

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA

GIULIANO MARGOTI

**EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA LIGADA
AO PROCESSO AVALIATIVO**

CURITIBA
2022

GIULIANO MARGOTI

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA LIGADA AO PROCESSO AVALIATIVO

Experimental Activity in Teaching Physics Connected to School Tests

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Licenciado em física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Jorge Alberto Lenz.

Coorientador: Arandi Ginane Bezerra Junior.

CURITIBA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GIULIANO MARGOTI

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA LIGADA AO PROCESSO AVALIATIVO

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Licenciado em física da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 29 de junho de 2022

Jorge Alberto Lenz
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Marcus Vinicius Santos Kucharski
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dioógenes Borges Vasconcelos
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CURITIBA
2022

Dedico este trabalho a minha família, em especial a meus pais que proporcionaram que fizesse esta faculdade.

AGRADECIMENTOS

Certamente não é possível inserir nesta página tudo que me fez terminar este curso, mas, certamente sua conclusão foi proporcionada por meus pais e irmãos, que, com ajuda financeira e psicológica me incentivaram, por isso os agradeço. Agradeço também a meus professores que me proporcionaram uma formação rica em todos os aspectos, e a meus colegas de curso pelo convívio.

Por fim, agradeço aos meus orientadores e banca por participarem deste momento, e, a todos que se sentem por contribuir, aqui deixo meus agradecimentos.

RESUMO

O presente trabalho aborda de forma superficial o processo de avaliação da aprendizagem escolar, detendo-se ao contexto da disciplina de Física, com ênfase ao Ensino Médio. O objetivo é o de evidenciar que o mecanismo da experimentação pode ser uma forma muito importante durante o processo de avaliação de ensino e aprendizagem. É também apresentada uma breve revisão bibliográfica sobre a história da física no Brasil. Talvez, para uma boa parte das pessoas que estão cursando ou que irão cursar o Ensino Médio, estudar física seja importante e, por mais que seja difícil, devido à forte presença da matemática, é necessário para compreender o mundo que nos cerca. Entretanto, muitas vezes a forma de explicá-la ou de avaliar o conhecimento adquirido em física dos alunos esteja dificultando este entusiasmo e provocando desta maneira certo descontentamento. Como sugestão de alteração do panorama das avaliações, é apresentado também como sugestão alguns critérios avaliativos. A intenção é a de auxiliar na supressão de uma demanda muito discutida na literatura, que são as atividades experimentais, recomendando, assim, para o professor avaliar seus alunos com práticas experimentais. Para tanto são propostas algumas atividades experimentais nos apêndices deste trabalho, além de um modelo quantitativo para avaliação e um para organização dos experimentos.

Palavras-chave: Atividade Experimental, Experimentação, Ensino de Física, Avaliação

ABSTRACT

The present work superficially approaches the process of evaluation of school learning, focusing on the context of the discipline of Physics, with emphasis on High School. The objective is to show that the experimentation mechanism can be a very important way during the teaching and learning evaluation process. A brief literature review on the history of physics in Brazil is also presented. Perhaps, for a good part of the people who are attending or who will attend high school, studying physics is important and, as difficult as it is, due to the strong presence of mathematics, it is necessary to understand the world around us. However, many times the way of explaining it or of evaluating the knowledge acquired in physics by the students is hindering this enthusiasm and thus causing some discontent. As a suggestion to change the panorama of evaluations, some evaluation criteria are also presented as a suggestion. The intention is to assist in the suppression of a demand much discussed in the literature, which are experimental activities, thus recommending that the teacher evaluate his students with experimental practices. For that, some experimental activities are proposed in the appendices of this work, in addition to a quantitative model for evaluation and one for organizing the experiments.

