexão com as suas experiências, sofrendo a influência do meio onde estes estão inseridos e promovendo mudanças nas suas percepções sobre o mundo (AMARAL *et al.*, 2017, p. 3).

Segundo Stein (2023, p. 5), “as metodologias ativas são variadas e podem ser adaptadas, desenvolvidas, descobertas por cada professor, devem ser adequadas ao seu público, personalizadas, atrativas e sempre precisarão da mediação”. Além disso, segundo Ferrarini, Saheb e Torres (2019), existem diversas abordagens ativas, que se diferenciam por meio da definição de suas estratégias, objetivos, abordagens e técnicas. Entretanto, todas elas mostram o papel do professor e do aluno, tornando-os mais ativos nos processos de ensino-aprendizagem. A Figura 2.1 apresenta um resumo dos princípios fundamentais de uma abordagem baseada nas metodologias ativas de ensino.

Figura 2.1 - Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino



Fonte: Diesel, Baldez, Martins (2017, p. 273).

Nota-se que as utilizações das metodologias ativas são fundamentais para aprimorar as experiências didáticas, abordando processos capazes de integrar diversas práticas com um único propósito, a aprendizagem interativa, na qual o professor é o ponto de conexão entre as teorias e as práticas em sala de aula. Todavia, diante da “pedagogia do cotidiano, é possível evidenciar um currículo inovador, que abre possibilidades para flexibilizar, construção de novo, participação de todos os envolvidos no processo educativo e, principalmente, que oportuniza o protagonismo aos discentes” (GOMES; CAMOZZATO, 2020, p. 5).

No entanto, compreendemos que os programas de cursos em pedagogia e de licenciaturas, bem como a formação continuada dos educadores, devem considerar as abordagens acerca das metodológicas ativas, a fim de aproximar as demandas e exigências dos estudantes das novas habilidades técnicas requeridas pelos professores. As metodologias ativas tornam-se “um recurso de relevância para a escuta ativa, a fim de perceber as necessidades individuais e coletivas dos educandos para as tomadas de decisões de problemas sinalizados, após a aplicabilidade dessas novas estratégias digitais e interativas” (FOFONCA, 2020, p. 125). Segundo Morán (2015), para os estudantes serem proativos e motivados, precisamos adotar metodologias nas quais os estudantes se envolvam em tarefas cada vez mais complexas, que precisam tomar decisões e avaliar os resultados, com o auxílio de materiais relevantes, de forma que experimentem diversas maneiras de demonstrar sua criatividade.

2.2. A APRENDIZAGEM COLABORATIVA

“Na educação, decidir e definir os objetivos de aprendizagem significa, estruturar de forma consciente, o processo educacional de modo a oportunizar mudanças de pensamentos, ações e condutas” (FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 421). De tal modo que a aprendizagem colaborativa, por se tratar de um conhecimento adquirido de forma social, ao longo da história e desde sua origem remota ao período clássico da Grécia, abrangeu novas definições, contextualizações e bagagens, buscando na formação de grupos a influência mútua necessária para alcançar determinado objetivo, compartilhando riscos, metas e resultados (TORRES; IRALA, 2014). Percebe-se que a aprendizagem colaborativa representa uma metodologia ativa, com novas conexões para os processos de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, para o Ensino de Física; pois, compreendemos que as necessidades de estruturar os objetivos educacionais são intrínsecas da própria educação, tendo que a aprendizagem colaborativa se torna um instrumento que promove o direcionar de tais objetivos da aprendizagem, melhorando significativamente as práticas didáticas e seus resultados.

De acordo com Borochovcicius e Tortella (2014, p. 270):

O objetivo principal da prática educativa é criar possibilidades ao educando de aprender e conseqüentemente se desenvolver pela ampliação permanente da consciência, como sujeito e como cidadão. A formação pessoal sem a perspectiva da cidadania, por um lado, conduz ao individualismo, por outro lado, a formação do cidadão sem a perspectiva do sujeito conduz a uma sociedade autoritária.

Ainda, esclarecem Torres e Irala (2014, p. 62) que a aprendizagem colaborativa “propõe que nos ambientes escolares sejam reproduzidas situações sociais que preparem o aluno para exercer a democracia”, partindo da conjuntura com outras teorias da educação, como interdependência social, dinâmica de grupo, construtivismo e socio interacionismo. Portanto, a aprendizagem colaborativa compõe um método onde o “conhecimento é constituído socialmente”, através de ambientes educativos que favoreçam e estimulem a troca mútua de informações e saberes, tornando os educandos percursos da própria aprendizagem (TORRES; IRALA, 2014, p. 64). Inicialmente, os primeiros estudos sobre a aprendizagem colaborativa focaram-se no trabalho com grupos com crianças. Em seguida, foram aplicados a todos os outros níveis de ensino, pretendendo humanizar a educação e, dessa forma, fortalecer e criar as bases para a promoção humana e de sua cidadania, frente as transformações que a educação consegue alcançar (FERRAZ; BELHOT, 2010).

De acordo com Marques (2013), uma aula ou qualquer outro instrumento pedagógico que promova a aprendizagem colaborativa deve conter os cinco elementos fundamentais listados na Figura 2.2.

Figura 2.2 - Elementos fundamentais da aprendizagem colaborativa



Fonte: Marques (2013, p. 23).

Logo, fica notório que a aprendizagem colaborativa promove técnicas ativas de aprendizagem em equipe, visto que as interações aprimoram tanto esforços coletivos quanto individuais. Entretanto, como todos “são automaticamente responsáveis por seu progresso e pelo progresso do seu grupo, num relacionamento solidário e sem hierarquia”, dessa forma é possível aprender a lidar e respeitar as diferenças, evitando as disputas excessivas, destacando as capacidades e as contribuições de todos os envolvidos (TORRES; IRALA, 2014, p. 65). De acordo com Fontes e Freixo *apud* Oliveira (2015, p. 43), há quatro etapas das quais os professores devem considerar para o êxito da implementação e da concepção da aprendizagem colaborativa, a saber:

- 1 - Preparação da observação dos grupos: decidir se algum aluno o acompanha nesta tarefa e decidir qual o aluno selecionando o tipo de observação que vai utilizar;
- 2 - Avaliar o grau de cooperação que ocorre em cada grupo;
- 3 - Intervir sempre que necessário para melhorar a execução da tarefa e o trabalho de grupo;
- 4 - Permitir que os alunos façam a sua própria avaliação da sua participação dentro do grupo, fomentando a auto supervisão.

Deste modo, a aprendizagem colaborativa apresenta inúmeras vantagens, que apontam a sua eficácia e os benefícios que deste método e didática de aprendizagem oferecem, pois a colaboração é hoje reconhecida como a chave para o êxito de qualquer organização. Na área

educacional, ela é crucial para aprimorar o aprendizado dos estudantes e a abordagem dos conteúdos, favorecendo o Ensino da Física mediante a percepção de sua relevância de modo grupal.

2.3. PRÁTICAS EXPERIMENTAIS COMO METODOLOGIA ATIVA COLABORATIVA

Historicamente, as práticas em laboratórios escolares passaram de atividades nas quais os dados eram obtidos para ilustrar uma relação previamente estabelecida (por exemplo, sabemos que a força resultante é diretamente proporcional à aceleração apresentada por um objeto) para atividades nas quais os estudantes procuram padrões ou relações em dados que eles obtêm. [...], até os meados do séc. XX, as atividades de laboratório eram usadas quase que exclusivamente para ilustrar situações trazidas pelo professor ou pelo livro texto. Sabemos que, ainda hoje, essa prática persiste em que pese as críticas feitas a ela. No contexto da guerra fria, em meados do século passado, surgem os grandes projetos para o ensino de ciências, que tinham como principal objetivo atrair jovens talentosos para carreiras técnico-científicas em um mundo (bélico) cada vez mais dependente de tecnologias. Esses projetos apoiavam-se nas teorias de aprendizagem de Jerome Bruner, Jean Piaget e Robert Gagné para justificarem as ênfases apresentadas às investigações por parte dos estudantes e as atividades feitas por eles mesmos (*hands-on activities*). *Nuffield Project, Physical Science Study Committee, Biological Science Curriculum Study* são exemplos desses grandes projetos nos quais o papel do laboratório era o de um lugar para a investigação, para o desenvolvimento e testes de teorias e para mostrar aos estudantes “como os cientistas fazem” (COUTO, 2009, p. 27).

De acordo com a citação acima, esses empreendimentos tiveram uma grande repercussão no Brasil, incentivando a criação de materiais de apoio para os laboratórios escolares, gerando diversas iniciativas nas décadas de 70 e 80 do século passado, como a Física Auto Instrutiva (FAI), Projeto de Ensino de Física (PEF), Projeto Brasileiro de Ensino de Física (PBEF) (COUTO, 2009). E, através destes projetos incorreram mudanças inovadoras para a época, na qual a passividade ao aluno era substituída pela tentativa da construção de um jovem cientista. Entretanto, tais mudanças de foco foram, posteriormente, contestadas. No entanto, é preciso, inicialmente, questionar o que se entende por atividades práticas, tendo em vista a grande variedade de visões existentes, embora, todas se complementem e sejam correlacionadas.

Dessa forma, para Andrade e Massabni (2011, p. 840), as atividades práticas experimentais são “aquelas tarefas educativas que requerem do estudante a experiência direta com o material presente fisicamente, com o fenômeno e/ou com dados brutos obtidos do mundo natural ou social”. E, nessa experiência, o aluno deve agir através da experiência física, seja desenvolvendo a tarefa manualmente, seja observando o professor em uma demonstração, desde que na tarefa se apresente o objeto material. Percebe-se que a definição de atividade

prática experimental possui como foco principal a presença material dos objetos, espécimes ou fenômenos investigados, não necessariamente se importando com o tipo de contato que os estudantes estabelecem com eles (MELADO; ZANETTI NETO, 2021). Segundo Pereira e Moreira (2017, p. 266), a inserção e a relevância da prática experimental na educação, “sobretudo no Ensino de Física, pode ser amplamente encontrada tanto em trabalhos publicados em anais de eventos da área de ensino como em artigos de periódicos que versem sobre o papel do laboratório didático, no contexto nacional e internacional”.

A relevância das abordagens práticas experimentais nos processos de ensino-aprendizagem, de uma Ciência Natural como a Física, é deslindada pela aceitação da experimentação como uma maneira de explorar a Natureza, a Ciência da experiência (PEREIRA; MOREIRA, 2017). Neste sentido, Pinho-Alves (2000, p. 175) destaca ser imprescindível utilizar um laboratório para realizar experimentos de Física, para a aquisição dos conhecimentos em Física, de tal modo que “a aceitação tácita do laboratório didático no Ensino de Física é quase um dogma”. Por isso, a realização de tarefas no Laboratório de Física adquire uma importância crucial, sendo amplamente aceita por professores de todos os níveis e pesquisadores da área.

Mas, na realidade brasileira, os estudantes quando têm acessos aos laboratórios costumam seguir regras, como medir e relatar os resultados, não sendo dessa forma capazes de demonstrar ou construir os objetos envolvidos na atividade, nem explorar suas relações entre duas ou mais explicações para o fenômeno (PEREIRA; MOREIRA, 2017). Logo, essa necessidade é sustentada na prerrogativa de que essas atividades podem facilitar a compreensão de conceitos físicos, além de incentivar a aprendizagem ativa, motivar, despertar o interesse, desenvolver o raciocínio lógico, a comunicação, estimular a capacidade de iniciativa e de trabalho em grupo (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004). Segundo Nascimento *et al.* (2018, p. 3), em sala de aula as experimentações “podem se tornar diferenciadas e atraentes, dando a elas um processo mais dinâmico e prazeroso. A utilização de experimentos e a observação direta de objetos e fenômenos naturais são indispensáveis para a formação científica em todos os níveis de ensino”.

Todavia, um trabalho laboratorial não requer necessariamente o espaço físico de um laboratório, assim como uma atividade nesse contexto de trabalho não requer necessariamente um trabalho experimental, mas sim um trabalho prático, aonde o primeiro exemplo corresponde a uma atividade realizada pelo professor em uma sala de aula, sendo que os estudantes tomam notas, registrem os dados e fazem toda a análise do experimento; ou seja, é um trabalho experimental que não requer o espaço do laboratório (PEREIRA; MOREIRA, 2017). Evidencio

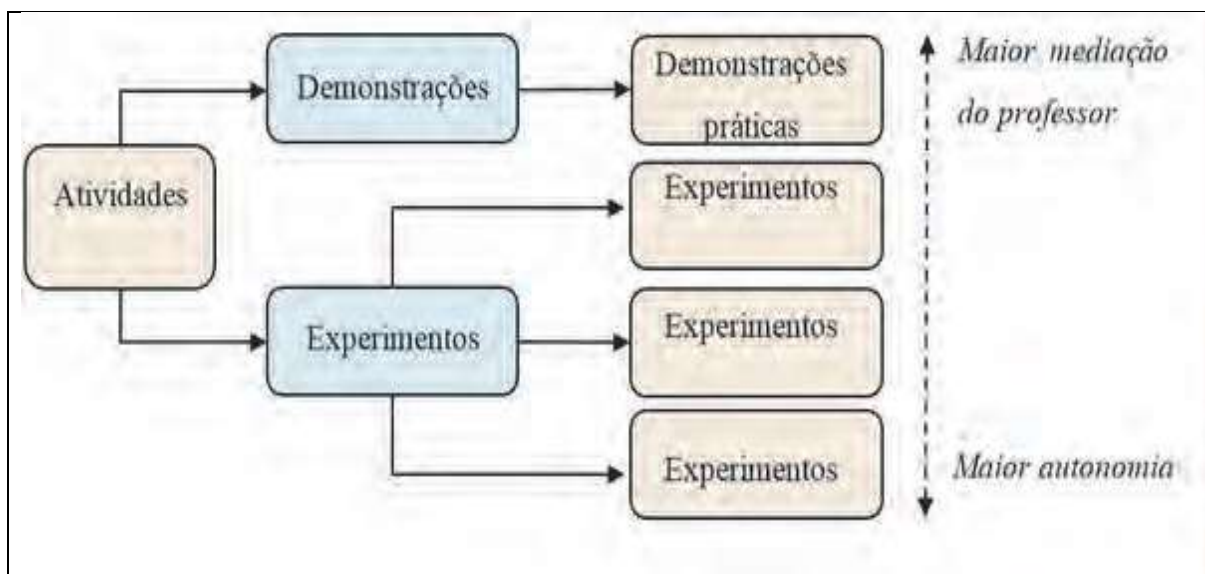
que mesmo aqueles que reconhecem a relevância das práticas experimentais e trabalham em ambientes que favoreçam a realização dessas atividades podem enfrentar desafios ao cumpri-las, uma vez que é preciso familiaridade com as práticas durante o processo de formação, além de outros fatores, como escassez de recursos e engajamento. Sabemos, corroborando com Gaspar (2009) *apud* Nascimento *et al.* (2018, p. 3), que as práticas experimentais apresentam “vantagens sobre a teórica, porém ambas devem caminhar juntas, pois uma é o complemento da outra. A ciência deve ser relacionada à vida das pessoas, a realização de demonstrações e experiências simples pode significar um pulo gigantesco para melhorar o Ensino de Física”.

Autores como Força, Laburú e Silva (2016) relatam que a ideia dos educadores em relação ao uso das atividades experimentais e à função do laboratório didático no Ensino de Física foi discutida em diversos estudos e pesquisas. As práticas experimentais mencionadas acima podem ser agrupadas em cinco categorias gerais, conforme os objetivos concebidos pelos professores para o uso de experimentos e para a aprendizagem, como:

- 1 - Para motivar mediante a estimulação do interesse e da diversão;
- 2 - Para ensinar as técnicas de laboratório;
- 3 - Para intensificar a aprendizagem dos conhecimentos científicos;
- 4 - Para proporcionar uma ideia sobre o método científico e desenvolver habilidades em sua utilização;
- 5 - Para desenvolver determinadas atitudes científicas, tais como a consideração com as ideias e sugestões de outras pessoas, a objetividade e a boa disposição para não emitir juízos apressados (HODSON, 1994 *apud* FORÇA; LABURÚ; SILVA, 2016, p. 2).

Com essas abordagens experimentais, o aluno tem à sua disposição diversos tipos de equipamentos e situações que o levam a uma redenção, tendo que a premissa principal é que o aluno, ao verificar uma lei ou fenômeno por si só, teria um aprendizado mais efetivo. Portanto, faz-se necessário fornecer aos estudantes as condições mínimas para que o processo não seja frustrante, tanto para o aluno quanto para o professor (FORÇA; LABURÚ; SILVA, 2016). Fica notório que as práticas experimentais se referem a qualquer tipo de atividade, geralmente não teórica, cujo objetivo seja verificar, testar ou visualizar um conceito científico (MELADO; ZANETTI NETO, 2021). Consequentemente, explica Zanetti Neto (2019, p. 44), existe “uma série de formas possíveis de se realizar uma prática experimental, que vão desde simplesmente observar o professor realizar um experimento até o estudante conduzir sozinho todo o processo”. Assim, entre as maneiras de classificar as práticas experimentais, Zanetti Neto (2019) apresenta uma classificação que divide estas em termos de autonomia dos estudantes na execução das atividades, de acordo com a Figura 2.3.

Figura 2.3 - Classificação das atividades práticas experimentais



Fonte: Zanetti Neto (2016) *apud* Melado, Zanetti Neto (2021, p. 22).

Conforme o esquema apresentado por Zanetti Neto (2016) Figura 2.3, as práticas experimentais podem ser subdivididas em demonstrações e experimentos. Neste contexto, a compreensão desses conteúdos só é viável integradamente e a discrepância entre eles é bastante sutil. É importante considerar que todo conteúdo sempre está relacionado e só será aprendido em sua interdisciplinaridade. E, ainda, que as tarefas de aprendizado e avaliação variam segundo a natureza destes conteúdos (MELADO; ZANETTI NETO, 2021). Além disso, as teorias sociocognitivas que estudam a motivação evidenciam a existência de dois tipos de motivação, a intrínseca e a extrínseca. A motivação intrínseca é uma tendência natural dos indivíduos para procurar novidades e desafios, onde este realiza uma tarefa por achá-la interessante, atrativa ou satisfatória. Logo, essa orientação motivacional valoriza a independência do estudante, com seu engajamento pela sua aprendizagem mediante a experimentação (COUTO, 2009).

As práticas experimentais geram interações com o mundo físico, com mudanças repentinas de temperatura ou cor e outras reações, entre outras, que provocam o inesperado e, como são comuns em praticamente em todos os conteúdos de Física, a experimentação estimula a busca por novos conhecimentos e saberes. Cabe ao professor, planejadamente, fazer a transição gradual do sensório para o intelecto, do espetacular para a aprendizagem, promovendo o descolamento do mundo dos objetos para o mundo das ideias, onde o aluno permanece focado na busca por resoluções (COUTO, 2009).

No próximo capítulo, abordaremos a Teoria da Aprendizagem Significativa: mapas mentais como premissas para a motivação, abordagem da teoria da aprendizagem significativa, a funcionalidade e aplicações dos mapas mentais e a importância da motivação para a aprendizagem.

3. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: MAPAS MENTAIS COMO PREMISSAS PARA A MOTIVAÇÃO

As novas teorias da aprendizagem englobam os embasamentos existentes com enfoques diferenciados, ampliando os direcionamentos existentes. Há muito tempo, a educação carece de resiliência para constantes adaptações nos processos de ensino-aprendizagem, assim como o Ensino de Física precisa de novas premissas para agregar seus conhecimentos e saberes, favorecendo a aprendizagem, a cognição, o pensamento crítico e científico dos estudantes. Neste capítulo, faremos algumas abordagens acerca da Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Paul Ausubel, partindo do correlacionar dos mapas mentais como metodologias ativas que garantem motivação na aprendizagem, bem como evidenciar a relevância da motivação para o aprender.

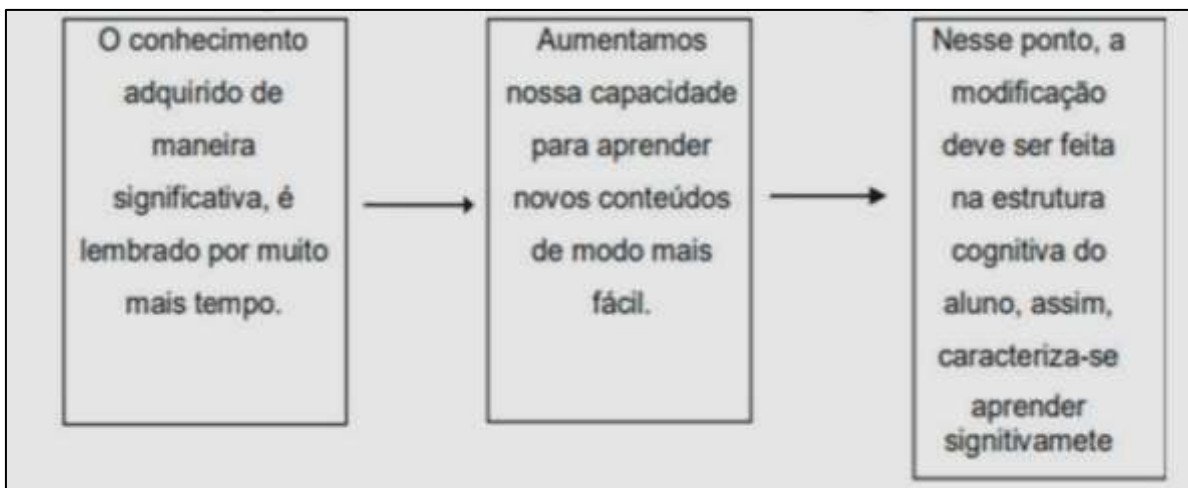
3.1. ABORDAGEM DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A noção de aprendizagem significativa é o ponto central da Teoria de Ausubel. Farias (2022) esclarece que David Paul Ausubel foi professor na Universidade de Columbia, em Nova York, formado em Medicina, especificamente em Psiquiatria. Porém, dedicou a sua carreira acadêmica à Psicologia Educacional, morrendo em 2008 aos noventa anos, sendo que ao aposentar dedicou-se aos seus escritos. A partir de então, Joseph D. Novak, professor de Educação da Universidade de Cornell, tem estudado e divulgado a aprendizagem significativa através da Teoria dos Mapas Conceituais. A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel surgiu em meados dos anos 60, quando as escolas ainda estavam no auge da influência behaviorista e o ensino e a aprendizagem eram avaliados como estímulos, respostas e reforço (ARAÚJO; FERREIRA; FERREIRA, 2022). Neste período, de acordo com Araújo, Ferreira e Ferreira (2022), Ausubel começou a enfatizar o conceito de aprendizado significativo. Para ele, a aprendizagem significativa é quando o significado lógico do material de estudo se transforma em significado para o aprendiz.

Ao contrário da aprendizagem significativa, a “aprendizagem mecânica ocorre quando não há esta interação com conceitos relevantes da estrutura cognitiva, o novo conhecimento é armazenado de modo arbitrário, se tornando assim ineficaz para reter conhecimentos a longo prazo”. Os dois tipos de aprendizagem não foram definidos por Ausubel como sendo opostos, mas sim como um processo contínuo, no qual, em muitos casos, é necessário que haja uma aprendizagem mecânica para, posteriormente, se passar à aprendizagem significativa (LIMA;

SOUSA, 2012, p. 50). Se por outro lado temos a aprendizagem memorística, ou seja, mecânica, a aprendizagem significativa assegura três elementos cruciais para o conhecimento adquirido (Figura 3.1).

Figura 3.1 - Pontos do conhecimento adquirido



Fonte: Araújo, Ferreira, Ferreira (2022, p. 71).

A aprendizagem mecânica é aquela que se dá de forma esporádica, onde o estudante aprende fórmulas, esquemas, leis, entre outros. E, dessa forma, é característica desta aprendizagem a incapacidade de transmitir e usar esse conhecimento momentos após decorar, enquanto “a aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio”. Caso contrário, se torna mecânica ou repetitiva, onde se produziu menos essa incorporação e atribuição de significado, e o novo conteúdo passa a ser guardado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva (PELIZZARI *et al.*, 2002, p. 37). Portanto, a Teoria da Aprendizagem Significativa “deslocou o nosso olhar para o aluno como sujeito de aprendizagem, em particular, para os conceitos preexistentes do aluno como reguladores da sua própria aprendizagem” (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002, p. 6).