Keywords: Experimental Activity, Experimentation, Physics Teaching, Physics Test.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Lançamento da mola.....	55
Figura 2 - Círculo a se medir	56
Figura 3 - Esquema do lançamento	57
Figura 4 - Esquema do lançamento	58
Figura 5 - Esquema do lançamento.....	60
Figura 6 - Esquema.....	62
Figura 7 - Esquema da colisão.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Revisão bibliográfica: história da física no Brasil, de 2000 até 2005	18
Quadro 2 - Validação das notas	31
Quadro 3 - Relação dos materiais dos experimentos com um nível de dificuldade para encontrá-los	44
Quadro 4 - Relação da dificuldade de se entender a matemática dos experimentos	44
Quadro 5 - Relação do nível dos estudantes	44
Quadro 6 - Roteiro de experimento	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisas
DCE	Diretrizes Curriculares da Educação Básica
DDP	Diferença de Potencia
FFCL	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
FNFi	Faculdade Nacional de Filosofia
GRF	Grupo de Reestruturação do Ensino de Física
IMPA	Instituto de Matemática Pura e Aplicada
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MCU	Movimento Circular Uniforme
MCUV	Movimento Circular Uniformemente Variado
MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
MRUV	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PSSC	Physical Science Study Committee
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UDF	Universidade do Distrito Federal
USP	Universidade de São Paulo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

<i>A</i>	Amper
B	Campo Magnético
E	Campo Eléctrico
<i>J</i>	Joule
<i>V</i>	Volt

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	HISTORIOGRAFIA DA FÍSICA NO BRASIL	14
2.1	Revisão bibliográfica sobre a história da física no Brasil	18
3	OBJETIVOS E QUESTÃO DE PESQUISA	20
3.1	Objetivos gerais.....	20
3.2	Objetivos específicos.....	20
3.3	Questão de pesquisa	21
4	JUSTIFICATIVAS	22
4.1	Justificativa pessoal	22
4.2	Justificativa referenciada	22
5	REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
5.1	Teorias de aprendizagem	24
5.2	Avaliação.....	26
5.3	Demandas de experimentos no ensino de física e avaliação.....	27
5.4	Videoanálise como alternativa didática no Ensino de Física	28
6	METODOLOGIA	30
6.1	Pesquisa qualitativa	30
6.2	Pesquisa quantitativa.....	30
6.2.1	Critérios avaliativos	31
7	ANÁLISE DE CONTEÚDOS: UNIDADES CURRICULARES.....	32
7.1	Primeiro Ano	32
7.1.1	Cinemática	32
7.1.2	Dinâmica	33
7.1.3	Gravitação universal.....	34
7.1.4	Hidrostática e hidrodinâmica	35
7.2	Segundo Ano	35
7.2.1	Termologia	36
7.2.2	Ótica	39
7.2.3	Ondulatória.....	40
7.3	Terceiro Ano	40
7.3.1	Eletromagnetismo.....	41
7.3.2	Física moderna.....	42
8	CONJUNTO DE EXPERIMENTOS.....	44

9	CONCLUSÃO (OU CONSIDERAÇÕES FINAIS)	47
	REFERÊNCIAS.....	49
	APÊNDICE A - Conservação da energia.....	54
	APÊNDICE B - Movimento Circular.....	55
	APÊNDICE C - Leis de Newton.....	57
	APÊNDICE D - Queda livre.....	58
	APÊNDICE E - conservação da energia	60
	APÊNDICE F - Movimento retilíneo uniforme	62
	APÊNDICE G - Colisão Elástica e Queda Livre	64

1 INTRODUÇÃO

Nota-se que em boa parte das escolas brasileiras a admissão dos alunos nos anos escolares subsequentes é feita por via de avaliações formais escritas, sem contar o próprio método de ingresso nos níveis superiores de ensino. Em muitos casos estas avaliações não expressam exatamente o que o aluno aprendeu até o momento (LUCKESI, 2014). Não se trata de criticar a forma com que são feitas as avaliações, mas sim, no caso da Física, como os processos avaliativos são aplicados.

É comum perceber nas avaliações de física, desenhos esquemáticos para demonstrar um experimento (VILLATORRE, 2009). As atividades experimentais de física, portanto, já são levadas para sala de forma indireta, o que nos faz pensar, por que não levá-los diretamente para sala de aula?

Por exemplo: suponha que a prova é de apenas uma questão que consiste em calcular o coeficiente elástico de uma mola. Para isso, o professor apresenta uma imagem ilustrativa de uma mola na vertical onde se visualiza a elongação da mesma devido a inserção de uma massa conhecida na ponta dela - isso quando há o desenho e não simplesmente se entrega os dados. Por que então, em vez disso, não levar a própria mola à frente da sala e mostrar em tempo real a elongação da dela, onde o aluno responderia a mesma pergunta atribuída? “Como se obtém o coeficiente elástico da mola?”