De acordo com a Teoria de Ausubel, na aprendizagem, há três vantagens fundamentais em relação à memorização. Em primeiro lugar, o conhecimento que se adquire de forma significativa é guardado e lembrado por mais tempo. Em segundo, aprimora a habilidade de compreender outros tópicos de maneira mais simples, mesmo que a fonte original seja esquecida. Por fim, uma vez que ignorada, facilita a aprendizagem seguinte, a reaprendizagem (PELIZZARI *et al.*, 2002). As razões para essas vantagens estão nos procedimentos específicos

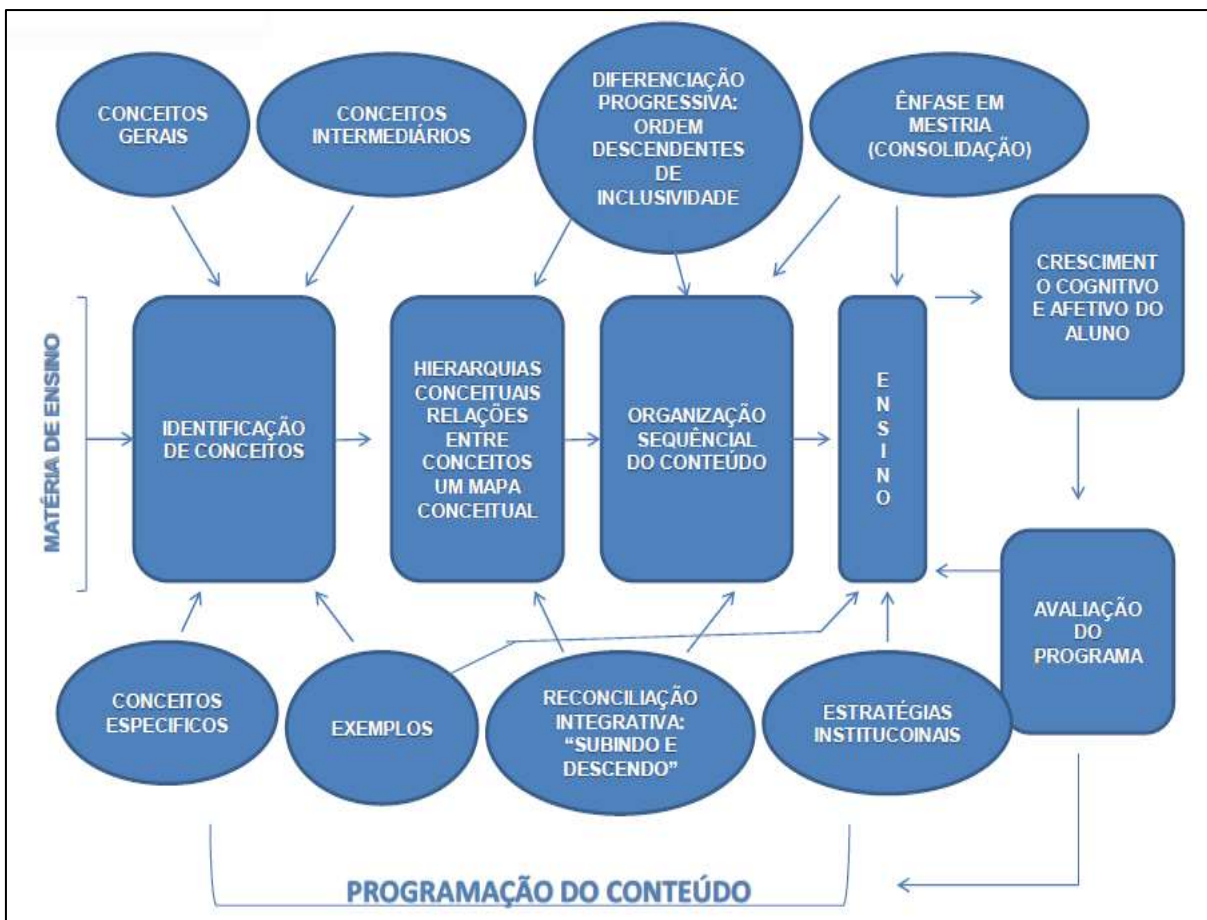
que promovem a aprendizagem significativa, nos quais a interação entre a estrutura cognitiva do aluno e o conteúdo a ser aprendido é crucial. Neste contexto, complementa Pelizzari *et al.* (2002), que tal interação resulta em uma mudança mútua tanto na estrutura cognitiva inicial quanto no conteúdo a ser aprendido, constituindo o núcleo da aprendizagem significativa, o qual é crucial para compreender as características e o potencial.

Para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio (PELIZZARI *et al.*, 2002, p. 38).

Percebe-se que a aprendizagem significativa apresenta vantagens significativas, tanto no que se refere ao aprimoramento da capacidade cognitiva do estudante quanto no que se refere à memória futura e à possibilidade de experimentar novas habilidades, o que a torna a melhor opção para incentivar a aprendizagem entre os estudantes. De acordo com Ausubel (1976), é viável atingir a aprendizagem significativa tanto por meio da descoberta quanto da repetição, já que essa dimensão não é tão relevante quanto a dimensão de aprendizagem significativa, no que se refere à explicação da aprendizagem escolar e ao planejamento do ensino. Nesse aspecto específico, Ausubel (1963) salienta que é relevante, pelo tipo peculiar de conhecimento que cogita transmitir, que o conhecimento aconteça pelas próprias finalidades que tem a aprendizagem significativa através das linguagens, em especial, pela oralidade.

Para incentivar a aprendizagem significativa, é necessário envolver o aluno na experiência existencial ou educacional, tornando-a sempre dinâmica e propagando de maneira que o aluno se comprometa com o processo de aprendizado, compartilhando ativamente e absorvendo conteúdos que lhe são significativos, relacionando-os com suas vivências, de modo a estabelecer diferentes conexões entre fatos, objetos, eventos e conceitos, permitindo que o estudante utilize o que aprendeu em diferentes situações cotidianas. Logo, “a programação do conteúdo que facilite a aprendizagem significativa segue quatro princípios, sendo eles: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação” (FARIAS, 2022, p. 67). A Figura 3.2 explica o modelo estabelecido pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Figura 3.2 - Modelo de ensino para o desenvolvimento de aprendizagem significativa



Fonte: Moreira, Masini (2001, p. 49).

Nota-se que o método prioriza a identificação dos conceitos e as conexões hierárquicas entre eles, ordenando o conteúdo em ordem descendente, explorando as conexões naturais entre os tópicos, enfatizando o conhecimento pré-existente do estudante e empregando organizadores como pontes cognitivistas. Ainda, também cogita organizar e integrar os conceitos e as ideias da disciplina, programando o conteúdo de forma lógica e conectada a um conjunto de ações que ajudam a assimilar o novo conhecimento ao que já existe por meio de exercícios práticos, tornando visível o encadeamento das ideias centrais da disciplina, consolida o estudo e assegura a continuidade do ensino-aprendizagem.

De acordo com Farias, “a aprendizagem significativa tem sua dimensão na estrutura de aprendizagem por descoberta, ou seja, essa dimensão está relacionada à maneira como os conteúdos são recebidos pelo aluno” (FARIAS, 2022, p. 63). Desse modo, os conceitos devem ser administrados de maneira que não haja um formato final ou completo, uma vez que o aluno precisa articular em sua estrutura cognitiva o conteúdo pré-estabelecido com o novo de maneira significativa, o que permitirá a descoberta de soluções inovadoras para problemas. As vantagens

da aprendizagem significativa são basicamente o armazenamento e a lembrança por um longo período de um conhecimento adquirido significativamente, aumentando a habilidade de assimilar outros conteúdos de maneira simplificada e simples na readaptação.

3.2. FUNCIONALIDADES E APLICAÇÕES DOS MAPAS MENTAIS

Os mapas mentais são metodologias ativas, que historicamente foram concebidos “em Londres, na década de 1970, [...] por Tony Buzan ao compreender que seus alunos utilizavam diferentes estratégias para sistematizar um novo conhecimento” (MORAIS *et al.*, 2018, p. 4). Os mapas mentais utilizam de palavras-chave, de imagens, cores, símbolos, entre outros recursos. São semelhantes aos mapas geográficos, para organizar ideias, pensamentos, conceitos e definições, melhorando “a capacidade de memorização, organização, análise e síntese” (ONTONIA; LUCKE; GÓMEZ, 2006 *apud* SILVA; VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2021, p. 5). Apesar de ser uma técnica livre, é preciso planejar a elaboração dos mapas mentais, tendo em vista os princípios fundamentais da construção e algumas etapas para a eficácia da execução desta metodologia.

O primeiro passo envolve a definição de um objetivo, que deve ser representado por uma figura multicolorida desenhada no centro do mapa, simbolizando a meta a ser conquistada. Para juntar e ordenar os pensamentos, é importante que sejam definidos os assuntos-chaves fundamentais, ou Ideias de Ordenação Básica (IOBs), que servirão de gancho para o surgimento de outros conceitos. Tais IOBs são [...] as palavras ou imagens que representam as mais elementares categorias de informações que vão facilitar o surgimento de um maior número de ideias secundárias (BUZAN, 2009 *apud* MORAIS *et al.*, 2018, p. 4).

Assim, os mapas mentais representam os tópicos cruciais a serem compreendidos e assimilados para a compreensão de uma disciplina, aprimorando o aprendizado e o saber. Segundo Camargo e Daros (2018), *apud* Abrantes *et al.* (2022, p. 52), “as principais competências trabalhadas na construção de um mapa mental são: capacidade de sintetizar as ideias, capacidade de ordenar e organizar as ideias e capacidade de associação de ideias”. No entanto, um tema pode ter vários mapas mentais, pois as informações são diferentes e dependem das interpretações do indivíduo que as cria. Adicionalmente, os mapas mentais permitem identificar e examinar os caminhos metodológicos e conceituais do aprendizado, avaliando o progresso e aprimoramento cognitivo (SILVA; VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2021). Os mapas mentais podem ser criados manualmente ou por meio de programas como o *Word*, o *Power Point*, o *Cmaptools*, o *X-Mind*, dentre outros. O Quadro 3.1 apresenta, sucinta e

complementarmente, algumas das etapas para a elaboração dos mapas mentais manuais e com programas (*softwares*).

Quadro 3.1 - Etapas para elaboração de mapas mentais manuais e com programas

Etapas Mapa Mental Manual	Etapas Mapa Mental Com Programas
Inicie, escrevendo e/ou desenhando, com o conceito principal centralizado na página.	Selecione e utilize os recursos de <i>cliparts</i> , com modelos de mapas mentais, marcas, personalização de temas, entre outros.
Elabore as ideias básicas acerca do conceito, conectando-as ao centro com uma linha.	Desenvolva slides automaticamente, demonstrando a lógica do mapa mental.
Crie subramificações das ramificações das ideias básicas, expandindo os conceitos.	Compartilhe os mapas mentais de formas variadas.
Utilize de cores, símbolos e imagens diferenciadas para as ramificações e os subtópicos.	Permite o armazenamento em nuvem.

Fonte: Adaptado do site Wondershare EdrawMind (2021).

Neste sentido, percebe-se que os mapas mentais proporcionam “a interação em grupo de maneira lúcida, possibilitando a troca construtiva de conhecimentos, maior envolvimento e dinamismo dos envolvidos, assim como, a inclusão social” (COELHO *et al.*, 2020, p. 108). Vale destacar que “assim como ocorre com as teorias, a escolha por uma metodologia por si só não seria solução”, ou seja, o método é o apoio para a prática docente, sozinho e/ou mal estruturado seus efeitos podem não ser tão significativos; igualmente, “se o trabalho com mapas não tiver um objetivo claro por parte do professor, e este não provocar os alunos levando em conta tal objetivo, o método ativo pode ser questionado” (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p. 285).

O principal problema para aplicar os mapas mentais é compreender a metodologia, para que eles transmitam os resultados almejados com a prática. E, ainda, “existe uma resistência por parte das instituições e professores na utilização de tais métodos”. Como o envolvimento deve ser de todos os envolvidos, surge outra dificuldade que é inerente à educação, sendo motivar os pares para compartilharem os conhecimentos e saberes (COELHO *et al.*, 2020, p. 93). Existem também os riscos durante a execução, que surgem como desafios na confecção de um mapa mental, como “elaboração de mapas mentais que não os são de fatos; uso de frases ao invés de palavras únicas; preocupação excessiva com a estética do mapa; e reação emocional negativa”, de modo que os mapas não podem ser regidos por regras e normas excessivas (BUZAN, 2009 *apud* MORAIS *et al.*, 2018, p. 5).

Silva (2015, p. 787), corroborando, considera como obstáculos e dificuldades para a aplicação dos mapas mentais “os recursos que o indivíduo dispõe; dos seus objetivos e necessidades; do conteúdo a ser mapeado e seu formato atual; do seu grau do conhecimento do conteúdo; da sua experiência tanto com mapas mentais quanto com os recursos utilizados”. Além disso, de acordo com o que consta no site Wondershare EdrawMind (2021), as principais desvantagens dos mapas mentais são: i) A limitação de textos, pois, tanto manualmente quanto por meio de programas, os mapas são sintetizados e não se concentram em tópicos; ii) A duração de tempo, que requer conhecimentos e habilidades a serem adquiridos e aprimorados; iii) A limitação de regras, sobretudo com o uso de programas e suas funções, que pré-determinam a forma de sua elaboração. Logo, os obstáculos e desafios da prática de mapas mentais como metodologia ativa apresentam pontos a serem considerados, mas de forma alguma impedem as significativas contribuições deste método, que remetem, além do visual, a uma estruturação e reestruturação do pensamento cognitivo e crítico.

Dessa forma, todas as metodologias ativas e as exigências de uma educação moderna refletem no papel e no perfil dos professores, que devem se adequar às mudanças e inovações, pois “evidencia-se que o processo de ensinar e aprender ainda estão muito ligados ao papel do professor em sala de aula, pois esse é fundamental na criação de um ambiente favorável para que esses processos ocorram”, e para a inserção de qualquer outra dinâmica, como os mapas mentais (COELHO *et al.*, 2020, p. 97). Observa-se que a responsabilidade do professor no processo de construção da aprendizagem aumenta à medida que as necessidades educacionais, sociais, culturais e locais da comunidade escolar aumentam e causam impactos, visto que a ação do professor consegue minimizar esses danos e promover melhorias para todos, por meio da formação de cidadãos éticos e competentes. Uma vez que “essa metodologia, concentra-se na figura do professor como agente mediador de informações em aulas expositivas”, em exemplificações, no direcionar da prática e elaboração dos mapas, o docente atua como um elo entre as ferramentas de metodologias ativas, o sujeito da aprendizagem e os conteúdos, ideias e saberes a serem adquiridos (SILVA; VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2021, p. 3).

Todavia, o êxito e o fracasso das aplicações dessas técnicas, como os mapas mentais, mostram a ação do planejamento didático da postura docente e do seu envolvimento (KUJAVO *et al.*, 2021), pois é “fundamental que o professor esteja preparado para que a possibilidade de sanar dúvidas no momento da aplicação da atividade” (DIESEL *et al.*, 2017 *apud* MORAIS *et al.*, 2018, p. 7). E, ainda, preocupado “com a aprendizagem dos alunos, e como essa se origina em todo o processo de ensino”, não existindo um caminho único, porém, trajetos exploráveis (COELHO *et al.*, 2020, p. 95).

3.3. IMPORTÂNCIA DA MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM

A motivação, como um processo, orienta e sustenta comportamentos, refletindo na vontade e no esforço para executar uma ação. A “palavra motivação deriva do verbo latim *movere* (mover), que está relacionado com o ato de movimento ou atividade” (CAMACHO, 2017, p. 15-16). Por isso, há diversos estudos sobre a motivação, com diferentes abordagens que vão do campo da psicologia até as teorias da aprendizagem, demonstrando as complexidades dos conceitos que essas abordagens apresentam. Em geral, nas perspectivas psicológicas e sociais, a motivação é interpretada de acordo com fatores externos e internos (OLIVEIRA; SIQUEIRA, 2018). A Figura 3.3 apresenta os elementos que afetam a aprendizagem e suas responsabilidades no processo de ensino, incluindo os fatores motivacionais.

Figura 3.3 - Fatores que influenciam a aprendizagem



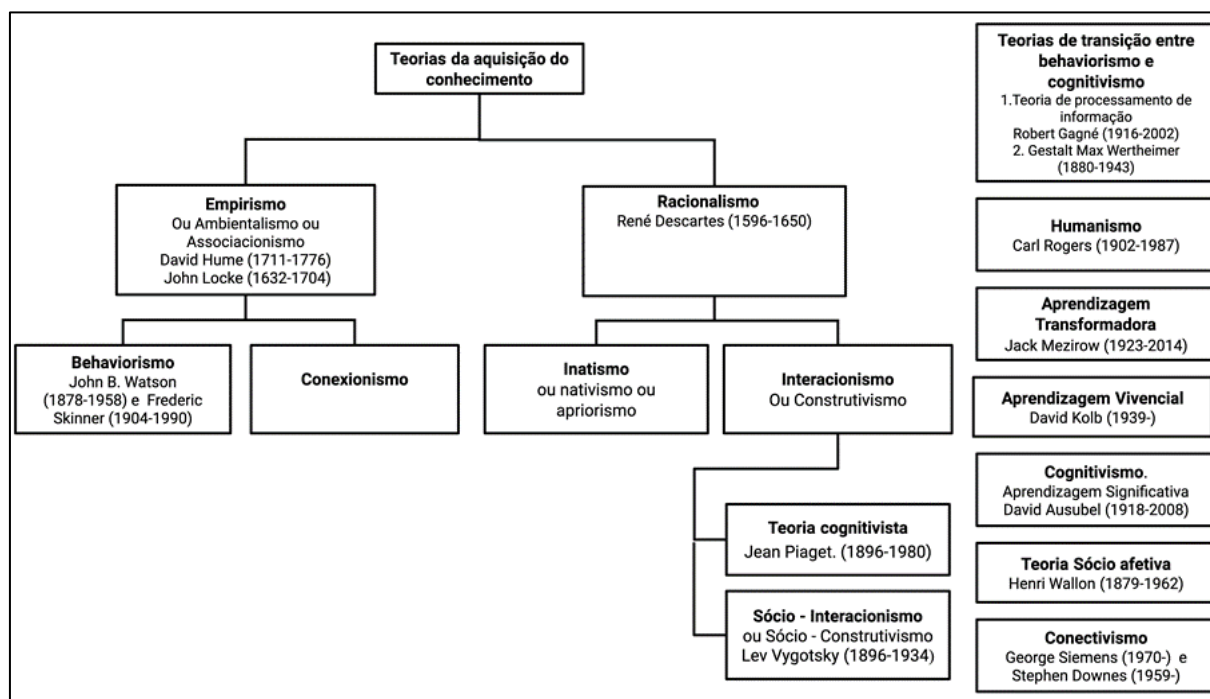
Fonte: Tutor Mundi (2023).

Observa-se que os fatores intrínsecos englobam tanto as características afetivas quanto cognitivas dos indivíduos, visando motivar a aprendizagem. Esses fatores são influenciados pelas habilidades aprendidas, processamento e mentalidade e traços de personalidade. Por outro lado, os fatores extrínsecos estão relacionados às metodologias educativas e aos ambientes de aprendizagem, incluindo as instruções e suas influências, bem como os problemas fisiológicos e de situação de vida, como vivências e experiências individuais (TUTORMUNDI, 2023). “A motivação tem um papel crucial no processo aprendizagem, razão pela qual se deve promovê-la ao longo do mesmo. Ou seja, para o aluno, a motivação é vista como uma peça

fundamental na sua aprendizagem e, por sua vez, para o sucesso escolar” (MAHOMED, 2018, p. 5). Deste modo, a motivação por si é uma tarefa constante, que envolve o comportamento e a atitude humana no decorrer de suas experiências e vivências. É pela motivação que os indivíduos pensam, agem e se desenvolvem, sendo que esta direciona a busca pelo alcance dos objetivos desejados.

Prontamente, “a motivação do aluno é essencial no processo de ensino-aprendizagem, já que reflete o interesse genuíno dos estudantes por seu próprio desempenho” (COSTA *et al.*, 2019, p. 8). Nota-se tão holístico quanto o entendimento da motivação humana é compreender o comportamento e suas ações, onde as individualidades, as experiências e as vivências dos ambientes e as interações, além de outras, tornam a busca pelas essências humanas uma constância. A promoção não somente do motivador para aprender, mas da união de esforços para fortalecer a educação e seus processos. Vale salientar que, ao longo das pesquisas voltadas para a compreensão da motivação e do motivador na aprendizagem, surgiram teorias. As principais teorias da aprendizagem podem ser classificadas e agrupadas de acordo com seus autores, como mostra a Figura 3.4.

Figura 3.4 – Classificação das principais Teorias de Aprendizagem



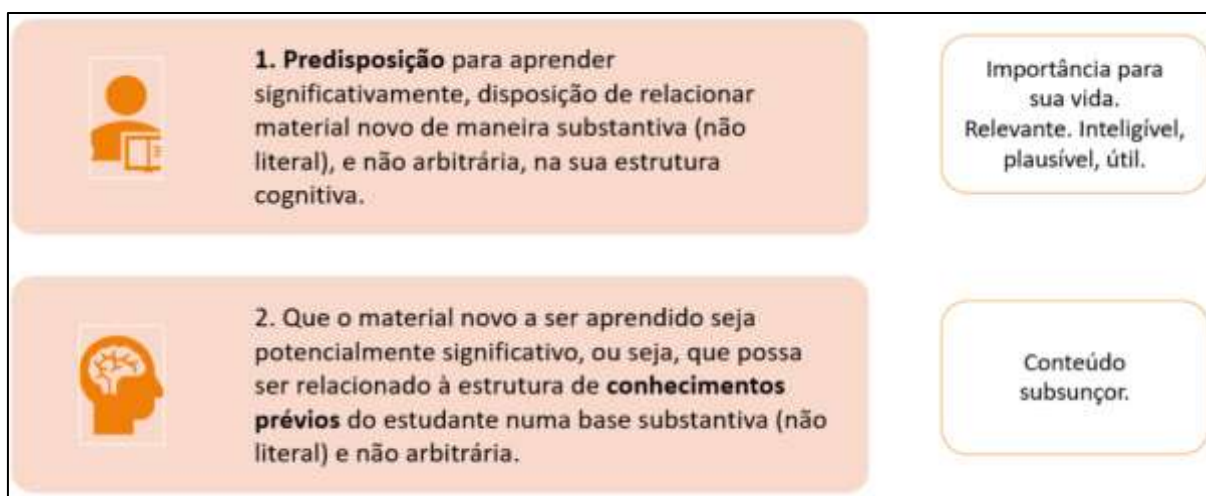
Fonte: Messeder (2020) *apud* Fuentes (2023).

Considerando que tais correntes são modelos para a aquisição de conhecimento, é importante que as teorias sejam reunidas para avaliar tanto os fatores motivadores quanto os

desmotivantes em relação aos métodos e processos de ensino-aprendizagem, a fim de tornar os conhecimentos mais significativos e transformadores em cidadãos éticos e profissionais competentes. Por isso, “medir a motivação de um aluno e identificar sua orientação de metas de realização é um trabalho relevante na área da educação” (RAMOS, 2022, p. 47). Sendo assim, para uma aprendizagem significativa com plena motivação do sujeito, é necessário que ele se prepare para a aprendizagem e tenha conhecimentos prévios, recorrendo ao engajamento e envolvimento, para atuar além do seu próprio desenvolvimento e no auto motivar, como parte intrínseca do processo.

Sabe-se que a motivação é complexa na educação, e, ainda mais, no Ensino de Física, sendo que em consoante com a Psicologia Educacional, que pretende “compreender o comportamento do aluno, por exemplo, como base em suas motivações e como tal comportamento influencia na aprendizagem” (Ramos, 2022, p. 46). A Figura 3.5 mostra os princípios para uma aprendizagem significativa e motivadora.

Figura 3.5 – Princípios para uma aprendizagem significativa e motivadora



Fonte: Fuentes (2023).

Corroborando com Cardoso Júnior (2021, p. 26) que “a vasta quantidade e a riqueza de trabalhos e teorias, torna complexa a utilização desse conhecimento de maneira mais integrada”. No entanto, uma vez que os campos da motivação e da motivação na aprendizagem demonstram a sua relevância para a educação e para a sociedade, torna-se imperativo o planejamento de ações que promovam e favoreçam a motivação.

4. ENSINO DA FÍSICA E AS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS

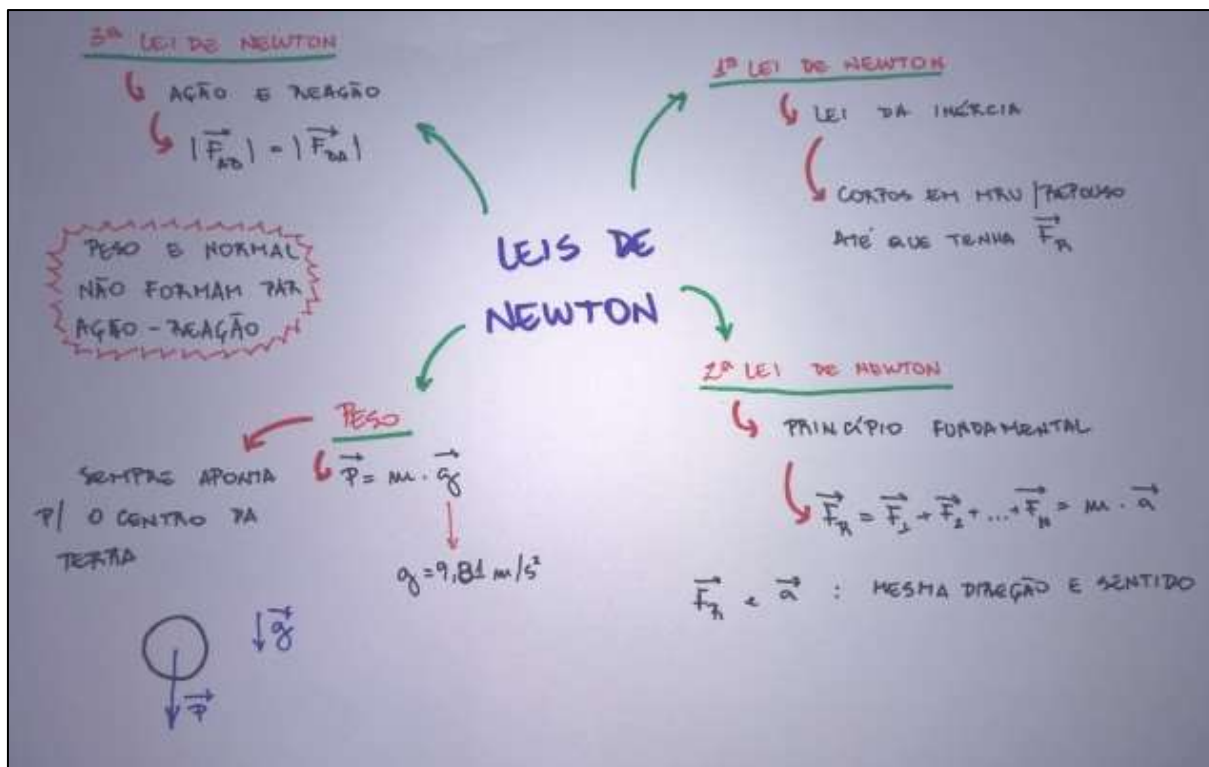
De acordo com Vilaça (2012, p. 4), “as atividades experimentais ou de demonstração, vinculadas a uma postura didática que valorize os saberes dos alunos possibilitam uma contínua mudança dentro das salas de aula”, buscando uma conexão entre o ensinar e o aprender, promovendo novas bagagens cognitivas para o conhecimento. Neste sentido, evidenciam-se os mapas mentais desenvolvidos nas aulas teóricas, permitindo e demonstrando suas concepções e finalidade, sendo que tais foram amplamente contextualizados nas abordagens em sala de aula. Além disso, o intuito é apresentar e descrever os experimentos, examinando suas ideias fundamentais, bem como os materiais (itens) necessários, as maneiras de montagem, apresentando também possíveis considerações sobre suas aplicações, conforme as propostas de Lavarda (2022).

4.1. PRINCÍPIO DA INÉRCIA: PRIMEIRA LEI DE NEWTON

As contextualizações acerca do Princípio da Inércia iniciaram com apresentação do seu precursor Isaac Newton, enfatizando a importância de destacar os cientistas e físicos, bem como sua relevância para a Física e demais ciências. Neste contexto, segundo Kazuhito e Fuke (2011), Isaac Newton (1643–1727) foi um Matemático, Físico, Astrônomo, Teólogo e Autor Inglês, que ficou amplamente reconhecido como um dos cientistas mais influentes de todos os tempos e como uma figura-chave na Revolução Científica. Posteriormente, as bagagens acerca de Isaac Newton e suas contribuições, definiu-se a inércia, explicando que esta é uma propriedade geral da matéria; trata-se da tendência de um corpo de manter seu estado inicial de repouso ou movimento, sendo que esse estado inicial só pode ser alterado por uma força (SILVA JÚNIOR, 2023).

Após variadas explicações e exemplificações sobre a inércia, abordou-se a Primeira Lei de Newton. De acordo com os esclarecimentos de Kazuhito e Fuke (2011), a Primeira Lei de Newton, também conhecida como Princípio da Inércia, afirma que todo corpo permanece em seu estado de repouso ou em movimento retilíneo e uniforme caso as forças que atuem sobre ele se anulem. Neste instante, foram evidenciadas a fórmula da inércia e suas correlações com a Segunda e Terceira Leis de Newton, dinamizando suas aplicabilidades no cotidiano. A Figura 4.1 ilustra o mapa mental concebido para a compreensão e assimilação acerca da Primeira Lei de Newton pelos estudantes.

Figura 4.1 - Mapa mental acerca da Primeira Lei de Newton



Fonte: Coelho (2016a).

A partir do mapa mental sobre a Primeira Lei de Newton (Figura 4.1), espera-se que os estudantes aprendam os conceitos básicos acerca da inércia como uma propriedade geral da matéria e como um conjunto de forças cuja resultante é nula, representando a resistência de um corpo as alterações em seu estado original de repouso ou movimento. Logo, os estudantes transcreveram o mapa mental como um reforço e para ter este como um material de estudos e para novas consultas.

4.1.1. Experimento da Trombada

O experimento da trombada está relacionando com a Primeira Lei de Newton, que se refere ao Princípio da Inércia. Ele tem como finalidade demonstrar que um objeto em repouso permanece em repouso, ou se estiver em movimento, permanece em movimento com velocidade constante, a menos que uma força externa atue sobre ele. Segundo Lavarda (2022), de acordo com o Princípio da Inércia, um objeto tende sempre a manter o seu estado de movimento, este podendo também ser o de repouso, quando “não há a ação de forças externas atuando sobre ele”. Assim sendo, o experimento da trombada serve para mostrar que um objeto em movimento tende a continuar em movimento de tal forma a evidenciar o Princípio da

Inércia. Para tanto, o Quadro 4.1 contempla os materiais necessários para a aplicação do experimento da trombada, especificando os itens necessários e algumas observações relevantes para a execução da experimentação.

Quadro 4.1 - Materiais necessários para a realização do experimento da trombada

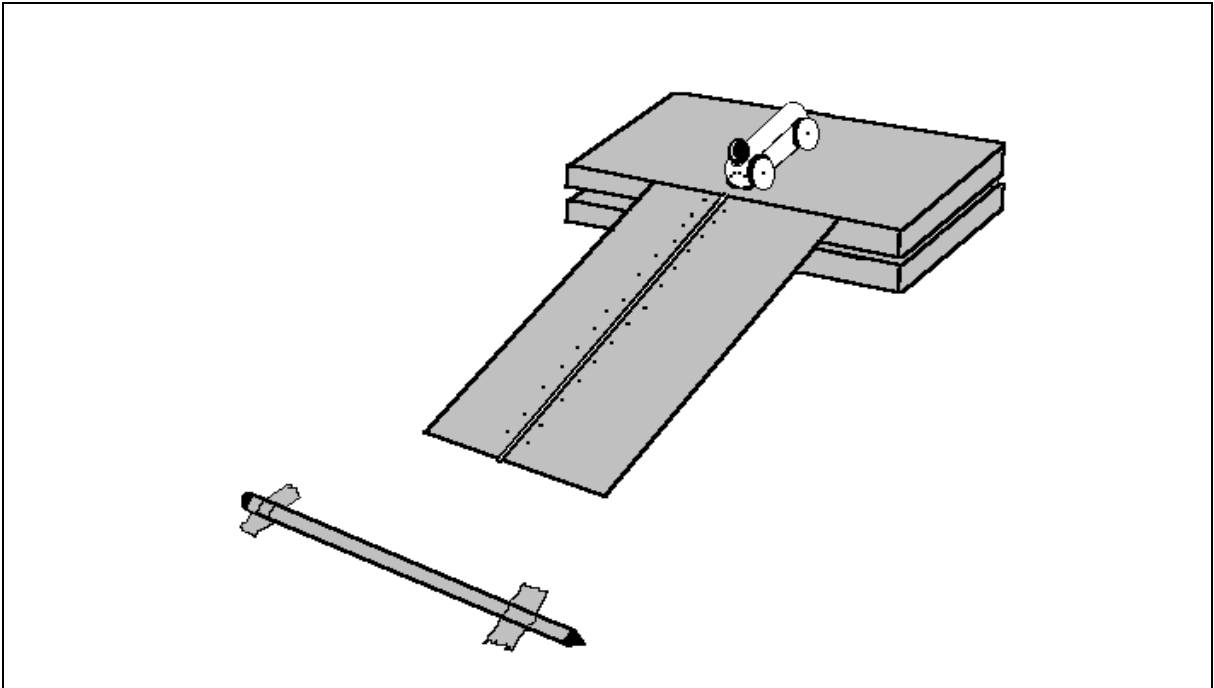
ITENS	OBSERVAÇÕES
Um carrinho de aço	É essencial que este carrinho rode muito bem (menos atrito possível).
Uma bolinha de aço	Esta bolinha pode ser encontrada em bicicletarias ou oficinas mecânicas. São retiradas de várias peças, na sua maioria rolamentos; as maiores são obtidas de juntas homocinéticas.
Duas réguas ou madeira	Qualquer régua ou objeto similar deve servir para fazer o papel de rampa.
Um lápis	
Um pedaço de massa de modelar	Serve de adesivo entre a bolinha de aço e o carrinho.
Alguns livros	
Fita adesiva	

Fonte: Adaptado de Lavarda (2022).

Na Figura 4.2, que ilustra o experimento, observa-se que a ideia consiste em deixar um carrinho, com uma bolinha presa a ele, rolar uma rampa e chocar-se com um obstáculo. O carrinho percorrerá a rampa até atingir o lápis e, ao atingi-lo, o carrinho para; a bolinha de aço, porém, estando apenas levemente presa ao carrinho, tende a continuar seu movimento, sendo lançada para a frente. O propósito é a de que, ao mesmo tempo que o carrinho para devido à ação de uma força externa (aplicada pelo obstáculo), a bolinha continua o seu movimento pelo fato de estar fracamente ligada ao carrinho, não sofrendo, portanto, a ação de nenhuma força externa.

Procedimento para a montagem: juntar às duas réguas com fita adesiva de forma que o lado numerado de uma coincida com a outra; depois, empilhar um ou mais livros sobre uma mesa reta e lisa, apoiando o começo das réguas ou madeira, já coladas, no topo da pilha de livros. Em seguida, fixar apoiando as extremidades das réguas com fita adesiva (na mesa e na pilha de livros) para que não haver escorregamento, formando assim uma rampa; e, também, um lápis com fita adesiva, a mais ou menos 20 cm da base da rampa, perpendicularmente a esta. Por fim, colocar um pedaço de massa de modelar no capô do carrinho e sobre a massa de modelar, levemente presa, a bolinha de aço; e posicionar o conjunto carro, massa e bolinha no alto da rampa.

Figura 4.2 - Experimento da trombada



Fonte: Adaptado de Lavarda (2022).

Entretanto, pode ocorrer da massa de modelar no início grudar mais do que o desejado. Por isto, prenda e solte a bolinha algumas vezes antes de começar o experimento. Além disso, a limpeza da bolinha e do carrinho faz-se necessária periodicamente, sendo inclusive aconselhável a troca da massa. Percebe-se que tanto os materiais, como a montagem do experimento são simples, com utensílios do dia a dia escolar, promovendo que o experimento aconteça sem grandes dificuldades e empecilhos.

4.2. PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO

Assim como no Princípio da Inércia, iniciaram-se as abordagens teóricas em sala de aulas sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear, primeiramente conceituando este princípio mediante exemplificações a partir de sua definição. Consoante com a Biblioteca de Física do Khan Academy (2023), “em física, o termo conservação refere-se a algo que não muda. Isto significa que a variável de uma equação que representa uma grandeza conservativa é constante ao longo do tempo”. Logo, a partir das conceituações da conservação, promove-se uma visão fundamental para a aprendizagem do estudante, bem como dos termos quanto dos movimentos da Física.

Em sequência a compreensão da conservação, introduziu o Princípio da Conservação da

Quantidade de Movimento Linear, quando um corpo ganha Quantidade de Movimento Linear, outro corpo perde igual Quantidade de Movimento, e essa é o Princípio da Conservação de tal movimento (Biblioteca de Física do Khan Academy, 2023).

Vale destacar que, perante os estudantes e conforme ponderado por Baptista (2006), não podemos esquecer que um sistema é dito isolado, se a resultante das forças externas que atuam nesse corpo forem desprezadas, e que a quantidade de movimento de um sistema pode permanecer constante ainda que a energia mecânica não permaneça. Isto acontece porque os princípios de conservação, sendo tais da massa, do momento total e da energia, são independentes. A Figura 4.3 apresenta o mapa mental concebido para a compreensão do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear.

Figura 4.3 - Mapa mental sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.
Linear



Fonte: Coelho (2016b).

No entanto, temos que evidenciar que as diversas grandezas na Física são importantes tanto para a descrição de fenômenos físicos como para fazer previsões de situações diversas em nosso dia a dia, de outra forma, seria muito difícil demonstrar e relacionar algumas destas grandezas com suas respectivas funcionalidades. Além disso, é necessário salientar que em uma colisão, um evento em que dois ou mais corpos exercem forças um sobre o outro por um tempo

relativamente curto, embora a palavra colisão seja mais comumente utilizada nos casos em que há um grande impacto entre dois objetos, o uso científico do termo “colisão” não faz referência à magnitude da força.

4.2.1. Experimento do Canhão de Borrachinha

O principal objetivo do experimento do canhão de borracha, conforme Lavarda (2022), é “mostrar que num sistema onde inicialmente não existe movimento nenhum e então duas partes diferentes do sistema começam a se movimentar, existe uma compensação: os movimentos ocorrem na mesma direção, porém em sentidos opostos”. Este experimento está correlacionado com o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear, sabendo que qualquer sistema sempre conserva constante a sua Quantidade de Movimento Linear; podendo, inicialmente, ser nula ou não (LAVARDA, 2022). Para a montagem deste experimento, foram necessários os itens listados no Quadro 4.2, observando as considerações acerca de tais itens.

Quadro 4.2 - Materiais necessários para a montagem do experimento do canhão de borrachinha

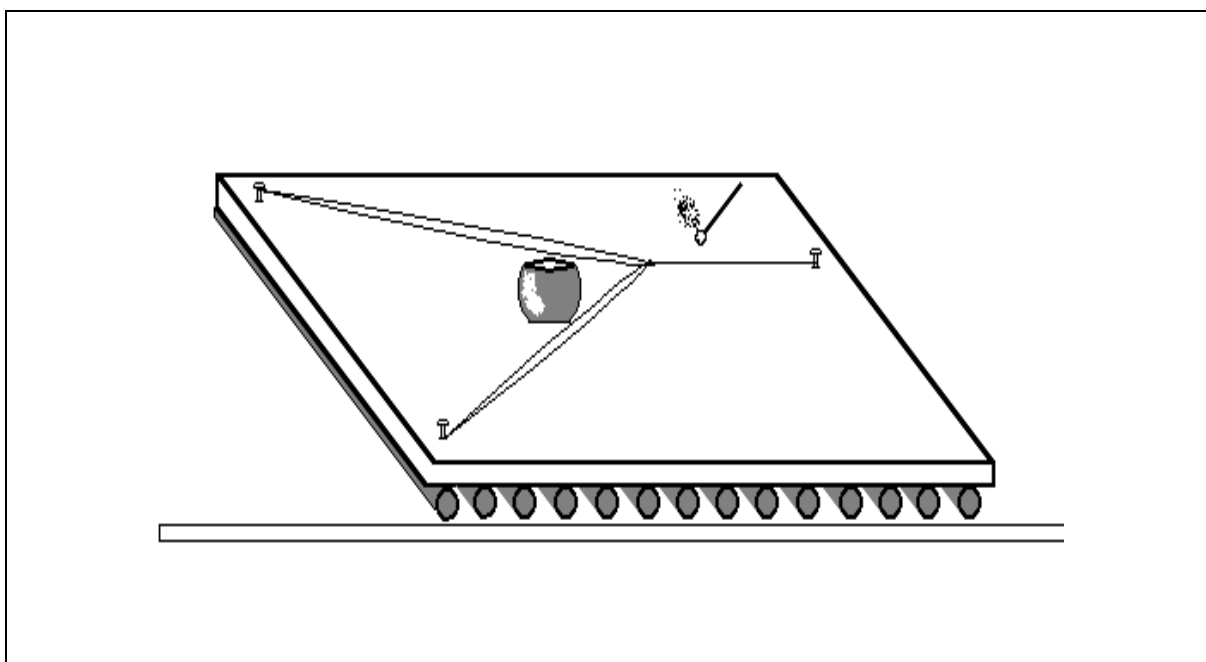
ITENS	OBSERVAÇÕES
Uma tábua leve de 15x10 cm	Pode ser, por exemplo, obtida de uma caixa de uva, da parte da madeira mais fina que a compõe.
Três parafusos ou pregos pequenos	
Um elástico de dinheiro	
Linha de costura	
Fósforos ou isqueiro	
Projétil	Pode ser qualquer coisa passível de ser atirada pela borracha: um apontador de lápis, uma borracha de apagar lápis, dessas que têm uma capa plástica de proteção (só a borracha ofereceria muito atrito), etc.
Lápis	A quantidade deve ser tal que permita a base de madeira se deslocar por toda a distância que essa conseguir se mover após o tiro. Algo como uma dúzia ou mais deve resolver.

Fonte: Adaptado de Lavarda (2022).

A ideia do experimento consiste em estabelecer um sistema muito similar a um canhão real, aonde uma borrachinha de dinheiro é armada sobre a base de madeira, de forma como se

constituísse uma atiradeira prestes a estimular o projétil, conforme ilustra a Figura 4.4. A linha de costura e o palito de fósforo servem para desfechar o “tiro” com a menor interferência possível. Em seguida, após armado o sistema, dispara-se o “tiro”, meramente, queimando a linha que sustenta a borrachinha esticada. Neste momento, observa-se que enquanto o projétil é lançado em um sentido, todo o resto do sistema move-se num outro sentido, ou seja, retrocede. Logo, é possível explorar a compensação de quantidades de movimentos, sendo bastante visível que ocorre neste experimento, uma vez que o projétil mais leve se desloca com velocidade maior e o resto do sistema, sendo mais pesado, desloca-se em outro sentido e com velocidade menor.

Figura 4.4: Experimento do canhão de borrachinha



Fonte: Adaptado de Lavarda (2022).

4.2.2. Procedimento de montagem

A montagem deste experimento começa com o preparativo da madeira, de forma que esta fique o mais liso possível, extraindo todas as farpas e os possíveis defeitos, nas bordas de menor largura. Feito isso, dois parafusos devem ser fixados nos cantos da placa e, no centro da borda oposta, o outro parafuso. Em seguida:

- Passe cada uma das pontas da borrachinha pelos parafusos da extremidade que contém dois parafusos;
- Amarre no centro do elástico um pedaço de linha;

- Puxando a borrachinha pela linha, estique-a na direção do parafuso que está no centro da outra extremidade, e enrole a linha nele, para que fique preso e esticado. Não encoste a borrachinha no parafuso deixe uma folga de mais ou menos um centímetro (LAVARDA, 2022).

Por isso, não se deve encostar a borrachinha no parafuso, deixando uma folga de mais ou menos um centímetro, de modo que o projétil constituído pela borrachinha esticada dentro do vértice demonstre um V. Por fim, ajustar os lápis sobre a mesa, um paralelo ao outro, compondo uma espécie de caminho, sendo por onde o canhão precisará se deslocar após o tiro. Assim, com o conjunto armado sobre a esteira de lápis, queime a linha com o fósforo sem que o palito ou você encoste no experimento. Ainda, o peso do canhão é importante para se observar um bom recuo. Logo, torna-se necessário escolher uma boa madeira que sirva de base para o canhão.

Evidencia-se que apesar de exigir um preparo maior, bem como de instrumentos de marcenaria e da necessidade de um objeto com fogo, o experimento do canhão de borrachinha traz uma dinâmica conhecida pelos estudantes, pois, através das aulas de História e de áreas correlacionadas, sabemos que o percurso da humanidade se deu através das guerras. Como o canhão é um instrumento milenar, isso facilita o entendimento e a compreensão do experimento, o qual pode ser comparado ao estilingue.

4.3. QUEDA LIVRE

Os enfoques sobre o movimento de queda livre foram contemplados a partir de uma introdução sobre Galileu Galilei e sua influência para a Física e os seus estudos, respaldando que o movimento de queda livre estudado por Galileu Galilei, Físico Italiano, mostrou e provou que corpos em queda livre, mesmo os de massas diferentes chegariam ao chão ao mesmo tempo, pois estariam sujeitos à mesma aceleração. Logo, a Queda Livre representa um movimento acelerado que ocorre em objetos que caem sem sofrer os efeitos das forças de atrito com o ar, como quando um objeto é solto no vácuo (HELERBROCK, 2023).

A queda livre dos corpos caracteriza-se por um fenômeno natural contraintuitivo. Em outras palavras, é comum as pessoas considerarem que um corpo em queda livre que possua maior massa, caia mais rapidamente que um corpo mais leve. O que significa dizer que, se considerarmos ambos abandonados de uma mesma altura e no mesmo instante, geralmente, o primeiro (maior massa) atingirá o solo mais rapidamente que o último (menor massa). Apesar das evidências observacionais, o tempo de queda de um objeto independe de sua massa e, podemos dizer que, a resistência do ar, geralmente, é a responsável por retardar o tempo de

queda do objeto mais leve. Não é fácil convencer os alunos que o tempo de queda de um objeto independe da sua massa, porque eles vivenciam fenômenos que ratificam aquelas concepções alternativas, ocorrendo o que (BASTOS, 2010) denominam de o Fenômeno da Distorção. Além disso, o professor não dispõe de equipamentos demonstrativos, como, por exemplo, um tubo de vácuo que possa, por meio de uma experimentação sistematizada, mostrar que todos os objetos em queda livre adquirem uma aceleração constante.

De acordo com (PERUZZO, 2012, p.19), no dia a dia, “ainda temos a impressão de que objetos mais pesados caem mais rapidamente que os mais leves”. Por exemplo, se uma pedra e uma pena fossem soltas, a partir do repouso, de uma mesma altura h , observa-se que a pedra chegará mais rápido ao chão que a pena. Todavia, “o que retarda a queda da pena é a resistência do ar” (PERUZZO, 2012, p.19).

Então, qual a relação entre queda livre e resistência do ar? No caso da pedra e da pena, do exemplo anterior, a pedra chegará mais rapidamente ao chão que a pena por causa da resistência do ar. Segundo Peruzzo (2012), devido a diferença de formato entre a pedra e a pena, “a força de resistência do ar, que tem sentido oposto à força gravitacional que puxa os objetos para o centro da Terra, é bem maior sobre a pena do que sobre a pedra” (PERUZZO, 2012, p.22).

Em geral, para o movimento de um corpo de massa m em um fluido (líquido ou gás), existe a ação de uma força de sentido oposto a esse movimento. Neste caso, “essa força de resistência consiste na força de atrito entre o corpo e as partículas que compõem o fluido” (PERUZZO, 2012, p.23). Ainda, de acordo com Peruzzo (2012), essa força de resistência do ar depende da velocidade do objeto, de sua forma e da área da seção transversal, perpendicular à direção do movimento. A intensidade dessa força de resistência, F_r , é dada por (PERUZZO, 2012, p.23):

$$F_r = k \cdot v^n \quad (1)$$

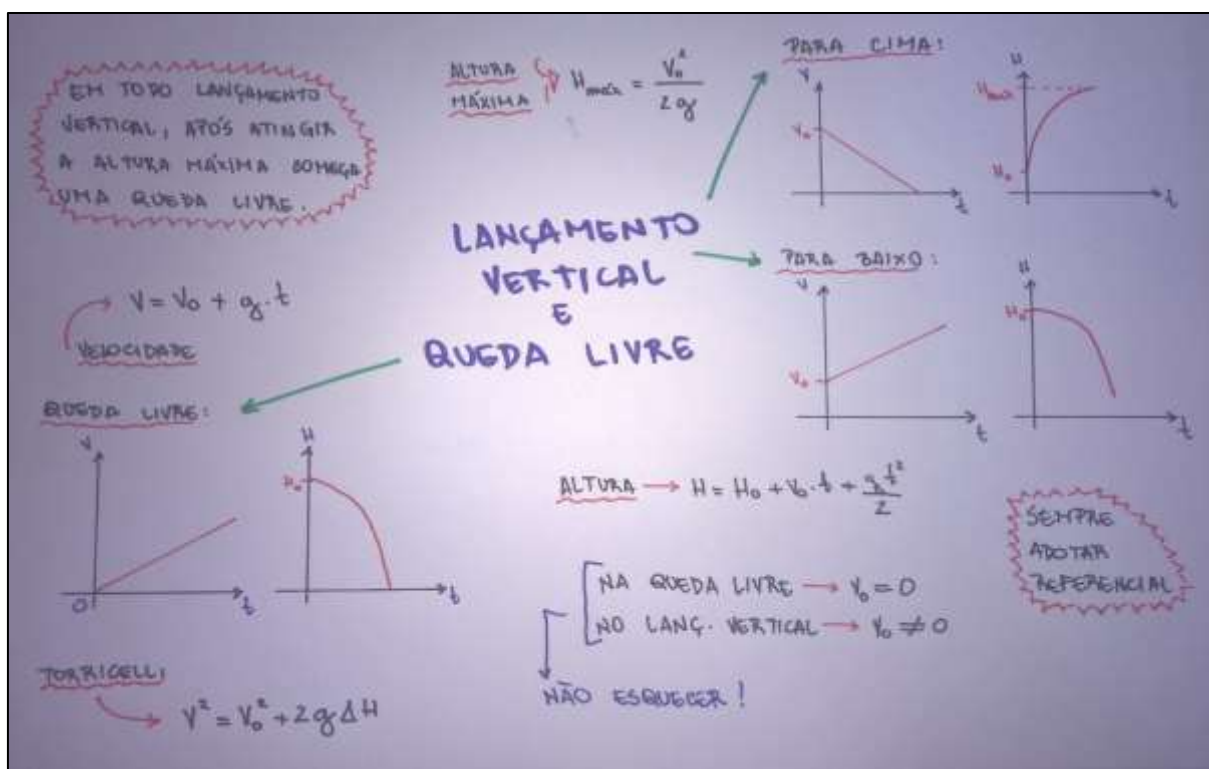
onde k é uma constante que depende do fluido, no caso em questão o ar, e do formato do corpo, v a velocidade do corpo e n uma constante que depende da ordem de grandeza velocidade, cujo valor é 1 ou 2, sendo geralmente 2. Quando a força dissipativa dada pela Equação 1 é levada em consideração no estudo do movimento de um corpo de massa m em queda livre, sua velocidade pode ser descrita pela equação: (Bronson et al, 2022)

$$V(t) = \left(v_0 + m \cdot \frac{g}{k} \right) \cdot e^{-\left(\frac{k}{m} \right) \cdot t} - m \cdot \frac{g}{k} \quad (2)$$

Contudo, para baixas velocidades e corpos pequenos, a constante n assume o valor 1 (Machado, 2000, p.66).

De modo que, segundo Helerbrock (2023), as contextualizações sucederam englobando que a queda livre é um movimento descrito pelos corpos, abandonados a uma certa altura, que acontece exclusivamente pelo efeito da gravidade local, sendo que, para facilidade de estudo, nesse tipo de movimento desconsideramos o efeito das forças de arraste ou atrito. Isto é possível porque todos os objetos em queda livre sofrem a ação de forças dissipativas, força de resistência do ar, por exemplo, a qual pode ser desprezada se essa resistência for pequena (Peruzzo, 2012, p.23). Assim, é possível evidenciar que a queda livre é o movimento que se origina exclusivamente da aceleração da gravidade, realizando movimento quando algo é solto, com velocidade inicial igual a zero, a partir de uma certa altura. O mapa mental contextualizado para as abordagens sobre a queda livre está apresentado na Figura 4.5, contemplando os tipos de lançamentos, livre e vertical, bem como sua fórmula e breves considerações.

Figura 4.5 - Mapa mental sobre queda livre



Fonte: Coelho (2016c).

Dessa forma, a intenção do mapa foi demonstrar que o movimento de queda livre ocorre quando um corpo qualquer de massa m é deixado no espaço, descrevendo uma trajetória em direção ao solo, sob a ação exclusiva da aceleração da gravidade. Além disso, ao serem soltos

no vácuo, corpos de diferentes massas atingirão o solo ao mesmo tempo. E, assim, espera-se que os estudantes assimilem e compreendam o movimento de queda livre, além de seus parâmetros como altura, velocidade e força gravitacional.

4.3.1. Experimento da Queda Livre

O objetivo central do experimento da queda livre consiste em mostrar que, independentemente da massa m dos objetos, eles sempre demoram o mesmo tempo para chegar ao chão, se soltos de uma mesma altura h . Segundo Lavarda (2022), o intuito do experimento é reapresentar a experiência de Galileo Galilei (1564-1642), que provou que todos os corpos na vizinhança da Terra sofrem uma atração em direção ao centro gravitacional do planeta, próximo ao centro da Terra. E, isso ocorre de tal forma que para algo que está na superfície, como qualquer pessoa, essa atração se manifesta para baixo, sendo a direção para o centro terrestre.

Logo, como todos os objetos caem do mesmo modo, deve haver algo que seja comum a todos eles. Primeiro, que possuem a mesma aceleração de queda, sendo a aceleração gravitacional. Assim, com a mesma aceleração no movimento de queda, todos os objetos ganham velocidade na mesma proporção. Segundo, como ganham velocidades iguais, devem chegar juntos ao solo, se largados ao mesmo tempo t e, também, de uma mesma altura h . Os itens para a realização desse experimento e algumas observações acerca destes materiais estão apresentados no Quadro 4.3.

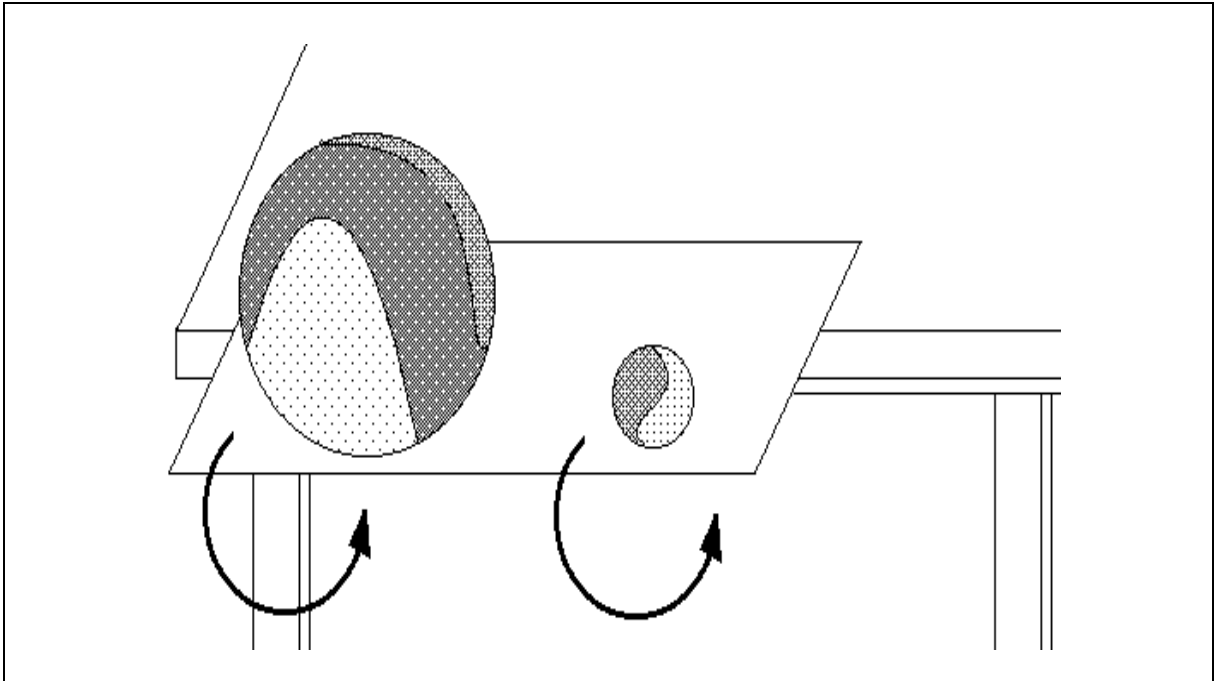
Quadro 4.3 - Materiais necessários para a realização do experimento de queda livre

ITENS	OBSERVAÇÕES
Massa de modelar	
Algo que sirva como bandeja	Pode ser um livro, pedaço de cartolina ou papelão, ou mesmo uma bandeja.

Fonte: Adaptado de Lavarda (2022).

O experimento consistiu em observar a queda de pares de objetos com massas m diferentes. De acordo com a Figura 4.6, dois objetos de massas bem diferentes, sendo duas esferas modeladas, uma com pouca e outra com muita massa de modelar, caem livremente de uma certa altura h .

Figura 4.6 - Experimento da queda livre de corpos de massas diferentes



Fonte: Adaptado de Lavarda (2022).

Pode-se utilizar de um pacote com dez barras de massas de modelar, onde oito dessas barras podem ser usadas para fazer a esfera maior e apenas duas barras para fazer a menor. Feito isso, solta-se às duas esferas de uma mesma altura “ h ” ao mesmo tempo t . E, para que essas esferas sejam soltas de uma altura “ h ” ao mesmo tempo “ t ”, pode-se utilizar algo (caderno, livro etc.) como bandeja, a qual pode ser virada, fazendo com que as duas esferas, de massas diferentes, comecem a cair ao mesmo tempo. Como resultado, temos que as esferas tocam o chão em simultâneo, apesar de elas terem visivelmente massas diferentes. Por isso, nota-se que toda a verificação dos resultados depende da observação atenta do movimento de queda, fazendo-se necessário muita atenção quando chegam ao solo.

Assim sendo, tal experimentação parte de enfoques da observação, cabendo ressaltar a importância deste método científico de pesquisa. Além disso, os recursos necessários e a forma de realização da experimentação são extremamente simples, com resultados concisos quanto as observações e suas discussões.

5. O PRODUTO EDUCACIONAL

A proposta do Produto Educacional (PE) abrange os objetivos da aprendizagem deste, a execução das práticas experimentais, de modo a relatar e demonstrar a aplicação da metodologia, bem como evidenciar como foram coletados os dados para as análises e discussões, contendo também as avaliações propostas. Trata-se de registro da realização das práticas experimentais, comprovando a ocorrência destes momentos. A proposta do PE foi desenvolvida no Centro de Ensino em Período Integral Estadual Abrahão André, na cidade de Catalão, Goiás, em duas turmas da 1ª Série do Ensino Médio. Uma dessas turmas participou do desenvolvimento das atividades experimentais e a outra não, permitindo o comparativo entre elas.

5.1 OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM COM A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Os PEs permitem o avaliar das usabilidades das práticas experimentais no ambiente escolar, introduzindo as vantagens e os resultados alcançados, bem como motivando a inserção destas de forma mais efetiva e eficaz, através do descrever das sequências didáticas com os objetos de aprendizagens. Como o ato de educar parte do aprimoramento da educação diante dos cenários em que estamos inseridos, cabe ao educador adaptar-se as necessidades e obstáculos do momento. Portanto, é necessário avaliar as práticas experimentais, mensurando e discutindo os resultados encontrados e, diante das comparações, evidenciar se tais garantem um maior conhecimento e o desenvolvimento cognitivo.

5.1.1. Objetivo geral no desenvolvimento do produto educacional

O objetivo geral no desenvolvimento do Produto Educacional consiste na realização de um comparativo mediante as usabilidades ou não das práticas experimentais para o Ensino de Física no dia a dia, por meio dos resultados na aprendizagem entre alunos de uma turma que participaram do desenvolvimento de atividades experimentais com os alunos de outra turma que somente utilizou dos métodos pedagógicos tradicionais.

5.1.2. Objetivos específicos no desenvolvimento do produto educacional

Os objetivos específicos no desenvolvimento do Produto Educacional consistem em: 1) Descrever a realização das práticas experimentais, evidenciando as formas de aplicações destas práticas e as correlações com os conteúdos; 2) Relatar as análises e discussões propostas através do Produto Educacional para o Ensino Física, bem como dos resultados que permitem um comparativo com as usabilidades ou não de tais práticas experimentais.

5.2 APLICAÇÕES DAS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS

O Produto Educacional é o resultado do desenvolvimento de uma sequência didática que leva em consideração tanto o planejamento das aulas como dos experimentos. Desta forma, buscou-se contextualizar as principais abordagens realizadas em sala de aula, bem como os mapas mentais apresentados para a aprendizagem e reforço dos conteúdos. Além disso, descrever os experimentos, suas finalidades, formas de aplicações, materiais necessários e considerações sobre as práticas experimentais. As aulas foram planejadas e realizadas durante o ano letivo de 2023, procurando desenvolver as contextualizações e exemplos. Contudo, como há interferências e, no intuito de reforçar os conceitos, foram apresentados breves mapas mentais acerca dos conteúdos estudados. Além dos mapas, os livros didáticos foram outro recurso pedagógico utilizado, destacando as obras de Kazuhito e Fuke (2011), Sampaio e Calçada (2005), Godoy, Agnolo e Melo (2020a e 2020b).

As aulas teóricas sucederam conforme o horário da instituição escolar, em seis momentos distintos em cada turma, ou seja, cada turma contemplou seis horas aulas para a verificação dos conteúdos propostos. A aula prática da experimentação foi realizada somente na Turma “A”, em um único momento após todos os embasamentos teóricos e desenvolvimento dos mapas mentais, no pátio aberto da escola, com o intuito de permitir melhores demonstrações e, também, maior interação entre os estudantes.

5.2.1. Princípio da Inércia: Primeira Lei de Newton

O primeiro experimento realizado foi o da trombada, que evidencia as aplicações do Princípio da Inércia, permitindo averiguar este tipo de movimento. A atividade experimental foi desenvolvida após às aulas teóricas e as concepções dos mapas mentais, somente na Turma

“A”. Os materiais e recursos utilizados para a realização desse experimento são apresentados na Figura 5.1.

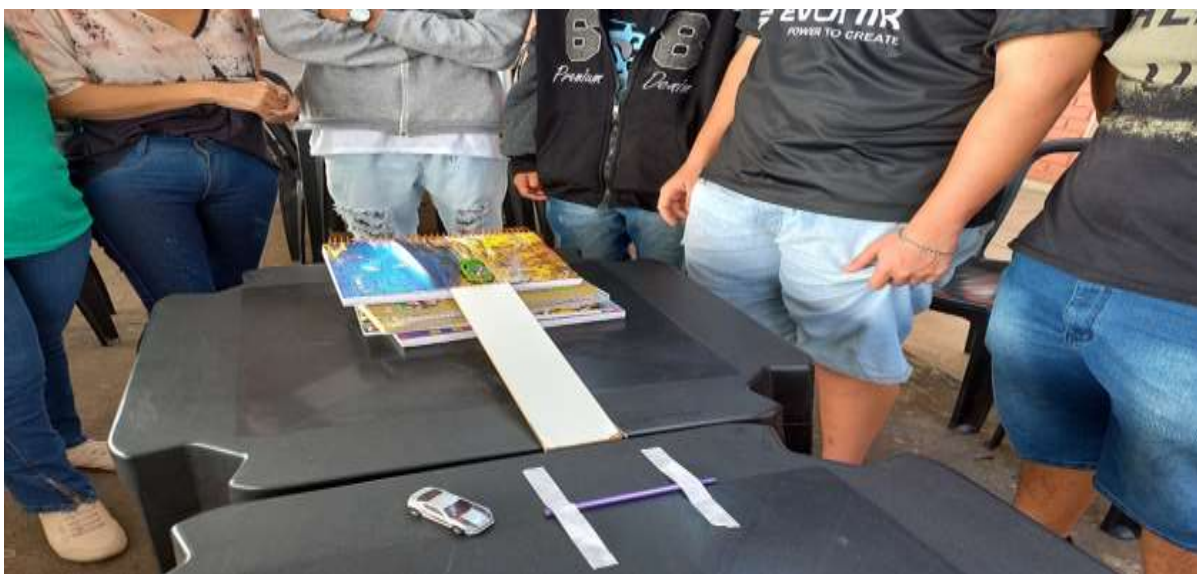
Figura 5.1 - Materiais utilizados na realização do experimento da trombada



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Em seguida, com os materiais pertinentes e os devidos ajustes entre as mesas, que serviram de bases para o experimento, a montagem aconteceu, mas com adaptações de alguns materiais, não representando nenhuma dificuldade para realização deste, pois as réguas foram substituídas por um pedaço de madeira para fazer a rampa. Após, o carrinho foi solto várias vezes para que todos tivessem a oportunidade de observar o evento, compreendendo o movimento de inércia e seu princípio, conforme ilustra a Figura 5.2.

Figura 5.2 - Apreciação, por parte dos estudantes, do experimento da trombada



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Devido à facilidade de replicar o experimento, sendo naturalmente observável, tal prática experimental incorreu tranquilamente e, inicialmente, contribuiu com a aprendizagem e com a interatividade entre os estudantes, ao permitir ver de forma simples e prática apreciar a Primeira Lei de Newton (Princípio da Inércia) por meio do movimento dos objetos em repouso e em movimento.

5.2.2. Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear

Posteriormente, foram separados e organizados os materiais para a realização da experimentação do canhão de borrachinha, que introduz o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear. Sabe-se que o movimento linear total de um sistema é formado por dois corpos, conservado se a resultante das forças externas que agem sobre eles for nula, mas não em outras condições. A Figura 5.3 mostra os materiais e recursos necessários e utilizados para o desenvolvimento do experimento do canhão de borrachinha.

Figura 5.3 - Materiais utilizados no experimento do canhão da borrachinha



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

No experimento do canhão de borrachinha, a montagem é um pouco mais complexa e exige a utilização do martelo para afixar os pregos no pedaço de madeira. Essa montagem foi realizada no solo com todo o cuidado possível e com a participação dos estudantes, como demonstra a Figura 5.4. Outro cuidado importante nesta experimentação é com o manuseio do isqueiro, que aquece com o uso. A Figura 5.5 complementa com a ilustração da execução do experimento do canhão, contendo também a observação pelos estudantes da Turma “A”. E, a

partir da primeira montagem, a prática experimental foi repetida e observada inúmeras vezes, com contextualizações complementares acerca do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear.

Figura 5.4 - Montagem
do experimento.



Figura 5.5 - Experimentação do canhão da borrachinha



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Nesta experimentação, observa-se facilmente a movimentação linear, ponderando os Princípios de Conservação dos movimentos do canhão e de sua munição, que também variam de acordo com as massas destes projéteis; foram experimentadas variadas massas de projéteis. Observou-se a ocorrência da participação e do envolvimento da turma na prática experimental, que necessitou de maiores observações por parte de alguns estudantes, com várias repetições dos disparos.

5.2.3. Movimento de Queda Livre

Por último, foi realizado o experimento de queda livre, com a finalidade de entender melhor o conceito da força gravitacional. A Figura 5.6 mostra os materiais e recursos necessários para a realização da prática experimental da queda livre de corpos de massa m .

Figura 5.6 - Materiais para a realização do experimento de queda livre de vários corpos



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Tal experimento (Figura 5.6) é muito simples e exige pouca usabilidade de materiais. No entanto, a observação é um fator determinante para a compreensão e assimilação dos conceitos, por ser muito rápido o movimento de queda livre de um corpo de massa m . Assim, é possível observar pela Lei da Gravitação Universal de Newton que existe uma força que atrai todos os corpos para o centro da Terra. Esta força é conhecida como Força Gravitacional. A Figura 5.7 mostra a participação da Turma “A” nas execuções desta prática experimental milenar e tão grandiosa para compreensão dos fenômenos físicos.

Figura 5.7 – Participação dos alunos da Turma A no experimento de queda livre



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Com a experimentação do movimento de queda livre de alguns corpos de massa m , foi possível observar que o movimento de queda livre é uniformemente acelerado, com uma trajetória retilínea e vertical, e uma aceleração que é a mesma para todos os corpos. Neste experimento, é possível o estudo várias grandezas físicas, tais como velocidade, peso, força, aceleração, entre outras. O experimento da queda livre de corpos requereu algumas reaplicações para as percepções e observações de todos os estudantes envolvidos, apresentando boa participação destes na prática, com considerações e curiosidades acerca dos conteúdos que envolvem a experimentação.

5.3. AVALIAÇÕES ACERCA DAS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS

Através da aplicação do PE, percebeu-se a importância, necessariamente, do planejar para o efetivo uso das práticas experimentais. Este planejamento vai além dos planos de aula e das aulas expositivas, pois requer tempo para o preparo dos ambientes, dos instrumentos, dos equipamentos, dos utensílios, dentre outros, necessários para as experimentações. Além disso, como aconteceu nas duas turmas da concepção e do desenvolvimento dos mapas mentais, estima e espera-se que tal método seja reaplicado pelos estudantes no cotidiano de seus estudos, ampliando esta prática para outras disciplinas e, ainda, favorecendo e melhorando a criação de mapas mentais como instrumentos simples e eficientes para a compreensão e memorização dos conteúdos.

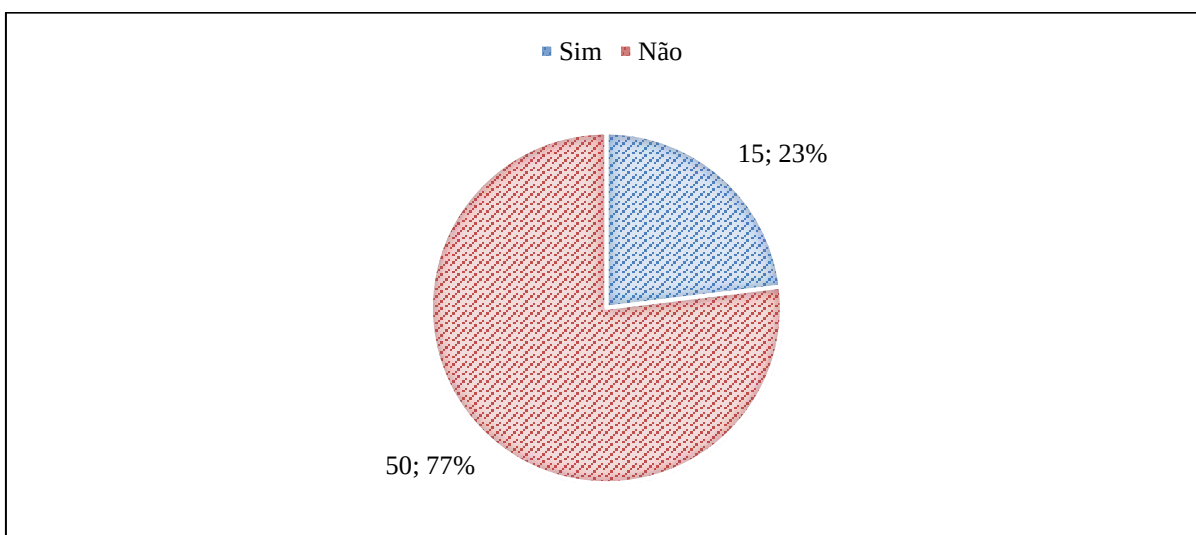
O planejamento e execução do PE ocorreu sem obstáculos e dificuldades. Como a escola carece de ambientes específicos para as diversas práticas didáticas, os momentos das práticas experimentais sucederam no pátio da escola, por ser uma área ampla, plana, e que permite a movimentação dos estudantes entre os diversos experimentos propostos. Contudo, em nenhum momento tal fato e ambiente inviabilizou a execução das atividades propostas. Com relação ao envolvimento dos estudantes que participaram da aula experimental, notou-se que houve comprometimento destes durante as experimentações. Além disso, alguns estudantes compartilharam suas dúvidas, que ao serem sanadas, trouxeram novas complementações aos conteúdos estudados.

O comparativo entre os alunos das Turmas “A” e “B”, sendo que os alunos da Turma “A” participaram das experimentações, enquanto trabalhou-se com os alunos da Turma “B” somente com as aulas contextuais e expositivas. Vale ressaltar aqui que o envolvimento e a participação dos alunos foram extremamente maiores com a aula experimental, e, ainda mais, nas aulas posteriores a essa prática metodológica. Todavia, sabemos que há inúmeras formas

de aprender e hoje, mais ainda de ensinar, onde o explorar didático torna a educação os alicerces que transformam a realidade. Neste sentido, a aula experimental é mais que uma vivência, é o aprender e compartilhar fazendo. Portanto, os resultados apresentam uma lacuna, em que é perceptível que em todas as ciências aplicadas devem ser experimentadas, corroborando com a veracidade da própria Ciência. Enfatizamos aqui que a Turma “A” compreendia 33 (trinta e três estudantes) e a Turma “B” 32 (trinta e dois) estudantes, totalizando 65 (sessenta e cinco) estudantes que representam a amostragem do estudo. Os dados são apresentados tanto na frequência absoluta quanto relativa, com os devidos percentuais.

O primeiro instrumento de coleta de dados foi o Questionário sobre a Física (Anexo A), aplicado antes das aulas teóricas, no intuito de averiguar a percepção dos estudantes quanto a relevância do Ensino de Física, bem como estes se sentem preparados e motivados, entre outros. Os dados deste questionário são evidenciados correspondendo a amostra do total do estudo, ou seja, os 65 (sessenta e cinco) estudantes, no intuito que tais ponderações correlacionem com o resultado da aprendizagem. Inicialmente, a primeira ponderação buscou compreender se os estudantes gostavam da disciplina de Física. Os resultados assim obtidos estão apresentados no Gráfico 5.1.

Gráfico 5.1 – Resultados do Questionário - Você gosta de Física?

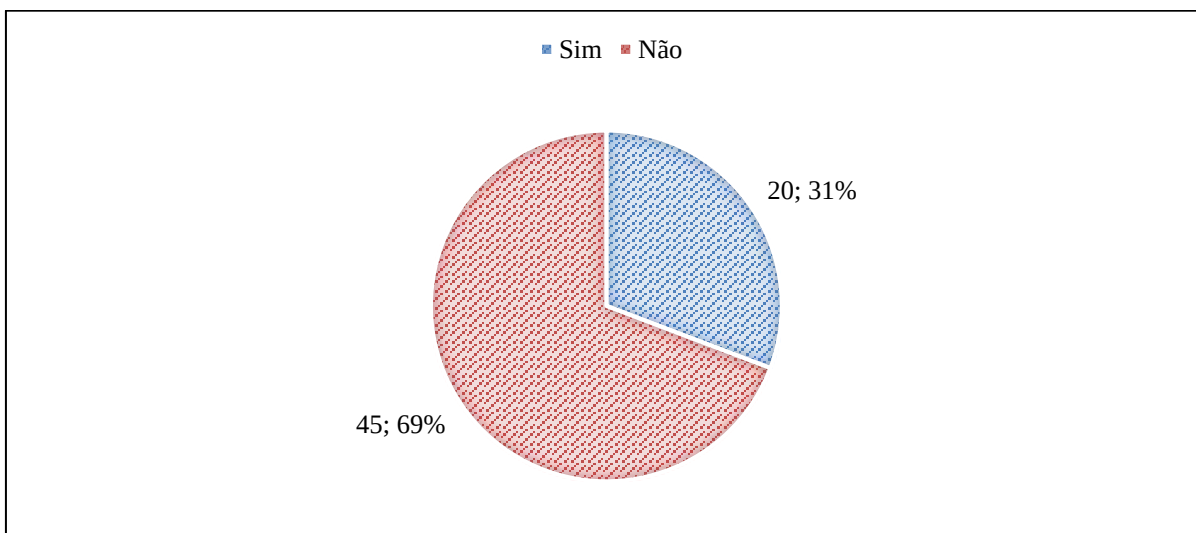


Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

De acordo com o resultado apresentado no Gráfico 5.1, mais de três quartos dos estudantes, ou seja, 77%, afirmam que não gostam de Física. Em contrapartida, 23% evidenciam que gosta da disciplina. Logo, percebe-se que há pouca afinidade entre estudantes e os conteúdos da Física. Complementarmente, é questionado se os estudantes possuem boas

notas na disciplina de Física. Os resultados deste questionamento estão apresentados no Gráfico 5.2.

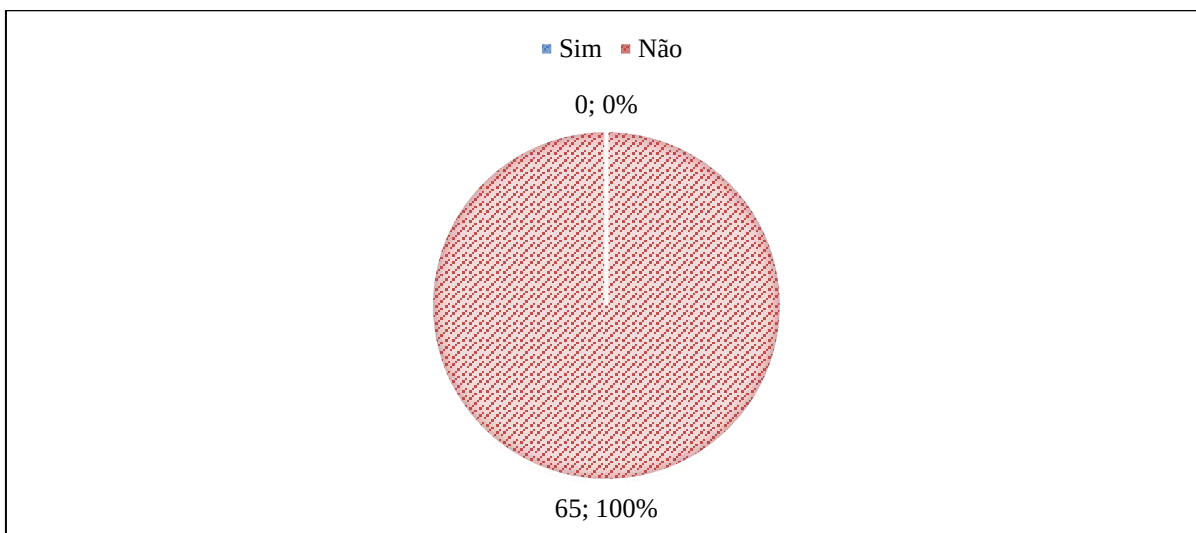
Gráfico 5.2: Resultados do Questionário - Você tem boas notas em Física?



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Entre os estudantes, mais de dois terços, isto é, 69% deles, declaram que as notas na disciplina de Física não são boas, enquanto, 31% apresentam boas notas. Neste sentido, fica notório que somente ter afinidade pelo conteúdo e/ou disciplina não é suficiente para alcançar boas notas, sendo importante dedicação e estudos complementares a sala de aula, evidenciando os dados encontrados anteriormente. Por isso, os questionamentos seguintes buscam averiguar a participação destes estudantes em evento voltados para o Ensino de Física e as condições escolares. Nesse contexto, ponderou se os estudantes já participaram de alguma experiência prática de Física, sendo que dados são demonstrados no Gráfico 5.3.

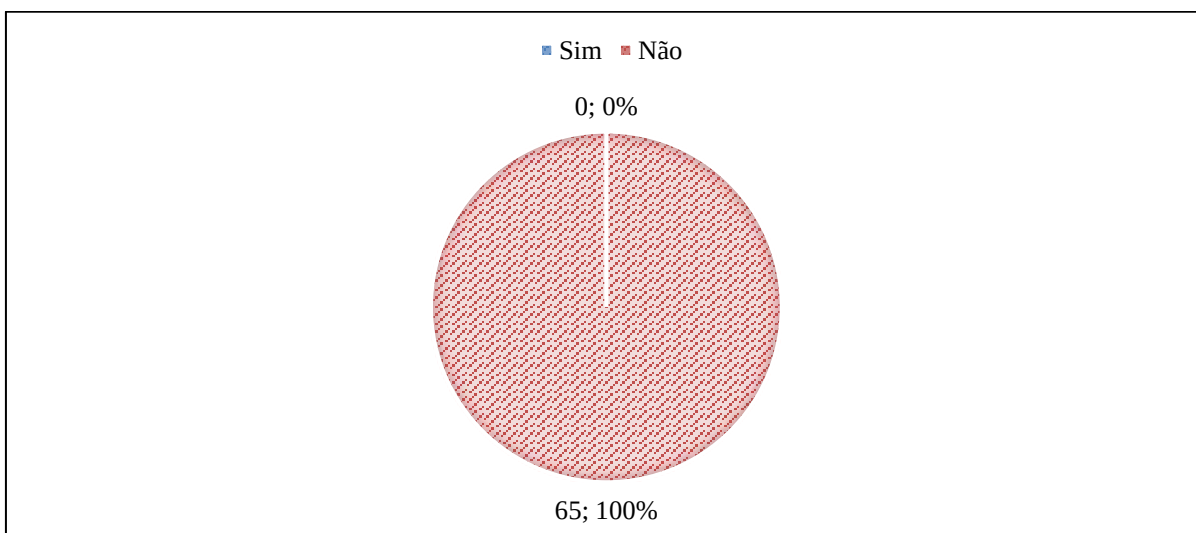
Gráfico 5.3: Resultados do Questionário - Você já realizou alguma experiência prática de Física?



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

De acordo com os resultados apresentados no Gráfico 5.3, evidencia-se que todos os estudantes relataram que nunca participaram de uma experiência prática de Física. Assim, temos que antes da realização do PE estes não haviam participado de nenhuma experimentação e, ainda, que os estudantes da Turma B permaneceram o restante do ano letivo de 2023 sem participarem destas práticas, pelo menos na disciplina de Física. Para comprovar tal evidência, questionou-se sobre a existência de Laboratório de Física ou Ciências na Instituição. O resultado assim obtido está apresentado no Gráfico 5.4.

Gráfico 5.4 – Resultado do questionamento, “Sua escola possui Laboratório de Física ou Ciências”?

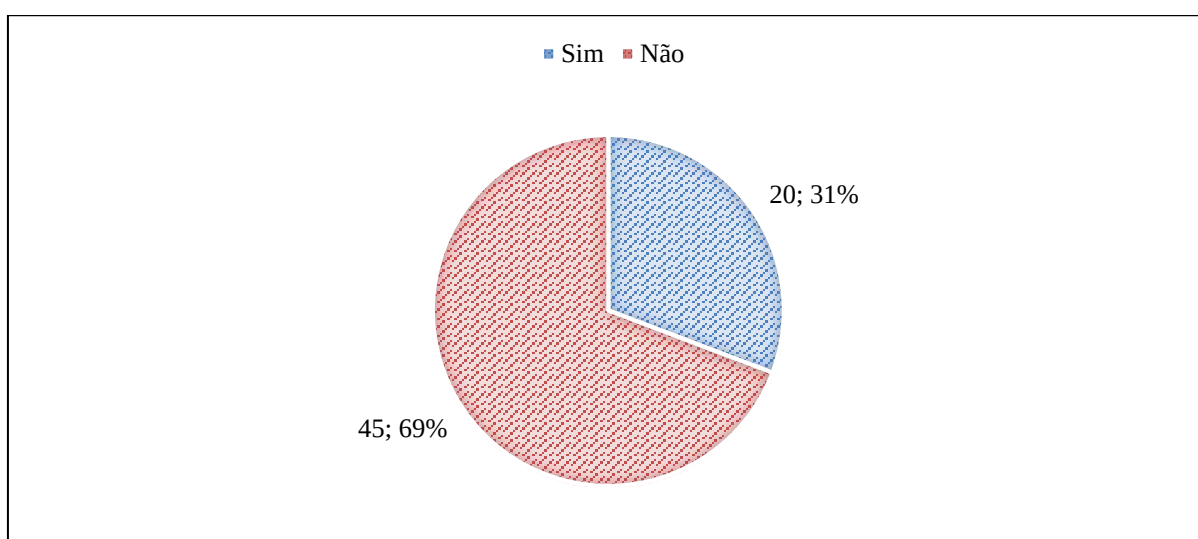


Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Contudo, vale destacar que no ano de 2023, com a validação do tempo integral no Ensino Médio, e tendo em vista as metas do Plano Nacional de Educação (PNE) e do Plano Estadual de Educação (PEE) de Goiás e, em específico, da meta 21 do PEE de Goiás, que compreende o expandir dos investimentos “público estadual em educação pública de forma a atingir, no mínimo, o patamar de 7% (sete por cento) do Produto Interno Bruto–PIB do Estado no 5º ano de vigência deste Plano e, no mínimo, o equivalente a 10% (dez por cento) do PIB estadual a partir do 9º ano deste Plano” (GUIMARÃES; GOMES; SILVA, 2017). Sendo assim, os colégios passaram a ser denominados CEPI e, como centros de ensino, devem ser equipados com Laboratórios de Física, sendo que o laboratório do CEPI Abrahão André tem previsão para sua montagem e utilização a partir do segundo semestre de 2024.

Os resultados apresentados nos Gráficos 5.3 e 5.4 corroboram com a ponderação do parágrafo acima, pois enfocam na veracidade dos dados encontrados, visto que os alunos que não participam de práticas experimentais, por não terem acesso a laboratórios apropriados em suas unidades escolares, são afetados no processo de aprendizagem, pois os laboratórios são espaços que permitem aos alunos e professores vivenciarem, observar e experimentar os conhecimentos estudados em sala de aula. A seguir, questionou-se sobre a participação dos estudantes em algumas das Olimpíadas de Física. Os resultados assim obtidos estão apresentados no Gráfico 5.5.

Gráfico 5.5 – Resultado acerca do questionamento, “Você já participou de alguma Olimpíada de Física”?



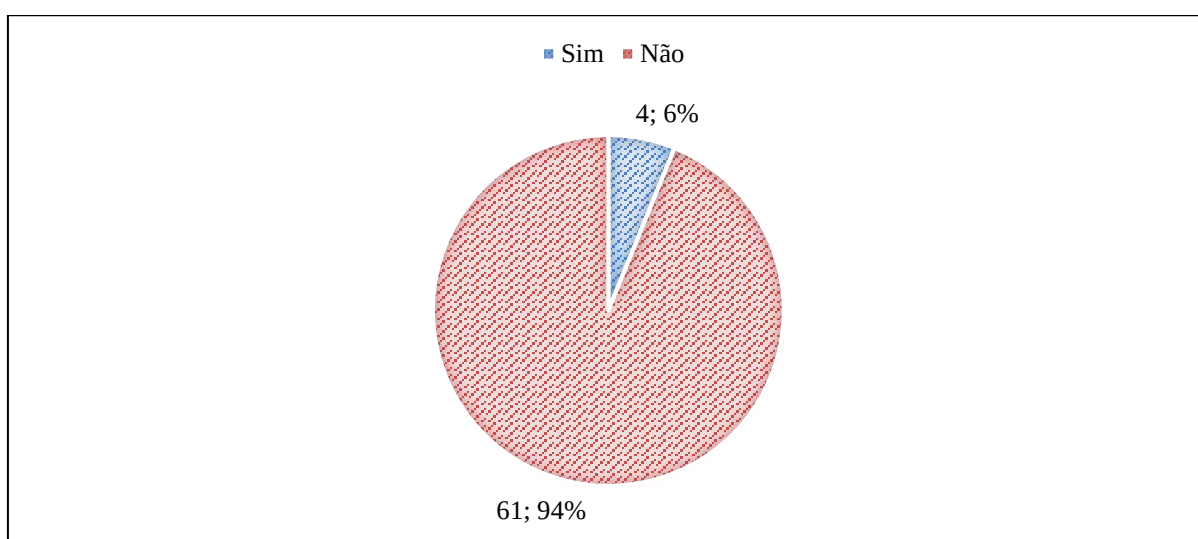
Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Primeiramente, as Olimpíadas Brasileira de Física (OBF) se iniciaram no Estado de São

Paulo por volta de 1985 a 1987, sendo que “em 1999, a Sociedade Brasileira de Física (SBF), com sede na cidade de São Paulo e secretarias regionais em vários Estados do país, resolveu realizar a Olimpíada de Física em âmbito nacional” (UFG, Campus Samambaia, 2024). Desse modo, as OBF passaram a ganhar espaços e incentivos na educação nacional, com principal foco no Ensino Médio. Segundo a Universidade Federal de Goiás, Campus Sambaia (2024), “Goiás tem sido um dos Estados que se destacam tanto na questão de regularidade e número de participantes, quanto no quesito intelectual, tendo enviado dois alunos para a OIBF [Olimpíada Ibero-Americana de Física], [... com] uma menção honrosa e uma medalha de ouro”, o que corrobora os dados apresentados no Gráfico 5.5., onde 69% dos estudantes, mais de dois terços, nunca participaram de alguma OBF; ao contrário de somente 31% que declaram ter participado de alguma OBF.

Posteriormente, buscou-se averiguar se os estudantes conseguem relacionar o que é ensinado nas aulas de Física com as coisas que acontecem no seu dia a dia, ou seja, o intuito é verificar se os estudantes conseguem correlacionar os conteúdos e aprendizados em Física com fenômenos e situações do cotidiano, podendo averiguar tanto se incorreu uma significativa aprendizagem quanto a reaplicação dos conhecimentos e saberes adquiridos. O Gráfico 5.6 apresenta os resultados da correlação entre o aprendizado e as situações do dia a dia percebida pelos estudantes diante dos ensinamentos de Física.

Gráfico 5.6 – Resultados do questionamento, “Você consegue relacionar o que é ensinado nas aulas de Física com as coisas que acontecem no seu dia a dia?”

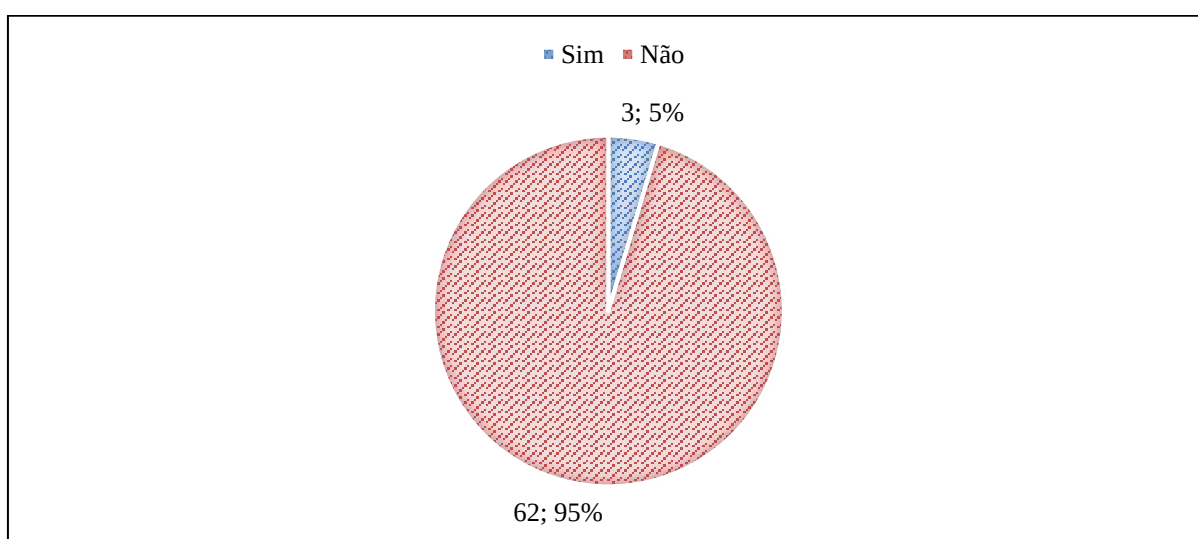


Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Percebe-se que os alunos têm dificuldades para relacionar os conteúdos ensinados de

Física com as coisas que acontecem no dia a dia, visto que, somente 6% dos estudantes tem tal percepção; em paralelo, 94% dos estudantes declaram que não conseguem realizar tais correlações, seja pela falta e/ou ausência das práticas experimentais, como por outros e variados fatores. Em seguida, o Gráfico 5.7 apresenta os dados encontrados ao questionar se os estudantes possuem algum conhecimento sobre a Lei da Inércia. Essa informação é extremamente importante para o desenvolvimento da Sequência Didática proposta.

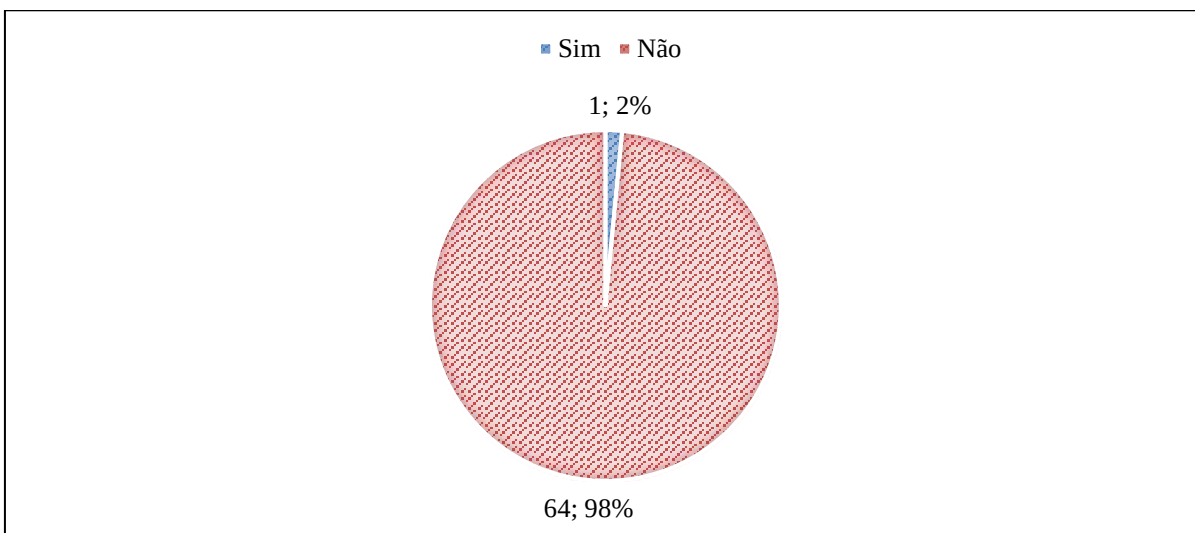
Gráfico 5.7 – Resultados do questionamento, “Você já ouviu falar ou leu sobre a Lei da Inércia (Primeira Lei de Newton)?”



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Assim, de acordo com os resultados apresentados no Gráfico 5.7, somente 5% dos estudantes possuem algum conhecimento sobre a Lei da Inércia e, em contrapartida, 95% dos estudantes desconhecem por completo sobre a temática que envolvem a inércia. Nota-se que antes das abordagens, tanto teóricas como experimentais, grande parte dos estudantes não havia aprendido sobre a Primeira Lei de Newton (ou Lei da Inércia). Seguidamente, no intuito de averiguar sobre os conceitos que nortearam a Sequência Didática, abordou se os estudantes conheciam de alguma forma algo sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear. Os resultados assim obtidos estão apresentados no Gráfico 5.8.

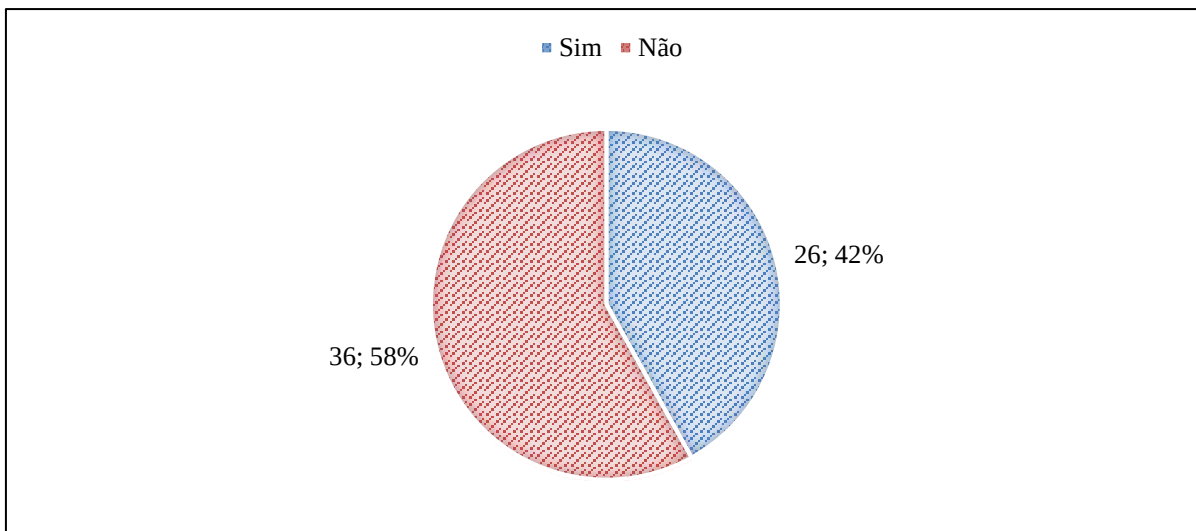
Gráfico 5.8 – Resultados do questionamento, “Você já ouviu falar ou leu sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear?”



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Novamente, em quase sua totalidade, cerca de 98% dos estudantes desconheciam sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear; enquanto, somente 2% dos estudantes já ouviram falar e/ou leram sobre este conteúdo da Física. Observa-se que essa abordagem ainda não havia sido contextualizada entre os estudantes, e que estes desconheciam por completo sobre a temática. Por fim, quanto ao Questionário sobre a Física (Anexo A), o último quesito averiguou se os estudantes tinham algum conhecimento acerca dos conceitos físicos no movimento de Queda Livre de corpos de massa m . Tal conteúdo levou em consideração os parâmetros como altura, velocidade e força gravitacional, presentes no movimento de queda livre de corpos e, também, no lançamento vertical. Os resultados assim obtidos estão apresentados no Gráfico 5.9.

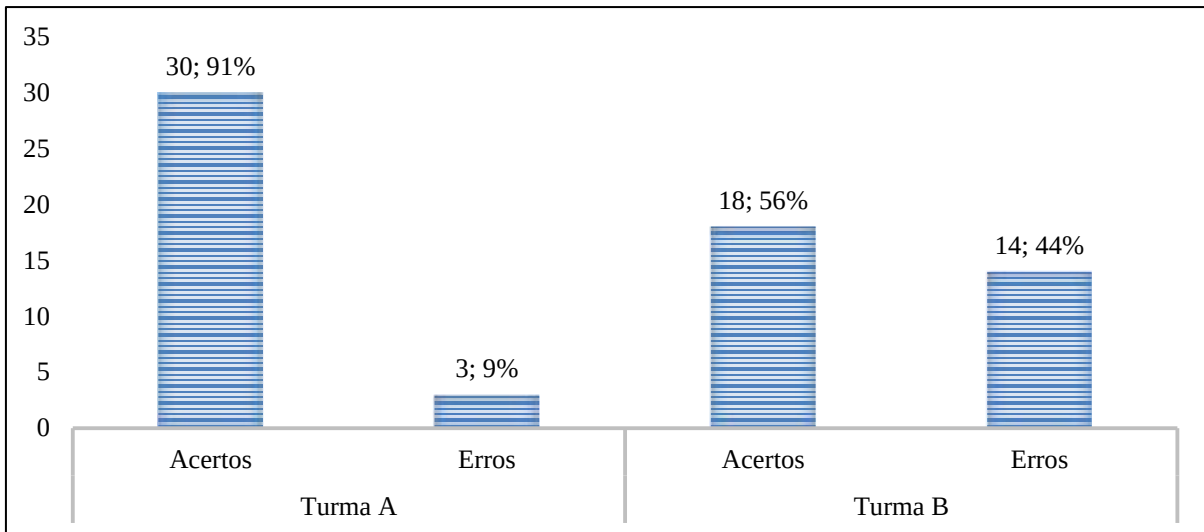
Gráfico 5.9 – Resultados ao questionamento, “Você já ouviu falar ou leu sobre Queda Livre?”



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Contrariamente aos resultados apresentados nos Gráficos 5.7 e 5.8, os apresentados no Gráfico 5.9, quanto ao movimento de Queda Livre de corpos, observa-se mais da metade dos estudantes, isto é, 58%, desconhecem o movimento de Queda Livre, enquanto apenas 42% afirmar possuir algum conhecimento sobre o assunto. Fica perceptível que os estudantes, anterior as aulas teóricas e a experimentação, tinham maiores conhecimentos entre os conteúdos tratados na Sequência Didática somente acerca do movimento de Queda Livre de corpos de massas m . No intuito de comparar se ocorreu uma significativa aprendizagem, mediante a metodologia ativa de experimentação, foi realizado o Mini Simulado (Anexo B). Os dados são apresentados considerando as questões e o quantitativo de acertos e erros entre os alunos Turmas A e B. A primeira questão do simulado compreendia conhecimentos sobre a Primeira Lei de Newton ou Lei da Inércia (Questão 01: As estatísticas indicam que o uso de cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. Fisicamente, a função do cinto está relacionada com a:). Os resultados assim obtidos desse comparativo estão apresentados no Gráfico 5.10.

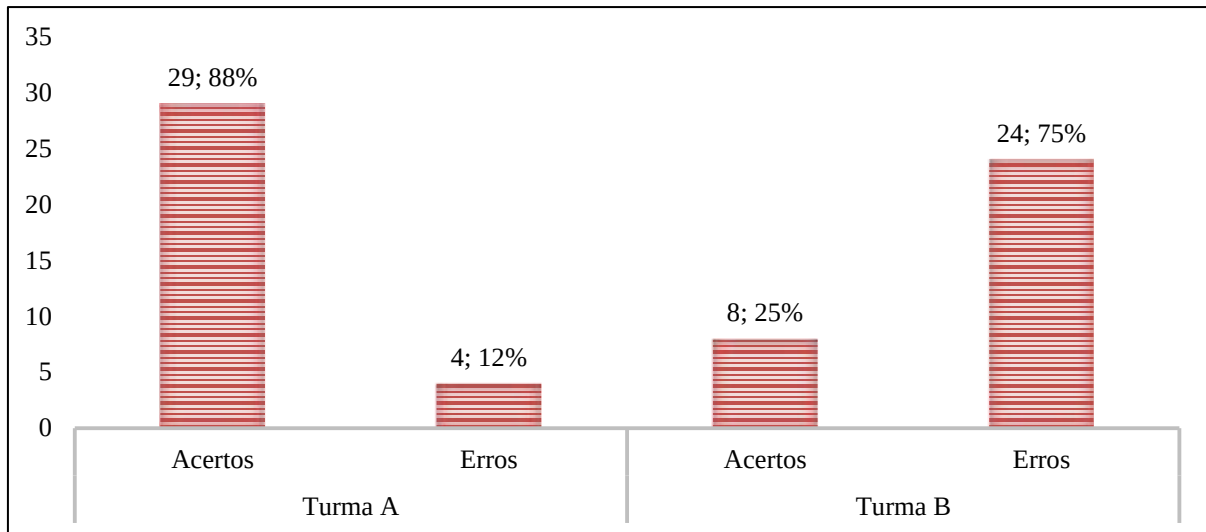
Gráfico 5.10: Resultados da Questão 01 do simulado



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

De acordo com os resultados apresentados no Gráfico 5.10, observa-se que os alunos da Turma A, que participaram das atividades experimentais, alcançaram melhores resultados em comparação aos alunos da Turma B, que não participaram da metodologia. Em outras palavras, os alunos da Turma A obtiveram 91% de acertos, enquanto os da Turma B apenas 56%. Consequentemente, os alunos da turma sem a experimentação deixaram de relacionar e correlacionar os conteúdos pela falta da prática. Ainda, por se tratar de uma questão que trouxe uma situação do cotidiano, sabe-se que os estudantes realmente possuem dificuldades para comparar os conteúdos da Física com os fenômenos, situações e vivências do dia a dia. O próximo quesito do simulado enfoca também uma situação problema acerca do movimento de Queda Livre, apresentando o conceito da gravidade e como os corpos se comportam em queda (Questão 02: Foi veiculada na televisão uma propaganda de uma marca de biscoitos com a seguinte cena: um jovem casal está num mirante sobre um rio e alguém deixa cair lá de cima um biscoito. Passados alguns segundos, o rapaz se atira do mesmo lugar de onde caiu o biscoito e consegue agarrá-lo no ar. Em ambos os casos, a queda é livre, as velocidades iniciais são nulas, a altura da queda é a mesma e a resistência do ar é nula. Para Galileu Galilei, a situação física desse comercial seria interpretada como:). Os resultados assim obtidos estão apresentados no Gráfico 5.11.

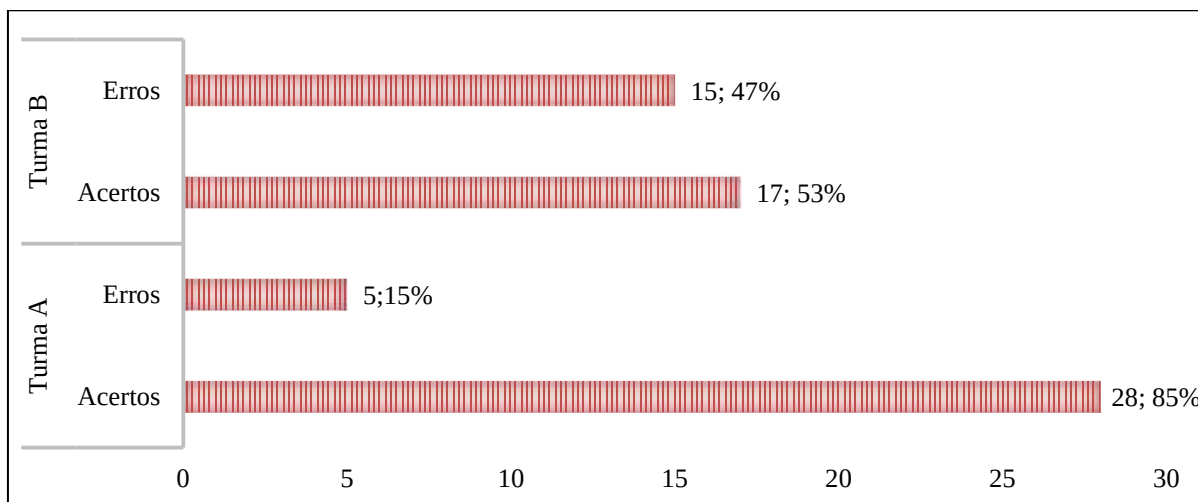
Gráfico 5.11: Resultados da Questão 02 do simulado



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

De acordo com os resultados apresentados no Gráfico 5.11, os alunos da Turma A obtiveram 88% de acertos e os da Turma B 25%. Portanto, o quantitativo de acertos dos alunos da Turma A é superior, aproximadamente 3,5 vezes os da Turma B. Desse modo, as complementações teóricas com as práticas experimentais promovem, além de uma aprendizagem mais significativa, o reforçar dos conteúdos de Física. O conceito de movimento de Queda Livre foi evidenciado como o mais conhecido entre os estudantes. Todavia, houve uma porcentagem maior de erros entre os alunos da Turma B, apontando mais uma vez que as práticas experimentais são essenciais no processo de aprendizagem, pois faz com que os alunos relacionem os conteúdos estudados em sala de aula com as situações e fenômenos do dia a dia, com 75% de equívocos da Turma B, juntamente, com 12% da Turma A. A última questão do simulado consistia em averiguar se as ponderações são falsas ou verdadeiras (Questão 03: Um torcedor de futebol, durante uma partida do Campeonato Brasileiro de 2015, resolveu utilizar seus conhecimentos de Física para explicar diversas jogadas. Nessa perspectiva, leia com atenção as afirmações a seguir e marque V para as verdadeiras e F para as falsas:), contendo duas situações problemas, indicadas por letras “a” e “b”, ambas sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear. Os resultados relacionados a letra “a” desta terceira estão apresentados no Gráfico 5.12.

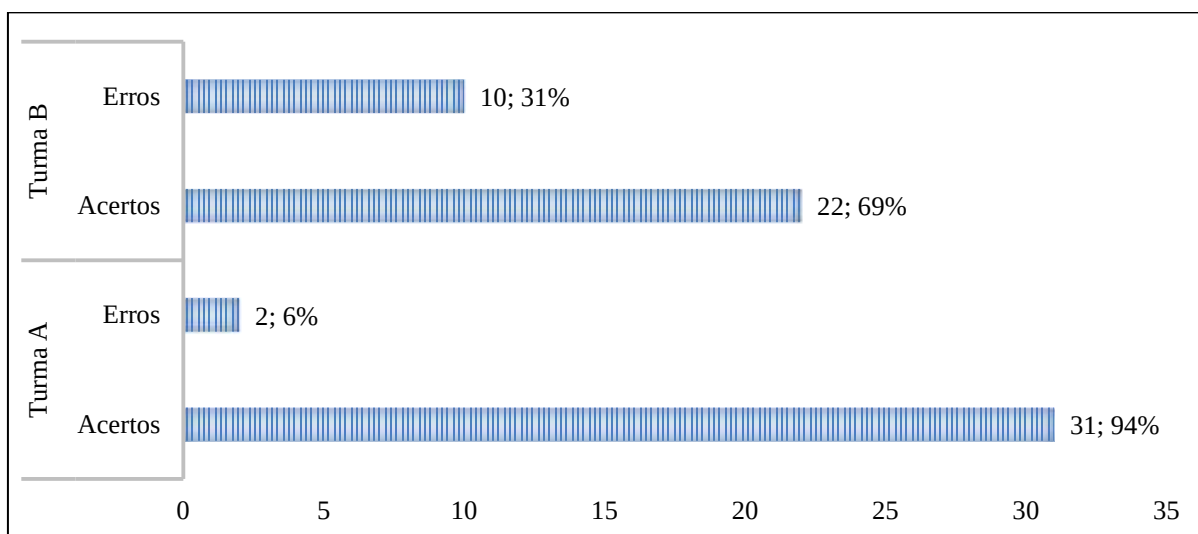
Gráfico 5.12 – Resultados da letra “a” (A força que o jogador exerce sobre a bola, ao chutá-la, é maior do que a força que a bola exerce sobre o pé do jogador) da Questão 03 do simulado



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Novamente, a Turma A se evidencia com maior número de acertos, com 85%, contrários aos 53% de acertos na Turma B, mas com menor discrepância na Turma B que apresentou 53% de acertos e 47% de erros. Consequentemente, tais resultados não são satisfatórios, mas demonstra o único questionamento com equilíbrio entre os estudantes da Turma B. Posteriormente, os resultados relacionados a letra “b” desta terceira questão estão apresentados no Gráfico 5.13.

Gráfico 5.13 – Resultado da letra “b” (Na cobrança de um pênalti, o jogador altera a quantidade de movimento da bola, que, por sua vez, é novamente alterada quando a bola se choca com a rede) da Questão 03do simulado



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A Questão 03 apresentou o maior valor entre os acertos das questões do simulado, onde se evidencia novamente que os alunos da Turma A obtiveram resultados melhores, com 94% de acertos; paralelamente, os alunos da Turma B com 69% de acertos.

Dessa forma, a partir do comparativo do simulado, fica evidente que os alunos da Turma A alcançaram resultados muito superiores aos da Turma B, comprovando que as práticas experimentais no Ensino de Física são mais que complementações e métodos ativos, porém, instrumentos que permitem o correlacionar entre os conteúdos e as vivências, bem como com as situações e fenômenos do dia a dia, proporcionando uma aprendizagem mais significativa e efetiva.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considera-se que a Sequência Didática proposta foi um instrumento para a inserção de novas práticas didáticas no cotidiano escolar, o que trouxe bagagens preciosas para o Ensino de Física. Portanto, metodologias ativas como as experimentações favorecem maiores vivências, garantindo uma melhor aprendizagem por parte dos estudantes. Logo, pode-se destacar a viabilidade desta metodologia de ensino, em especial na área da Física, pois, por causa da participação dos alunos da Turma A, da 1ª Série do Ensino Médio, nas práticas experimentais propostas, eles alcançaram melhores resultados na assimilação dos conteúdos propostos, em comparação com os da Turma B, que não participaram dessa metodologia. As aulas experimentais são métodos que precisam ser mais explorados e direcionados a sanar as dificuldades escolares, uma vez que trazem novas formas de ensinar, de compartilhar saberes, de correlacionar os conteúdos com o dia a dia, de modo que as Ciências, especialmente a Física, sejam praticadas e não somente contextualizadas e exemplificadas.

Corroborando com os dados apresentados neste trabalho, o estudo de Braga Filho (2022) teve como objetivo analisar o uso de uma metodologia mais significativa e interacionista de Física no Ensino Médio, com métodos ativos e experimentações baseadas em materiais de fácil acesso, para auxiliar e promover a aprendizagem dos estudantes, resultando em um melhor aproveitamento. A prática consistiu em duas atividades experimentais, baseadas em projetos e potencialmente relevantes, com foco nos conteúdos abordados no 2º ano do Ensino Médio, de Óptica e Termologia, sendo que as atividades elaboradas e aplicadas apresentaram resultados satisfatórios, solucionando problemas que possam surgir e afetar o processo de aprendizagem dos estudantes (BRAGA FILHO, 2022).

Complementarmente, o estudo de Couto (2009) teve como propósito avaliar a eficácia das práticas experimentais em três direções, a saber: i) Primeiro, analisando as estratégias enunciativas pelos professores para verificar os discursos dialógicos e as interações; ii) Segundo, evidenciar que o uso de experimentos desperta o interesse e o envolvimento dos estudantes nas aulas de Física; iii) Terceiro, verificar que as práticas experimentais no Ensino de Física auxiliam os estudantes a entender melhor como as coisas funcionam, promovendo uma significativa aprendizagem. A pesquisa coletou dados por meio de entrevistas, questionários e episódios de ensino selecionados a partir de gravações de aulas em vídeo e anotações em cadernos de campo. A partir disso, os professores conseguiram criar um ambiente didático onde a experimentação é um elemento catalisador na apresentação, exemplificação e problematização de conceitos físicos (COUTO, 2009). Couto (2009) concluiu que as práticas

experimentais contribuem para o interesse e participação dos estudantes nas aulas de Física, além de fornecer suporte para a verificação e validação de modelos físicos, ratificando e evidenciando também os resultados deste estudo.

Enquanto isso, Lopes (2020) identificou as causas encontradas em um projeto aplicado no Ensino Médio, voltado para atividades experimentais, classificando-as em categorias motivacionais, instrucionais, funcionais e epistemológicas. O projeto foi aplicado aos estudantes do Ensino Médio da Escola Cidadã Integral Gertrudes Leite, em Desterro - PB. Dessa forma, os resultados encontrados demonstraram que as práticas experimentais usadas na abordagem demonstraram e tornaram os conceitos físicos ensinados menos abstratos, tornando a aprendizagem mais interessante, fácil, divertida e, por pouco tempo, motivando os estudantes a participarem sem a necessidade de equipamentos avançados de laboratório para realizar experimentos (LOPES, 2020). Lopes (2020) explica que o desenvolvimento do estudo teve como objetivo proporcionar aos estudantes a experiência de uma forma interdisciplinar, visando melhorar a aprendizagem no Ensino da Física de uma forma mais divertida e significativa.

Assim, estudos como de Braga Filho (2022), Couto (2009) e Lopes (2020), além de evidenciar os dados encontrados, tornam este trabalho mais verídico, visto que existem pesquisas que integram e refletem os resultados encontrados, bem como dos caminhos e percursos da sequência didática utilizada, induzindo novas bagagens para as didáticas e métodos pedagógicos dos professores.

Além disso, a vivência permitiu não somente o comparar, mas averiguar os métodos que induzem maiores constância e motivação entre os estudantes, demonstrando também as possíveis dificuldades e empecilhos. Por isso, vale ponderar que outros parâmetros avaliativos poderiam ser considerados. Todavia, os comparativos realizados evidenciam que os objetivos da proposta pedagógica foram alcançados, ao observar que as práticas experimentais são métodos didáticos precursores da aprendizagem e do compartilhar, favorecendo a educação, criando elos entre professores, estudantes e, ainda, trazendo os conteúdos para o cotidiano escolar e de nossas vidas. Desde modo, todo o planejamento e elaboração da sequência didática, como desta pesquisa, podem e devem ser replicado, tornando-se uma prática constante para o Ensino de Física, viabilizando tanto o reforçar dos conteúdos como o assimilar de saberes, promovendo uma aprendizagem mais significativa e ativa.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho surgiu da necessidade em fazer mudanças significativas no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física, a fim de transformar, de alguma forma, o comportamento dos estudantes na maneira que eles estão presentes no seu próprio processo de aprendizagem, exercendo um papel investigativo e mais ativo na educação. Sabemos, conhecemos e podemos destacar que há uma grande variedade de metodologias ativas e, portanto, cabe ao professor escolher, analisar e aplicar a que melhor se adequa à realidade dos estudantes e da instituição escolar, mantendo sempre o intuito de melhorar e transformar as aulas e o comportamento dos estudantes, para uma melhor aprendizagem e, por consequência, para uma educação de qualidade e promissora.

Foi possível observar que os embasamentos teóricos, englobando os materiais didáticos, foram potencialmente contextualizados e sintetizados através da elaboração dos mapas mentais, o que permitiu aos estudantes aprimorarem seus conhecimentos, assimilando e correlacionando os conceitos físicos com situações cotidianas. E, sobretudo, demonstrando que a Física é muito mais do que apenas aprender fórmulas, pois ela está presente no dia a dia dos estudantes e de toda sociedade. Além disso, mesmo que a pesquisa seja concisa, os resultados encontrados foram satisfatórios, permitindo uma visão mais ampla e inovadora sobre as necessidades do Ensino de Física, que carece de interferências nos processos de ensino-aprendizagem, com a melhoria e a inserção de metodologias ativas, como os mapas mentais e as práticas experimentais, além de outras, que viabilizem a promoção de uma aprendizagem mais motivante e significativa.

Entre os resultados encontrados, observa-se que, após a análise do Questionário sobre a Física, há entre os estudantes aversões ao Ensino de Física e seus conteúdos, alunos com baixas notas, onde a maioria não havia participado de práticas experimentais, com unidades escolares sem Laboratórios de Física, que nunca participaram da OBF. Além disso, a grande maioria dos estudantes não conseguem relacionar os conteúdos de Física com situações e fenômenos do dia a dia, e tão pouco possuíam algum conhecimento prévio sobre os assuntos que seriam tratados no PE. Desse modo, evidencia-se um perfil predominante entre a amostragem de estudantes com baixo rendimento e pouca participação nas atividades e no contexto escolar, sendo coadjuvantes da própria aprendizagem, como de seus futuros.

Paralelamente, os resultados obtidos por meio do Mini Simulado evidenciaram que as práticas experimentais são ferramentas ativas que promovem maiores interações entre os estudantes, os professores e os conteúdos da aprendizagem, de forma que tanto ensinar como

aprender torna-se mais prazeroso e significativo, enfocando em situações cotidianas, em que os estudantes possam reviver os novos conhecimentos e saberes. Constatou-se que os alunos da turma que participaram das práticas experimentais, em comparação com os alunos da turma que não participaram das atividades experimentais, obtiveram resultados significativamente maiores quanto a averiguação da aprendizagem.

Pode-se concluir que a realização de experimentos no Ensino de Física promove resultados melhores para uma significativa aprendizagem. Em outras palavras, o desenvolvimento de atividades experimentais, de fato, contribui para uma aprendizagem significativa. Esta abordagem metodológica possibilita relacionar os diversos conteúdos da disciplina de Física com as vivências dos próprios estudantes, evidenciando a importância da Ciência no dia a dia do ser humano, e, ainda, motivando-os a querer aprender mais, tornando-se atuantes e responsáveis pelos seus processos educacionais.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, E. A. S.; PAIVA, R. C. G.; RASO, L. M. M.; BRANDÃO, A. C. A utilização de mapas mentais como estratégia ativa de ensino-aprendizagem. **Rev. International Journal f Academic Innovation**, São Paulo/SP, v. 2, n. 1, p. 50-58, 2022.
- AMARAL, R. C. B. M.; LUCENA, N. Y. F.; ABREU, F. B. P.; BARBOSA, J. P.; SILVA, R. A. Metodologias ativas: tecnologias assistivas com um novo olhar para a inclusão. **ABED**, Rio de Janeiro/RJ, mai., 2017. 8p.
- ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. Desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.
- ANJOS, E. S. **Dificuldades no ensino e aprendizagem da Física para alunos da 1º série do Ensino Médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Física Licenciatura). Universidade Federal de Alagoas. Maceió - AL, 2023. 43p.
- ARAÚJO, D. N.; FERREIRA, S. R. B.; FERREIRA, W. S. Aprendizagem significativa aplicada ao ensino de Física. Aprendizagem significativa em práticas de estágios. **Editora Científica Digital**, v. 1, p. 70-78, 2022.
- Ausubel, D. P. **Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo**. Ed. Trillas. México, 1976.
- _____. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.
- BAPTISTA, J. P. **Os princípios fundamentais ao longo da História da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 4, p. 541-553, 2006.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **B. Tec. Senac**, Rio de Janeiro/RJ, mai./ago., v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.
- BASTOS, F. org. **Ensino de ciências e matemática III**: contribuições da pesquisa acadêmica a partir de múltiplas perspectivas. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Aval. Pol. Públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, 2014.
- BRAFA FILHO, E. S. **Ensino de física: uma aprendizagem inovadora e mais significativa**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena de Física). Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia – GO, 2022. 89p.
- BRONSON PhD, Richard; COSTA PhD, Gabriel B. **Differential Equations**. McGrawHill, 5ª Edição, 2022.

CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Ciência, Educação em Ciência e Ensino de Ciências (Temas de Investigação, 26)**. Ministério da Educação: Lisboa, 2002.

CAMACHO, C. M. L. P. (2017). **Recursos tecnológicos e motivação para a aprendizagem**. Projeto de Investigação Mestrado (Docência e Gestão da Educação). Universidade de Fernando Pessoa, Porto, 2017. 121p.

CARDOSO JÚNIOR, A. **Avaliação da motivação em relação a videoaulas de anatomia humana: Validação psicométrica e aplicação da versão brasileira do *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS-BRV) em estudantes de medicina**. Tese (Doutorado em Patologia). Universidade Federal de Minas Gerais, 2021. 194p.

CARVALHO, P. R.; ROSA, V. S.; MORAES FILHO, A. V. Metodologias ativas: aprendizagem baseada em projetos na área das ciências da natureza. **Revista Acadêmica Educação e Cultura em Debate**, jan./dez., v. 8, n. 1, p. 303-321, 2022.

COELHO, E. A.; GOMES, S. G. S.; DOMINGOS JÚNIOR, W. A.; ROSSI, T. R.; RODRIGUES, P. E. L.; SOARES, L. F. Construindo aprendizagem ativa com mapas conceituais: percepções e utilização. **Revista Paidéi@, Unimes Virtual**, v. 11, n. 21, p. 91-112, 2020.

COELHO, L. **Mapas mentais: Leis de Newton**. Disciplinas, 2016a. Disponível em: <https://descomplica.com.br/artigo/mapa-mental-leis-de-newton-2/4H4/>. Acessado em: 27 de set. 2022.

_____. **Mapas mentais: princípio da conservação da quantidade de movimento linear**. Disciplinas, 2016b. Disponível em: <https://descomplica.com.br/artigo/mapa-mental-quantidade-de-movimento-e-colisoes/4rc/>. Acessado em: 27 de set. 2023.

_____. **Mapas mentais: queda livre**. Disciplinas, 2016c. Disponível em: <https://descomplica.com.br/artigo/mapa-mental-lancamento-vertical-e-queda-livre/4Hn/>. Acessado em: 27 de set. 2023.

COSTA, P. M.; DANIEL, A. L.; SOUZA, M. V.; DUTRA, R. L. S. Motivação no ambiente *online* e presencial no ensino híbrido da saúde. **In: 25º CIAED Congresso Internacional ABED de Educação a Distância**, Brasília, jun., 2019. 10p.

COUTO, F. P. **Atividades experimentais em aulas de Física: repercussões na motivação dos estudantes, na dialogia e nos processos de modelagem**. Dissertação Mestrado (Educação). Universidade Federal de Minas Gerais, 2009. 155p.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Centro Universitário Univates, Lajeado/RS, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

FARIAS, G. B. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, abr./jun., v. 27, n. 2, p. 58-76, 2022.

FERRARINI, R.; SAHEB, D.; TORRES, P. L. Metodologias ativas e tecnologias digitais: aproximações e distinções. **Revista Educação em Questão**, Natal/RN, abr./jun., v. 57, n. 52, 2019. 30p.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos/SP, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FONFOCA, E. (org.). **Por uma prática educativa inovadora: concepções, contextos e metodologias**. Rio de Janeiro: BG Business Graphi Editora, 2020.

FORÇA, A. C.; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. **Atividades experimentais no Ensino de Física: teoria e práticas**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. 11p.

FUENTES, N. (2023). **Teorias de aprendizagem e sua aplicação**. Disponível em: <https://www.reaprendentia.org/teorias-de-aprendizagem/>. Acessado em: 05 de jan. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, L.; AGNOLO, R. M. D.; MELO, C. **Ciências da natureza: matéria, energia e a vida**. São Paulo: FTD, 2020a.

_____. **Ciências da natureza: movimentos e equilíbrios na natureza**. São Paulo: FTD, 2020b.

GOMES, N. G.; CAMOZZATO, V. C. **Práticas pedagógicas inovadoras: análise de elementos presentes em uma escola de educação infantil de Bagé/RS**. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Bagé/RS, 2020. 23p.

GUIMARÃES, A. M.; GOMES, R. R.; SILVA, J. C. M. **1º Relatório de Monitoramento do Plano Estadual de Educação de Goiás**. Estado de Goiás, Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento, Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos, IMB, 2017. 66p.

HELERBROCK, R. **Queda livre**. Mundo Educação, 2023. Disponível em <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/queda-livre.htm>. Acessado em: 23 de set. 2023.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. *The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century*. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. 28-54, 2004.

KAZUHITO, Y.; FUKU, L. P. **Física para o Ensino Médio**. São Paulo: Saraiva, 2011.

KHAN ACADEMY (Biblioteca de Física). **O que é conservação de energia?** Disponível em <https://pt.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-conservation-of-energy>. Acessado em: 19 de set. 2023.

KUJAVO, J. F. F.; SANTOS, M. E.; ALVARENGA, M. M.; RODRIGUES-ALVES, M. S. *¿Mentalicemos un mapa?* Uma proposta de aplicação da metodologia ativa mapa mental

como ferramenta de avaliação acerca do conto “Unos vecinos de otro mundo”. **In:** VIII ENALIC, Edição Digital, 2021. 5p.

LAVARDA, F. C. **Experimentos de física para o ensino médio e fundamental com materiais do dia a dia**. UNESP - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Campus de Bauru, Departamento de Física, 2022. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>. Acessado em: 30 de set. 2023.

LIMA, G. C.; SOUZA, G. S. **Aprendizagem significativa**. Aula 4. Didática Especial para o Ensino de Ciências e Biologia II, p. 47-57, 2012.

LOPES, J. R. G. **Práticas alternativas para experimentação em física**. Artigo (Especialista em Ensino de Ciências e Matemática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Patos – PB, 2020. 20p.

MACHADO, Kebler Daum. **Equações Diferenciais Aplicadas à Física**. 2 Ed. Ponta Grossa, PR: Editora UEPG, 2000.

MAHOMED, S. M. **Motivar para aprender - A motivação para aprender em crianças dos 6 aos 10 anos: que fatores a influenciam em contexto pedagógico?** Dissertação de Mestrado (Docência em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico). ISEC Lisboa, Instituto Superior de Educação e Ciências, Escola de Educação, 2018. 302p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MARQUES, S. P. D. **Aprendizagem cooperativa como possibilidade de superação das dificuldades no aprendizado da química: o olhar dos educandos no Ensino Médio**. Dissertação Mestrado (Química). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, 2013.

MELADO, K. C.; ZANETTI NETO, G. **Atividades práticas experimentais no Ensino de Ciências para anos iniciais**. Vila Velha: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Do Espírito Santo, 2021. 57p.

MORAIS, R.; SOUSA, J. L.; VARGAS, L. J.; FREITAS, R. C.; BRITO, V. Entendeu ou quer que desenhe? As percepções de discentes do bacharelado de sistemas de informação sobre o uso de mapas mentais na disciplina teoria geral da administração. **XXI SemeAd, Seminários em Administração**, nov., 2018. 14p.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. v. II. **In:** Souza, C. A.; Morales, O. E. T. (orgs). PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

NASCIMENTO, M. C.; AVELAR, A. M. F.; PEREIRA, M. F. N.; SILVA, L. C. O uso da experimentação como metodologia facilitadora do processo de ensino e aprendizagem de Física. **V CONEDU**, Congresso Nacional em Educação, 2018. 9p.

OLIVEIRA, A. M. A. **A aprendizagem cooperativa no ensino-aprendizagem de História e Geografia no 3º ciclo do ensino básico e ensino secundário relatório de estágio.**

Dissertação de Mestrado (Ensino de História e Geografia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário). Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 2015. 102p.

OLIVEIRA, N. J. S.; SIQUEIRA, S. W. M. Entendendo a motivação para o uso de um ambiente virtual de aprendizagem: um *survey* com base no Modelo TAM3 e na Teoria da Autodeterminação. **In:** VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação, Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, p. 378-387, 2018.

PELIZZARI, A.; KRIEL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, jul., v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, abr., v. 34, n. 1, p. 265-277, 2017.

PERUZZO, Jucimar. Experimentos de Física Básica: Mecânica. São Paulo, SP: Editora Livraria da Física, 2012.

PINHO-ALVES, J. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000.

RAMOS, D. B. **Um modelo baseado em trilhas de aprendizagem para a representação de alunos de ambientes virtuais de aprendizagem.** Tese (Doutorado em Informática). Programa de Pós-Graduação em Informática do Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022. 114p.

REIS, E. L.; MALACARNE, V. A utilização das tecnologias digitais no ensino superior na perspectiva dos professores. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba/PR, dec., v. 7, n. 12, p. 115494-115513, 2021

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Física: Ensino Médio atual.** Vol. único. São Paulo: Atual, 2005.

SANTOS, W. D. dos. A importância das atividades experimentais no Ensino de Física nas escolas. **Repositório UNIUBE**, 2021. 7p.

SILVA, A. C. S.; GOMES, S. M. **Dificuldades que envolvem o ensino e a aprendizagem da Física no Ensino Médio.** Artigo do Curso de Licenciatura em Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Campus Porto Velho Calama, 2016. 23p.

Silva, B. R. T.; Vasconcelos, A. K. P.; OLIVEIRA, A. B. A utilização de mapas mentais no ensino-aprendizagem de Ciências: um caso de alunos nos anos finais, numa escola privada em Fortaleza - Ceará. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 3, 2021. 22p.

Silva, E. C. Mapas conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 4, p. 785-815, 2015.

SILVA, E. D. da. **A importância das atividades experimentais na educação.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Candido Mendes, AVM - Faculdade Integrada, 2017. 47p.

SILVA JÚNIOR, J. S. **O que é inércia?** Brasil Escola, 2023. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-inercia.htm>. Acessado em: 20 de set. 2023.

STEIN, J. R. **Compartilhando saberes: o uso das metodologias ativas e as tecnologias digitais da informação e comunicação no contexto escolar.** Dissertação de Mestrado (Ensino de Humanidades). Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, 2023. 96p.

TORRES, P. L.; IRALA, E. A. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. **In:** Complexidade: Redes e Conexões na Produção do Conhecimento, v.1, p. 61-94, 2014.

TUTORMUNDI. **Reforço escolar: tutoria digital transformando a aprendizagem.** 2023. Disponível em <https://tutormundi.com/blog/reforco-escolar/>. Acessado em: 10 de jan. 2024.

UFG, CAMPUS SAMAMBAIA. **Olimpíadas Brasileira de Física – GO, Instituto de Física (História).** 2024. Disponível em <https://obf.if.ufg.br/p/99-historia>. Acessado em: 10 de jan. 2024.

VASCONCELOS, J. S. **Aprendizagem baseada em projetos: uma proposta interdisciplinar para a educação profissional e tecnológica.** Dissertação de Mestrado (Educação Profissional e Tecnológica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus/AM, Brasil, 2022. 113p.

VILAÇA, F. N. **Revisão bibliográfica: a experimentação no Ensino de Física.** Universidade Federal São João Del Rei, PIBID, 2012. 10p.

WEBER, L. C. **Metodologias ativas no processo de ensino da enfermagem: revisão integrativa.** Dissertação de Mestrado (Ensino). Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado/RS, 2018. 83p.

WONDERSHARE EDRAWMIND. **O Que é um Mapa Mental?** 2021. Disponível em <https://www.edrawsoft.com/pt/mind-map-definition.html>. Acessado em: 27 de set. 2023.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Trad. Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZANETTI NETO, G. **Práticas de ensino, estratégias de avaliação.** Vitória: Ifes, 2019.

ZANETTI NETO, G. **Delineamento de ações educativas para o ensino de física na educação de jovens e adultos.** Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, 2016. 304p.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Produto Educacional

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Produto Educacional apresentado a Universidade Federal de Catalão como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

APRESENTAÇÃO

O Produto Educacional parte na necessidade do aperfeiçoamento profissional, da melhoria didática-pedagógica, da inserção de novas dinâmicas e, claro, do constante aprimorar da Educação, bem como do Ensino de Física. A proposta de autoria do professor Fabiano Alves Neto, busca evidenciar a aplicação dos experimentos como forma de enriquecer e reforçar os conteúdos ensinados, justificando-se devido à dimensão entre ensino e aprendizagem, pela busca da inserção de metodologias ativas e que de fato permitam demonstrar a essência da Física nas práticas cotidianas. Este produto trata-se de três experimentos construídos com matérias de baixo custo e de simples aplicação por parte dos docentes, visando a motivar os alunos da 1ª série do Ensino Médio nas aulas de Física, tendo como resultado uma melhora significativa no ensino – aprendizagem. Lembrando que o Produto Educacional é uma produção obrigatória do MNPEF.

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

Primeiramente, a Deus por me permitir construir mais uma trajetória.

A minha família, por ser a base de tudo em minha vida.

A instituição escolar que atuo, sua atual gestão e colegas de trabalho, pessoas as quais compartilho práticas pedagógicas, desafios e ideais, e, principalmente, sonhos de um educador.

Em especial ao apoio da **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.**

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	87
1.1. Justificativa.....	87
1.2. Objetivos	89
1.2.1 Objetivo geral	89
1.2.2 Objetivos específicos.....	89
2.PRODUTO EDUCACIONAL.....	90
2.1. As Aulas	90
2.1.1 Princípio da inércia: Primeira Lei de Newton	90
2.1.2 Princípio da Conservação	91
2.1.3 Queda livre	92
2.2. Os Experimentos	93
2.2.1 Experimento da trombada.....	93
2.2.2 Experimento do canhão de borrachinha	95
2.2.3 Experimento da queda livre	97
3.PROPOSTA DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	101
3.1. Forma de Aplicação	101
4.CONSIDERAÇÃO FINAIS.....	106
REFERÊNCIAS.....	107

1. INTRODUÇÃO

O estudo da Física proporciona compreender a natureza e suas leis, respondendo à várias situações do cotidiano; aliás, foram estas problemáticas iniciais, juntamente, com a necessidade e a curiosidade de entender o mundo que nos cerca, que impulsionaram a Física. Logo, o estudo desta Ciência na Educação abrange conceitos e definições essenciais para entendermos a vida, seu surgimento, as relações e as propriedades da matéria e das forças naturais, partindo da observação e da experimentação dos fenômenos. E, a Física como área do conhecimento a ser desenvolvida pela sociedade, faz com que a educação seja a percursora de seus saberes, surgindo a necessidade de práticas didáticas-pedagógicas que valorizem os conceitos e aplicações desta Ciência. Assim, ao reaplicar as práticas experimentais no Ensino de Física introduz-se uma metodologia ativa, onde o ensinar e o aprender são compartilhados.

De tal modo, que os produtos educacionais permitem o avaliar das usabilidades das práticas experimentais no ambiente escolar, introduzindo as vantagens e os resultados alcançados, bem como motivando a inserção destas de forma mais efetiva e eficaz, através do descrever das sequências didáticas como objeto e objetivo de aprendizagens. Uma vez, que o ato de educar parte do aprimoramento da educação diante dos cenários em que estamos inseridos e ao educador cabe adaptar-se as necessidades e obstáculos do momento. Portanto, é necessário avaliar as práticas experimentais, mensurando e discutindo os resultados encontrados e, diante das comparações, evidenciar se tais garantem um maior conhecimento e o desenvolvimento cognitivo.

Neste sentido, para delimitar as premissas do Produto Educacional, que emergem da conjectura entre as ambiguidades da prática pedagógica e dos encadeamos das ações didáticas, pondera-se como questão reflexiva: A realização de experimentos no Ensino de Física traz melhor resultados para uma significativa aprendizagem?

1.1. Justificativa

O Produto Educacional parte da necessidade do aperfeiçoamento profissional, da melhoria didática-pedagógica, da inserção de novas dinâmicas e, claro, do constante aprimorar da Educação, bem como no Ensino de Física, A proposta busca evidenciar as usabilidades dos experimentos como forma de enriquecer e reforçar os conteúdos ensinados, justificando-se

devido á dimensão entre ensino e aprendizagem, pela busca da inserção de metodologias ativas e que de fato permitam demonstrar a essência da Física nas práticas cotidianas. Estima-se com este produto traz novas bagagens aos acadêmicos, contribuindo com o processo de formação destes, bem como aos professores, ampliando suas práticas. Para Santos (2021, p.4), no “ensino-aprendizagem, verifica-se que somente os dados teóricos apresentados em sala de aula, através de aulas expositivas não são suficientes para despertar o interesse e a atenção dos alunos aos assuntos programáticos das disciplinas”.

A realização de atividades experimentais permite que os alunos, além de compreenderem a teoria, participem do processo de construção do conhecimento. O envolvimento dos participantes na realização da atividade, exercita o trabalho em grupo, a divisão de tarefas e o atendimento às regras e procedimentos, necessários à elaboração de um ensaio, ou seja, é verificado que para a obtenção de um determinado resultado são colocados em prática diversos conhecimentos adquiridos ao longo do desenvolvimento educacional dos alunos (SILVA, 2017, p. 8).

Os benefícios alcançados pelo Produto Educacional enfocam em melhorias nos processos educacionais, no intuito de garantir o progresso da sociedade, uma vez, que é o poder da educação que transforma os cidadãos e as realidades. Existindo dificuldades em todas as áreas da educação, com problemas que vão desde o ensino, dos currículos aos conteúdos, da formação docentes, comportamentais e sociais; e o Ensino de Física enfrenta obstáculos “a falta de metodologias adequadas, de materiais nas escolas para aulas práticas, a forma como muitos alunos veem a disciplina e como ela tem sido ensinada ao longo do tempo a partir da resolução de exercícios preparatórios para os vestibulares” (ANJOS, 2023, p. 39).

Complementarmente, Silva e Gomes (2016, p. 21 e 22) ponderam quanto as exigências e dificuldades que “a sobrecarga de trabalho do professor corroboram para que ele não consiga dedicar-se adequadamente para as questões do ensino, sem contar que a Física possui uma extensa matriz curricular e um tempo insuficiente para abordar todos os conteúdos propostos”. Ainda há uma carência de docentes graduados em Física no país, sendo comum encontrar professores de outras áreas lecionando física na Educação Básica; e, esses profissionais, por sua vez, enfrentam desafios para superar uma formação mecanizada e descontextualizada, o que acaba por dificultar a aplicação de métodos inovadores para uma aprendizagem mais promissora (SILVA, GOMES, 2016).

Em específico, nas minhas vivências profissionais quanto as dificuldades e os obstáculos enfrentados, tais correspondem a baixa carga horária da disciplina, que sofreu

drasticamente uma redução no número de aulas com a Reforma do Novo Ensino Médio, inviabilizando o cumprimento da grade curricular; a falta de laboratórios de Física, com equipamentos e utensílios para a experimentação, bem como com laboratórios incompletos e/ou insuficientes, não promovendo as práticas e metodologias ativas; inexistência de auxiliares de laboratório, tanto para o preparo do ambiente de aprendizagem como para o acompanhamento das atividades experimentais, fazendo com que o professor sobrecarregue mais suas atividades; entre outros empecilhos que tornam árduo o Ensino de Física, e conseqüentemente, impactam na aprendizagem e na motivação para aprender.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Realizar um comparativo mediante as usabilidades ou não das práticas experimentais para o Ensino de Física no dia a dia, por meio dos resultados na aprendizagem entre a turma que realizou dos experimentos com a turma que somente utilizou dos métodos pedagógicos tradicionais.

1.2.2. Objetivos específicos

- Contextualizar acerca dos conteúdos e dos conceitos da Física, relatando a importância destes ensinamentos no dia a dia;
- Descrever a estruturação das práticas experimentais, evidenciando as formas de aplicações destas práticas e as correlações com os conteúdos; e
- Relatar a execução e as análises da proposta através do Produto Educacional para o Ensino de Física, bem como dos resultados em comparativo com as usabilidades ou não de tais práticas experimentais.

2. PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional faz parte do planejamento tanto das aulas como dos experimentos. Desta forma, busca-se contextualizar as principais abordagens realizadas em sala de aula, bem como os mapas mentais apresentados para a aprendizagem e reforço dos conteúdos. Além disso, descrever os experimentos, suas finalidades, formas de aplicações, materiais necessários e considerações sobre as práticas experimentais.

2.1. As Aulas

As aulas foram planejadas para serem realizadas durante o período letivo, procurando desenvolver as contextualizações e exemplos; contudo, como há interferências e no intuito de reforçar os conceitos foram apresentados breves mapas mentais acerca dos conteúdos estudados. Além destes mapas, os livros didáticos foram outro recurso pedagógico utilizado; destacam-se as obras de Kazuhito e Fuke (2011), Sampaio e Calçada (2005), Godoy, Agnolo e Melo (2020a e 2020b); para as abordagens das aulas, contendo nestes livros as atividades para o acompanhamento e a avaliação do aprendizado.

2.1.1. Princípio da Inércia: Primeira Lei de Newton

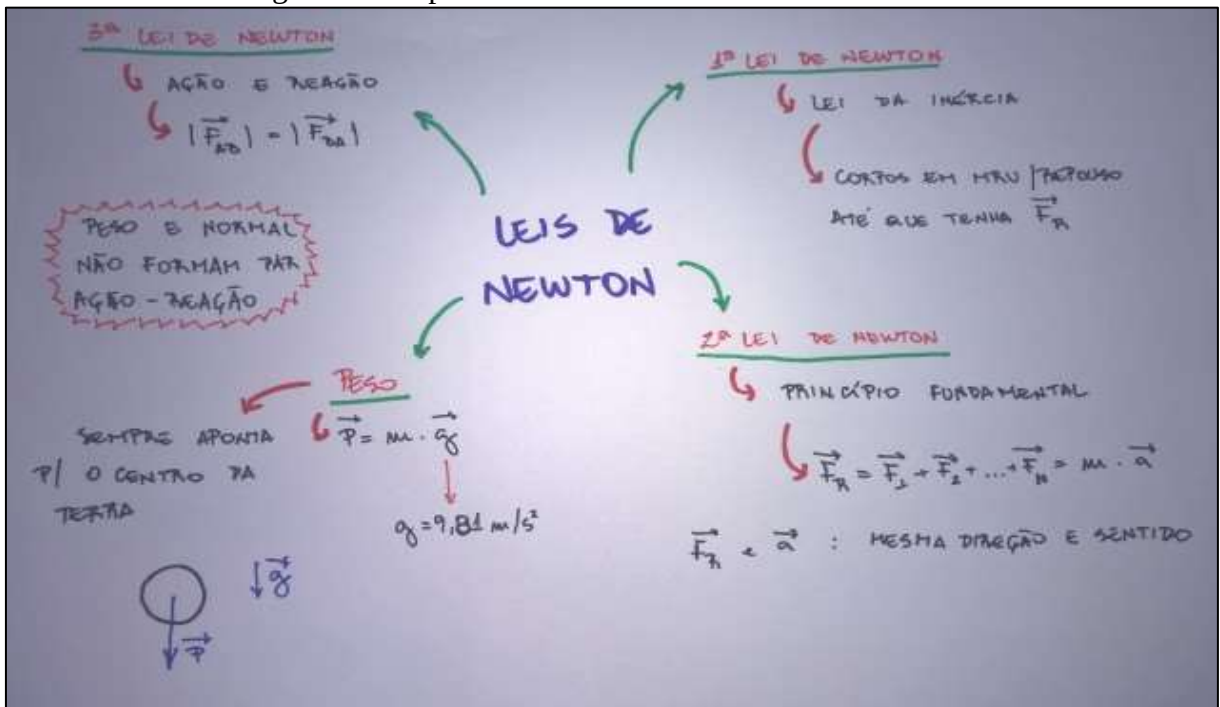
Quem foi Isaac Newton? Segundo Kazuhito e Fuke (2011) Isaac Newton (1643-1727) foi um Matemático, Físico, Astrônomo, Teólogo e Autor Inglês, que ficou amplamente reconhecido como um dos cientistas mais influentes de todos os tempos e como uma figura-chave na Revolução Científica.

O que é a inércia? Silva Júnior (2023) explica que a inércia é uma propriedade geral da matéria, trata-se da tendência de um corpo de manter seu estado inicial de repouso ou movimento, sendo que esse estado inicial só pode ser alterado por uma força.

O que é a Primeira Lei de Newton? Esclarecem Kazuhito e Fuke (2011) que a Primeira Lei de Newton, também conhecida como Princípio da Inércia, afirma que todo corpo permanece em seu estado de repouso ou em movimento retilíneo e uniforme caso as forças que atuem sobre ele se anulem.

A Figura 01 ilustra o mapa mental para a compreensão da Primeira Lei de Newton.

Figura 01: Mapa mental sobre a Primeira Lei de Newton



FONTE: COELHO, 2016a.

2.1.2. Princípio da Conservação

O que é a conservação? De acordo com a Biblioteca de Física do Khan Academy (2023) “em física, o termo conservação refere-se a algo que não muda. Isto significa que a variável de uma equação que representa uma grandeza conservativa é constante ao longo do tempo. A variável tem o mesmo valor antes e depois de um evento”.

O que é o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear? Acresce a Biblioteca de Física do Khan Academy (2023) que sempre que um corpo ganha Quantidade de Movimento Linear, outro corpo perde igual Quantidade de Movimento. Pondera Baptista (2006) que não podemos esquecer que um sistema é dito isolado se a resultante das forças externas que atuam pode ser desprezada, e que a quantidade de movimento de um sistema pode permanecer constante ainda que a energia mecânica não permaneça; pois, os princípios de conservação, sendo tais da massa, do momento total e da energia, são independentes.

A Figura 02 demonstra o mapa mental para entendermos o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear.

Figura 02: Mapa mental sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear

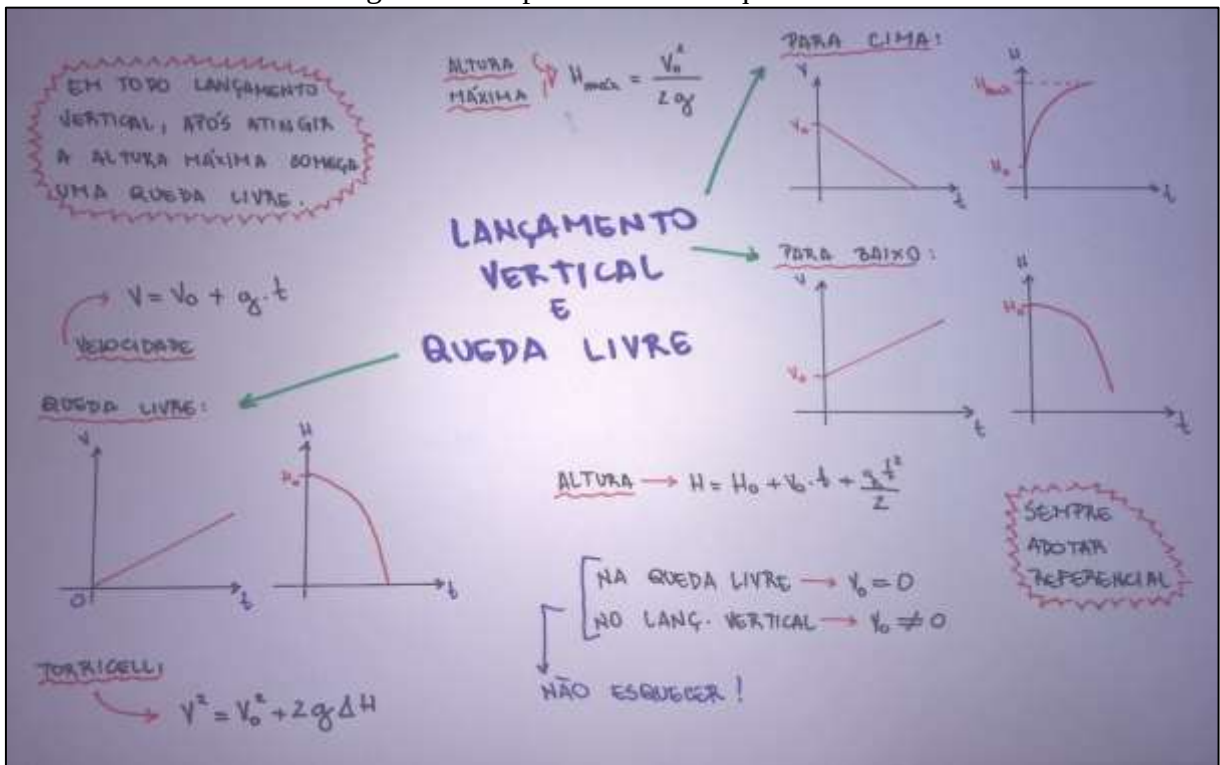


FONTE: COELHO, 2016b.

2.1.3. Queda Livre

O que é queda livre? A queda livre de corpos é o exemplo mais familiar de movimento com aceleração constante. Este tipo de movimento, o de queda livre, foi estudado pelo Físico Italiano Galileu Galilei. Em seus estudos ele mostrou e provou que corpos em queda livre, mesmo os de massas diferentes, chegariam ao chão ao mesmo tempo, pois estariam sujeitos à mesma aceleração, a aceleração da gravidade g , pois são atraídos pela força gravitacional da Terra. Sabe-se hoje que, desprezados os efeitos da resistência do ar (efeitos das forças de atrito com o ar), todos os corpos em um dado local caem com a mesma aceleração g . (HELERBROCK, 2023). A Figura 03 explana o mapa mental para contextualizar sobre a queda livre.

Figura 03: Mapa mental sobre queda livre



FONTE: COELHO, 2016c.

2.2. Os Experimentos

De acordo com Vilaça, “as atividades experimentais ou de demonstração, vinculadas a uma postura didática que valorize os saberes dos alunos possibilitam uma contínua mudança dentro das salas de aula” (VILAÇA, 2012, p. 4), buscando um elo entre o ensinar e o aprender de forma a criar novas bagagens cognitivas para o conhecimento. Logo, o intuito é apresentar os experimentos, ponderando as principais ideias destes, bem como os materiais (itens) necessários, as formas de montagens e de aplicação, relatando possíveis considerações acerca das suas usabilidades, conforme as aplicabilidades propostas por Lavarda (2022).

2.2.1. Experimento da trombada

O experimento da trombada está relacionando com a Primeira Lei de Newton, que se refere ao Princípio da Inércia, tendo como finalidade demonstrar que objetos em movimento, sem a ação de forças externas, tendem a continuar em movimento. Segundo Lavarda (2022), o Princípio da Inércia relata que um objeto tende sempre a manter o seu estado de movimento, este podendo também ser o de repouso, quando não há a ação de forças externas. Assim sendo,

este experimento serve para mostrar que um objeto em movimento tende a continuar em movimento de tal forma a evidenciar o Princípio da Inércia. Para tanto, a Tabela 01 contempla os materiais necessários para a aplicação do experimento da trombada, especificando os itens necessários e algumas observações relevantes para a execução da experimentação.

Tabela 01: Materiais necessários para a realização do experimento da trombada

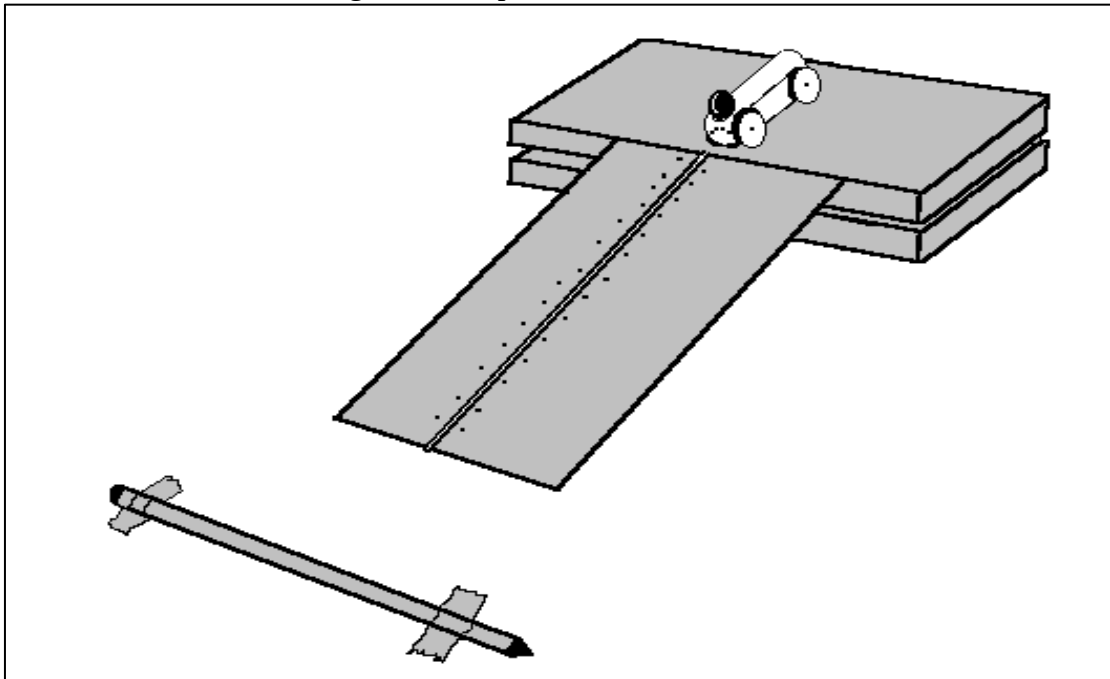
ITENS	OBSERVAÇÕES
Um carrinho de aço	É essencial que este carrinho rode muito bem (menos atrito possível).
Uma bolinha de aço	Esta bolinha pode ser encontrada em bicicletarias ou oficinas mecânicas. São retiradas de várias peças, na sua maioria rolamentos; as maiores são obtidas de juntas homocinéticas.
Duas réguas ou madeira	Qualquer régua ou objeto similar deve servir para fazer o papel de rampa.
Um lápis	
Um pedaço de massa de modelar	Serve de adesivo entre a bolinha de aço e o carrinho.
Alguns livros	
Fita adesiva	

FONTE: Adaptado de LAVARDA, 2022.

De acordo com a Figura 04, a ideia do experimento consiste em deixar um carrinho, com uma bolinha presa a ele, rolar uma rampa e chocar-se com um obstáculo. O carrinho percorrerá a rampa até atingir o lápis e, ao atingi-lo, o carrinho para; a bolinha de aço, porém, estando apenas levemente presa ao carrinho, tende a continuar seu movimento, sendo lançada para a frente. A ideia é a de que, ao mesmo tempo que o carrinho para devido à ação de uma força externa (aplicada pelo obstáculo), a bolinha continua o seu movimento pelo fato de estar fracamente ligada ao carrinho, não sofrendo, portanto, a ação de nenhuma força externa.

Para a montagem, junte às duas réguas com fita adesiva de forma que o lado numerado de uma coincida com a outra. Depois, empilhe um ou mais livros sobre uma mesa reta e lisa, apoiando o começo das réguas ou madeira, já coladas, no topo da pilha de livros. Fixe as extremidades das réguas com fita adesiva (na mesa e na pilha de livros) para que não haja escorregamento, formando assim uma rampa; e, também, um lápis com fita adesiva, a mais ou menos 20cm da base da rampa, perpendicularmente a esta. Por fim, coloque um pedaço de massa de modelar no capô do carrinho e sobre a massa de modelar, levemente presa, a bolinha de aço; e posicione o conjunto carro, massa e bolinha no alto da rampa.

Figura 04: Experimento da trombada



FONTE: Adaptado de LAVARDA, 2022.

Pode ocorrer da massa de modelar no início grudar mais do que o desejado. Por isto, prenda e solte a bolinha algumas vezes, antes de começar o experimento; além disso, a limpeza da bolinha e do carrinho faz-se necessária periodicamente, sendo inclusive aconselhável a troca da massa.

2.2.2. Experimento do canhão de borrachinha

O principal objetivo do experimento do canhão de borracha, conforme Lavarda (2022), é “mostrar que num sistema onde inicialmente não existe movimento nenhum e então duas partes diferentes do sistema começam a se movimentar, existe uma compensação: os movimentos ocorrem na mesma direção, porém em sentidos opostos”. Este experimento está correlacionado com o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear, sabendo que qualquer sistema sempre conserva constante a sua Quantidade de Movimento Linear; podendo, inicialmente, ser nula ou não (LAVARDA, 2022). Para a montagem deste experimento, são necessários os itens listados na Tabela 02, observando as considerações acerca de tais itens.

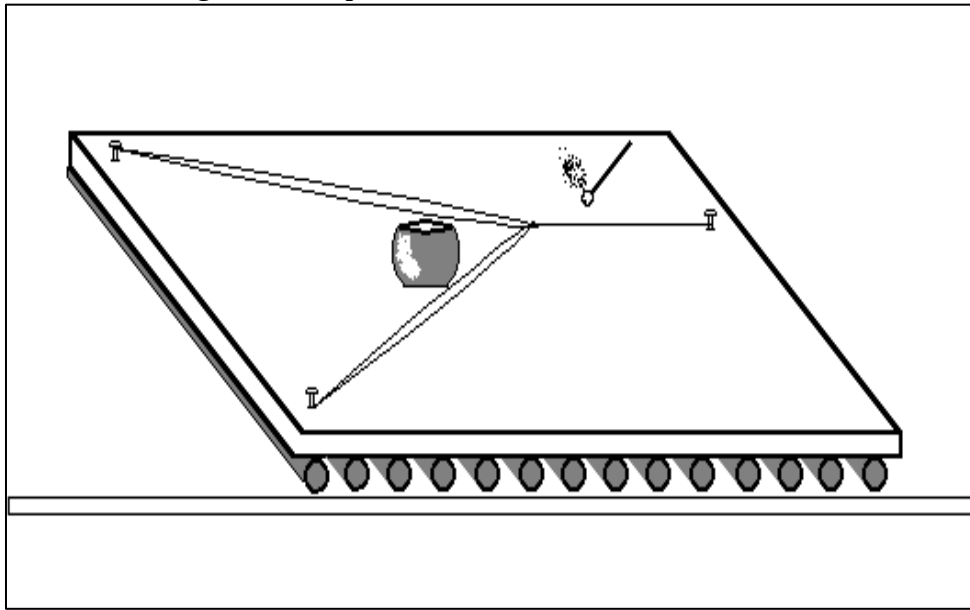
Tabela 02: Materiais necessários para o experimento do canhão de borrachinha

ITENS	OBSERVAÇÕES
Uma tábua leve de 15x10 cm	Pode ser, por exemplo, obtida de uma caixa de uva, da parte da madeira mais fina que a compõe.
Três parafusos ou pregos pequenos	
Um elástico de dinheiro	
Linha de costura	
Fósforos ou isqueiro	
Projétil	Pode ser qualquer coisa passível de ser atirada pela borracha: um apontador de lápis, uma borracha de apagar lápis, dessas que têm uma capa plástica de proteção (só a borracha ofereceria muito atrito), etc....
Lápis	A quantidade deve ser tal que permita a base de madeira se deslocar por toda a distância que essa conseguir se mover após o tiro. Algo como uma dúzia ou mais deve resolver.

FONTE: Adaptado de LAVARDA, 2022.

A ideia do experimento consiste em estabelecer um sistema muito similar a um canhão real, aonde uma borrachinha de dinheiro é armada sobre a base de madeira, de forma como se constituísse uma atiradeira prestes a estimular o projétil, conforme ilustra a Figura 05. A linha de costura e o palito de fósforo servem para desfechar o "tiro" com a menor interferência possível. Em seguida, depois de armado o sistema, dispara-se o "tiro", meramente, queimando a linha que sustenta a borrachinha esticada. Neste momento, observa-se que enquanto o projétil é lançado em um sentido, todo o resto do sistema move-se num outro sentido, ou seja, retrocede. Logo, é possível explorar a compensação de quantidades de movimentos, sendo bastante visível que ocorre neste experimento, uma vez que o projétil mais leve se desloca com velocidade maior e o resto do sistema, que é mais pesado, desloca-se em outro sentido e com velocidade menor.

Figura 05: Experimento do canhão de borrachinha



FONTE: Adaptado de LAVARDA, 2022.

A montagem deste experimento começa com o preparativo da madeira, de forma que esta fique o mais liso possível, extraindo todas as farpas e os possíveis defeitos. Nas bordas de menor largura, fixe os dois parafusos nos cantos da placa e, no centro da borda oposta, o outro parafuso.

- Passe cada uma das pontas da borrachinha pelos parafusos da extremidade que contém dois parafusos.
- Amarre no centro do elástico um pedaço de linha.
- Puxando a borrachinha pela linha, estique-a na direção do parafuso que está no centro da outra extremidade, e enrole a linha nele, para que fique preso e esticado. Não encoste a borrachinha no parafuso, deixe uma folga de mais ou menos um centímetro (LAVARDA, 2022).

Não encoste a borrachinha no parafuso, deixando uma folga de mais ou menos um centímetro, de modo que o projétil constituído pela borrachinha esticada dentro do vértice demonstre um V. Por fim, coloque os lápis sobre a mesa, um paralelo ao outro, compondo uma espécie de caminho, que é por onde o canhão precisará se deslocar após o tiro. Assim, com o conjunto armado sobre a esteira de lápis, queime a linha com o fósforo sem que o palito ou você encoste no experimento. O peso do canhão é importante para se observar um bom recuo; logo, faz-se necessário escolher uma boa madeira que sirva de base para o canhão.

2.2.3. Experimento da queda livre

A queda livre dos corpos caracteriza-se por um fenômeno natural contraintuitivo. Em

outras palavras, é comum as pessoas considerarem que um corpo em queda livre que possua maior massa, caia mais rapidamente que um corpo mais leve. O que significa dizer que, se considerarmos ambos abandonados de uma mesma altura e no mesmo instante, geralmente, o primeiro (maior massa) atingirá o solo mais rapidamente que o último (menor massa). Apesar das evidências observacionais, o tempo de queda de um objeto independe de sua massa e, podemos dizer que, a resistência do ar, geralmente, é a responsável por retardar o tempo de queda do objeto mais leve. Não é fácil convencer os alunos que o tempo de queda de um objeto independe da sua massa, porque eles vivenciam fenômenos que ratificam aquelas concepções alternativas, ocorrendo o que (BASTOS, 2010) denominam de o Fenômeno da Distorção. Além disso, o professor não dispõe de equipamentos demonstrativos, como, por exemplo, um tubo de vácuo que possa, por meio de uma experimentação sistematizada, mostrar que todos os objetos em queda livre adquirem uma aceleração constante.

O experimento tem como objetivo mostrar que, independentemente da massa dos objetos, e desprezando os efeitos da resistência do ar, eles sempre demoram o mesmo tempo para chegar ao chão, se soltos da mesma altura. Segundo Lavarda (2022), o intuito é reapresentar a experiência de Galileo Galilei (1564-1642) que provou que todos os corpos na vizinhança da Terra sofrem uma atração em direção ao centro gravitacional do planeta (próximo ao centro da Terra). Isso ocorre de tal forma que para algo que está na superfície, como qualquer pessoa, essa atração se manifesta para baixo, que é a direção para o centro terrestre.

Logo, como todos os objetos caem do mesmo modo, deve haver algo que seja comum a todos eles. Primeiro, que possuem a mesma aceleração de queda, sendo a aceleração gravitacional. Com a mesma aceleração, todos os objetos ganham velocidade na mesma proporção. Segundo, como ganham velocidades iguais, devem chegar juntos ao solo, se largados ao mesmo tempo, da mesma altura, e a experiência for realizada no vácuo. Os itens para a realização desse experimento e algumas observações acerca dele estão apresentados na Tabela 03.

Tabela 03: Materiais necessários para a realização do experimento de queda livre

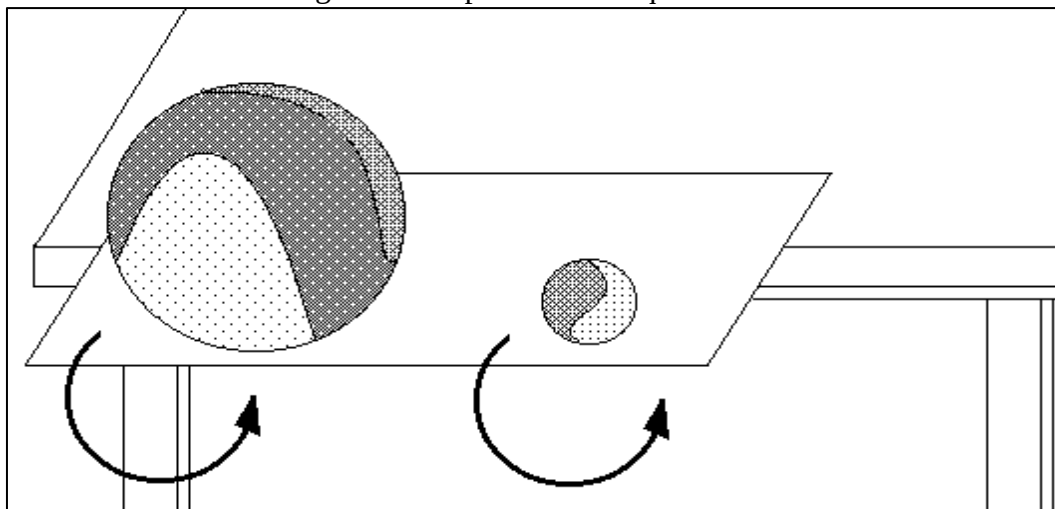
ITENS	OBSERVAÇÕES
Massa de modelar	
Algo que sirva como bandeja	Pode ser um livro, pedaço de cartolina ou papelão, ou mesmo uma bandeja

FONTE: Adaptado de LAVARDA, 2022.

O experimento consiste em observar a queda de pares de objetos com massas diferentes, segundo ilustrado na Figura 06, onde temos 2 objetos de massas bem diferentes, sendo duas

esferas modeladas, uma com pouca e outra com muita massa de modelar.

Figura 06: Experimento da queda livre



FONTE: Adaptado de LAVARDA, 2022.

Pode-se utilizar de um pacote com 10 barras de massas de modelar. Oito dessas barras podem ser usadas para fazer a esfera maior e apenas duas barras para fazer a menor. Feito isso, solta-se às duas esferas de uma mesma altura h ao mesmo tempo. Para que essas esferas sejam soltas de uma altura h ao mesmo tempo t , pode-se utilizar algo (caderno, livro etc.) como bandeja, a qual pode ser virada, fazendo com que as duas esferas, de massas diferentes, comecem a cair ao mesmo tempo. O resultado é que as esferas tocam o chão em simultâneo, apesar de elas terem visivelmente massas diferentes. A priori, considerando-se apenas a observação a olho nu do tempo de queda dos corpos em consideração, a impressão que se tem é que a massa não tem efeito sobre a velocidade deles. Assim, toda a verificação dos resultados depende da observação atenta da queda, fazendo-se necessário muita atenção quando chegam ao solo. Para uma observação mais precisa, recomenda-se cronometrar o tempo de que de cada objeto de massa m e medir a altura h de cada um.

A queda livre dos corpos caracteriza-se por um fenômeno natural contraintuitivo. Em outras palavras, é comum as pessoas considerarem que um corpo em queda livre que possua maior massa, caia mais rapidamente que um corpo mais leve. O que significa dizer que, se considerarmos ambos abandonados de uma mesma altura e no mesmo instante, geralmente, o primeiro (maior massa) atingirá o solo mais rapidamente que o último (menor massa). Apesar das evidências observacionais, o tempo de queda de um objeto independe de sua massa e, podemos dizer que, a resistência do ar, geralmente, é a responsável por retardar o tempo de queda do objeto mais leve. Não é fácil convencer os alunos que o tempo de queda de um objeto independe da sua massa, porque eles vivenciam fenômenos que ratificam aquelas concepções

alternativas, ocorrendo o que (BASTOS, 2010) denomina de o Fenômeno da Distorção. Além disso, o professor não dispõe de equipamentos demonstrativos, como, por exemplo, um tubo de vácuo que possa, por meio de uma experimentação sistematizada, mostrar que todos os objetos em queda livre adquirem uma aceleração constante.

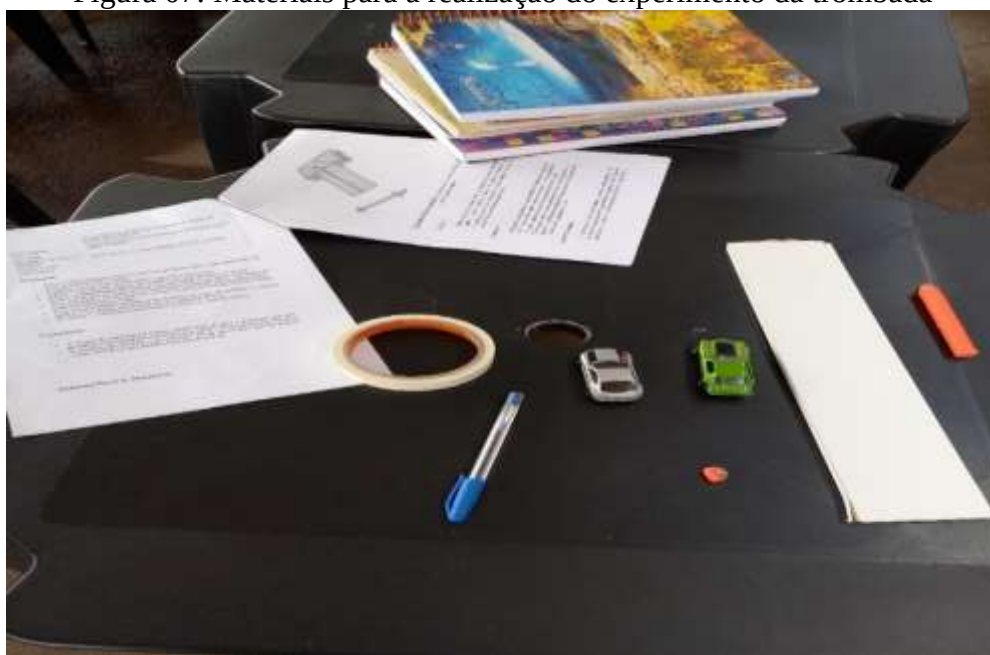
3. PROPOSTA DO PRODUTO EDUCACIONAL

A proposta do Produto Educacional (PE) abrange a forma de aplicação e o método de avaliação, representando a execução das práticas pedagógicas do PE, de modo a relatar e demonstrar a aplicação da metodologia, bem como evidenciar como foram coletados os dados para as análises e discussões. Trata-se de registro da realização das práticas experimentais, comprovando a ocorrência destes momentos. A proposta do Produto Educacional foi desenvolvida no CEPI Estadual Abrahão André na cidade de Catalão, GO, em duas turmas matutinas do 1º Ano do Ensino Médio. Uma dessas turmas participou do desenvolvimento das atividades e a outra não.

3.2. Forma de Aplicação

As aulas teóricas acontecem de acordo com o horário de cada instituição escolar, onde podem ser utilizados momentos distintos, ou seja, seis horas aulas para a verificação dos conteúdos propostos. A aula prática de experimentação pode ser realizada no pátio aberto da escola, se houver, permitindo melhores demonstrações, e maior interação entre os alunos. O primeiro experimento foi o da trombada. Os materiais para a realização desse experimento são apresentados na Figura 07.

Figura 07: Materiais para a realização do experimento da trombada



FONTE: Elaborada pelo autor.

Em seguida, com os materiais pertinentes e os devidos ajustes entre as mesas, que servem de bases para o experimento, a montagem acontece, com adaptações de alguns materiais, não representando nenhuma dificuldade para realização. As réguas podem ser substituídas por um pedaço de madeira para fazer a rampa.

Figura 08: Apreciação, por parte dos alunos, do experimento da trombada

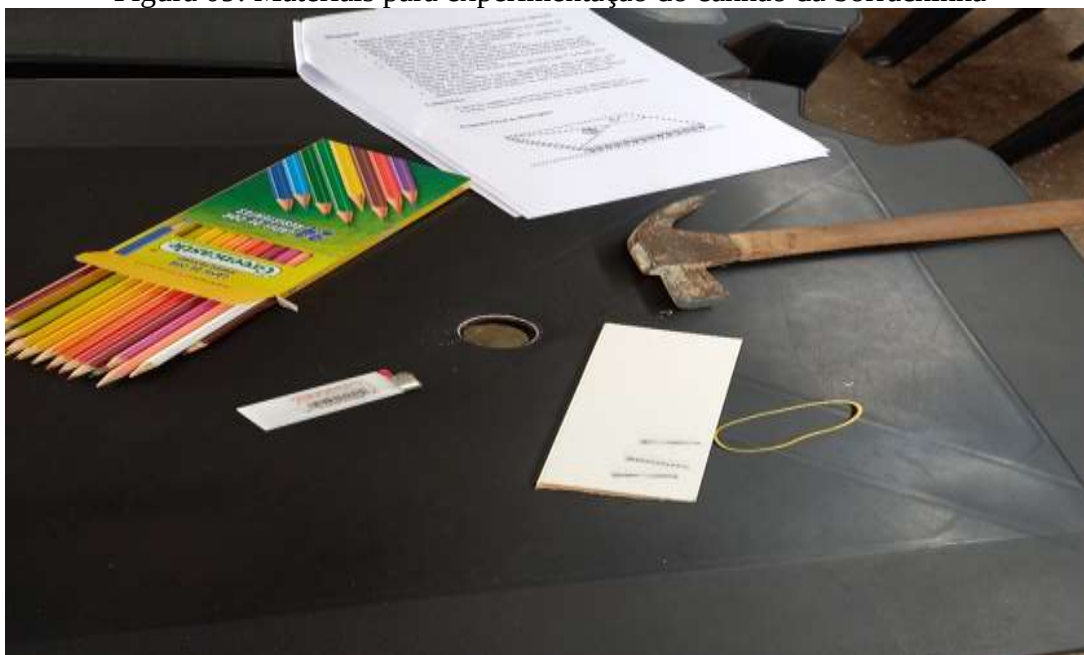


FONTE: Elaborada pelo autor.

Devido à facilidade de replicar a experimentação, que é naturalmente observável, está prática experimental sucede de forma tranquila e, inicialmente, apresenta ter contribuído com a aprendizagem, pois permiti ver de forma simples e prática a Primeira Lei de Newton e o Princípio da Inércia presente nos objetos em repouso e em movimento.

Posteriormente, são separados e organizados os materiais para a realização da experimentação do canhão de borrachinha, que introduz o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear. A Figura 09 mostra os materiais necessários e utilizados para a aplicação da experimentação do canhão de borrachinha.

Figura 09: Materiais para experimentação do canhão da borrachinha



FONTE: Elaborada pelo autor.

No experimento do canhão de borrachinha, a montagem inicial é mais complexa e exige a utilização do martelo para afixar os pregos no pedaço de madeira. E essa montagem pode ser realizada no solo com todo o cuidado possível e com a participação dos alunos. Outro cuidado importante nesta experimentação é com o manuseio do isqueiro, que aquece com o uso. A Figura 11 ilustra a execução da experimentação do canhão e a observação pelos alunos da turma. A partir da primeira montagem, a prática experimental pode ser repetida e observada inúmeras vezes.

Figura 11: Experimentação do canhão da borrachinha

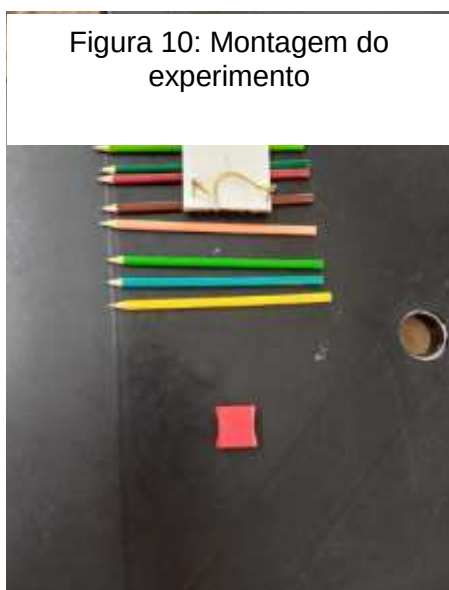


Figura 10: Montagem do experimento



FONTE: Elaborada pelo autor.

Nesta experimentação, observa-se facilmente a movimentação linear, ponderando os princípios de conservação dos movimentos do canhão e de sua munição, que também varia de acordo com o peso destes projéteis, onde foram experimentados pesos variados de projéteis.

Por último, foi realizado o experimento das quedas livres. A Figura 12 mostra os materiais necessários para a realização desta prática experimental.

Figura 12: Materiais para a realização do experimento de queda livre de vários corpos



FONTE: Elaborada pelo autor.

Tal experimento é muito simples e exige pouca usabilidade de materiais. No entanto, a observação é um fator determinante para a compreensão e assimilação dos conceitos, pois é muito rápido as quedas livres. Assim, é possível observar pela Lei da Gravidade que existe uma força que atrai todos os corpos para o centro da Terra. Esta força é conhecida como Força Gravitacional. O movimento de queda livre é uniformemente acelerado, com uma trajetória retilínea e vertical, e uma aceleração que é a mesma para todos os corpos. Várias grandezas físicas estão presentes nesta experimentação, tais como velocidade, peso, força, aceleração, entre outras.

A Figura 13 mostra a participação da turma nas execuções desta prática experimental milenar e tão grandiosa para compreensão dos fenômenos físicos.

Figura 13: Experimentação da queda livre



FONTE: Elaborada pelo autor.

O experimento da queda livre de corpos requer algumas reaplicações para as percepções e observações de todos os alunos envolvidos, apresentando boa participação dos alunos na prática, com considerações e curiosidades acerca dos conteúdos que envolvem a experimentação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que o Produto Educacional é um instrumento para a inserção de novas práticas didáticas no cotidiano escolar, trazendo bagagens preciosas para o ensino de Física. Portanto, metodologias ativas como as experimentações favorecem maiores vivências, garantindo uma melhor aprendizagem por parte dos alunos. Logo, é possível destacar a viabilidade desta metodologia de ensino, em especial aos conteúdos da Física. As aulas experimentais são métodos que precisam ser mais explorados e direcionados a sanar as dificuldades escolares, uma vez que trazem novas formas de ensinar, de compartilhar saberes, de correlacionar os conteúdos com o dia a dia, de modo que as Ciências sejam praticadas e não somente contextualizadas e exemplificadas.

Desde modo, todo o planejamento e elaboração deste produto educacional pode e deve ser replicado, tornando-se uma prática constante para o Ensino de Física, viabilizando tanto o reforçar dos conteúdos como o assimilar de saberes.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, E. S. **Dificuldades no ensino e aprendizagem da Física para alunos da 1º série do Ensino Médio**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Alagoas. Maceió - AL, 2023.
- BAPTISTA, J. P. **Os princípios fundamentais ao longo da História da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 4, p. 541-553, 2006.
- BASTOS, F. org. **Ensino de ciências e matemática III**: contribuições da pesquisa acadêmica a partir de múltiplas perspectivas. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.
- COELHO, L. **Mapas mentais: leis de Newton**. Disciplinas, 2016a. Disponível em: <https://descomplica.com.br/artigo/mapa-mental-leis-de-newton-2/4H4/>. Acessado em: 27 de set. 2022.
- _____. **Mapas mentais: princípio da conservação da quantidade de movimento linear**. Disciplinas, 2016b. Disponível em: <https://descomplica.com.br/artigo/mapa-mental-quantidade-de-movimento-e-colisoes/4rc/>. Acessado em: 27 de set. 2023.
- _____. **Mapas mentais: queda livre**. Disciplinas, 2016c. Disponível em: <https://descomplica.com.br/artigo/mapa-mental-lancamento-vertical-e-queda-livre/4Hn/>. Acessado em: 27 de set. 2023.
- GODOY, L.; AGNOLO, R. M. D.; MELO, C. **Ciências da natureza: matéria, energia e a vida**. São Paulo: FTD, 2020a.
- _____. **Ciências da natureza: movimentos e equilíbrios na natureza**. São Paulo: FTD, 2020b.
- HELERBROCK, R. **Queda livre**. Mundo Educação, 2023. Disponível em <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/queda-livre.htm>. Acessado em: 23 de set. 2023.
- KAZUHITO, Y.; FUKU, L. P. **Física para o ensino médio**. São Paulo: Saraiva, 2011.
- KHAN ACADEMY (Biblioteca de Física). **O que é conservação de energia?** Disponível em <https://pt.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-conservation-of-energy>. Acessado em: 19 de set. 2023.
- LAVARDA, F. C. **Experimentos de física para o ensino médio e fundamental com materiais do dia-a-dia**. UNESP - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Campus de Bauru, Departamento de Física, 2022. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>. Acessado em: 30 de set. 2023.
- SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Física: ensino médio atual**. vol. único. São Paulo: Atual, 2005.
- SANTOS, W. D. dos. A importância das atividades experimentais no ensino de física nas

escolas. **Repositório UNIUBE**, 2021. 7p.

SILVA, A. C. S.; GOMES, S. M. **Dificuldades que envolvem o ensino e a aprendizagem da Física no Ensino Médio**. Artigo do Curso de Licenciatura em Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Campus Porto Velho Calama, 2016. 23p.

SILVA, E. D. da. **A importância das atividades experimentais na educação**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Candido Mendes, AVM - Faculdade Integrada, 2017. 47p.

SILVA JÚNIOR, J. S. **O que é inércia?** Brasil Escola, 2023. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-inercia.htm>. Acessado em: 20 de set. 2023.

VILAÇA, F. N. **Revisão bibliográfica: a experimentação no ensino de física**. Universidade Federal São João Del Rei, PIBID, 2012. 10p.

APÊNDICE B: Questionário sobre Física

1. Você gosta de Física? (☐) SIM (☐) NÃO
2. Você tem boas notas em Física? (☐) SIM (☐) NÃO (☐) RAZOÁVEIS
3. Você já realizou alguma experiência prática de Física? (☐) SIM (☐) NÃO
4. Sua escola possui Laboratório de Física ou Ciências? (☐) SIM (☐) NÃO
5. Você já participou de alguma Olimpíada de Física? (☐) SIM (☐) NÃO
6. Você consegue relacionar o que é ensinado nas aulas de física com as coisas que acontecem no seu dia a dia? (☐) SIM (☐) NÃO
7. Você já ouviu falar ou leu sobre a Lei da Inércia (Primeira Lei de Newton)? (☐) SIM (☐) NÃO
8. Você já ouviu falar ou leu sobre o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear? (☐) SIM (☐) NÃO
9. Você já ouvir falar ou leu sobre Queda Livre? (☐) SIM (☐) NÃO

APÊNDICE C: Mini Simulado

01) As estatísticas indicam que o uso de cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. Fisicamente, a função do cinto está relacionada com a:

- a) Primeira Lei de Newton;
- b) Lei de Snell;
- c) Lei de Ampère;
- d) Lei de Ohm;
- e) Primeira Lei de Kepler.

Alternativa correta: letra a.

02) Foi veiculada na televisão uma propaganda de uma marca de biscoitos com a seguinte cena: um jovem casal está num mirante sobre um rio e alguém deixa cair lá de cima um biscoito. Passados alguns segundos, o rapaz se atira do mesmo lugar de onde caiu o biscoito e consegue agarrá-lo no ar. Em ambos os casos, a queda é livre, as velocidades iniciais são nulas, a altura da queda é a mesma e a resistência do ar é nula. Para Galileu Galilei, a situação física desse comercial seria interpretada como:

- a) impossível, porque a altura da queda não era grande o suficiente.
- b) possível, porque o corpo mais pesado cai com maior velocidade.
- c) possível, porque o tempo de queda de cada corpo depende de sua forma.
- d) impossível, porque a aceleração da gravidade não depende da massa dos corpos.

Alternativa correta: letra d.

03) Um torcedor de futebol, durante uma partida do Campeonato Brasileiro de 2015, resolveu utilizar seus conhecimentos de Física para explicar diversas jogadas. Nessa perspectiva, leia com atenção as afirmações a seguir e marque V para as verdadeiras e F para as falsas:

- a) () A força que o jogador exerce sobre a bola, ao chutá-la, é maior do que a força que a bola exerce sobre o pé do jogador.

Resposta F.

b) () Na cobrança de um pênalti, o jogador altera a quantidade de movimento da bola, que, por sua vez, é novamente alterada quando a bola se choca com a rede.

Resposta V.