Neste exemplo simples, nenhuma etapa do processo de ensino, aprendizagem e avaliativo é desconsiderada, e, independentemente da metodologia de ensino aplicada pelo professor, tradicional, sócio-cultural, comportamentalista, etc. (MIZUKAMI, 1986), a proposta deste trabalho pode ser empregada. Reiterando, numa aula expositiva, após este tipo de avaliação, o estudante pode prosseguir com analogias tecnológicas, como entender o funcionamento de um dinamômetro ou balanças que podem ser utilizadas para a montagem da atividade experimental. Assim, caso esta ideia da utilização das atividades experimentais no momento da prova seja recorrente, o aluno ficará pouco a pouco mais familiarizado com a ciência do seu dia-dia, tanto quanto mais empolgado com a realização da próxima prova, ficcionado para ver qual o próximo experimento a ser analisado, o que dá ao professor e ao aluno o bônus do entusiasmo para ensinar e aprender física.

2 HISTORIOGRAFIA DA FÍSICA NO BRASIL

A física no Brasil é cheia de questões particulares que refletem no que entendemos dela hoje, tanto para o ensino médio como para graduação ou pós-graduação. O Brasil é um país colonizado, portanto, a história de todas as coisas começa no período colonial. Naquela época o que mais se fazia com a física era, como entendemos hoje em dia, a aplicação do conhecimento intuitivo dos fenômenos e leis físicas. Talvez por este motivo foi tão difícil desvencilhar a física da ciência natural, como a desvencilhar do éter (LATTES, 1992).

Naquela época não houve muito do que entendemos como trabalhos acadêmicos em física, encontra-se apenas alguns registros de estudos em astronomia e meteorologia. O principal nome ligado a estes ramos de pesquisa é George Marcgrave, que trabalhava em um observatório construído em Olinda em 1640. (COSTA RIBEIRO, 1955,).

As atividades experimentais, bem como as publicações da época eram escassas. Quem talvez tenha sido o pioneiro em montar um experimento nesta época seria Bartolomeu de Gusmão, que, em 1709 fez subir o primeiro balão de ar quente no território brasileiro (COSTA RIBEIRO, 1955; FIGUEIRAS, 1995). Quase um século depois, se iniciavam as primeiras aulas práticas de física no Brasil, efetivadas no Seminário de Olinda, fundado em 1800, pelo bispo Azevedo Coutinho, que trouxe com ele de Portugal, professores qualificados para ministrar aulas, entre as disciplinas estava física.

Com a chegada da corte portuguesa ao Brasil, houveram profundas mudanças na história de nosso país. A partir de 1808, é que foram instaurados os primeiros centros de pesquisa científica. A finalidade era a de suprir uma necessidade imediata da colônia, a especialização técnica, e este tecnicismo pode ser percebido até os dias de hoje (MOTOYAMA, 1980). As primeiras aulas práticas documentadas foram realizadas no Laboratório de Química e Física do Museu Nacional somente para militares e médicos. Pouco tempo depois, em torno de 1830, é que a física ganhou autonomia e agora era partilhada também com os cursos de medicina no Rio de Janeiro.

Em 1851, Cândido Batista de Oliveira, publicou, talvez, o primeiro artigo de relevância na área de física experimental, onde realizou um experimento utilizando um Pêndulo de Foucault. Este trabalho foi publicado na revista Comptes Rendus e

Proceedings of the Royal Society. Este experimento foi de grande impacto pois inseria o método analítico em percepções físicas, o que mesmo com as dificuldades teóricas protagonizou o avanço da física no Brasil. Contudo, ainda os equipamentos de laboratório eram escassos. (MOREIRA, 1997)

Entre os anos de 1900 e 1920 não se tem muito conhecimento sobre o progresso da física brasileira. São citados apenas alguns nomes e apresentadas algumas tentativas de inserção da ciência moderna no Brasil, por exemplo, com o livro *Introdução à Teoria da Relatividade* publicado em 1922 (AMOROSO, 1922).

O caminho da física no Brasil entre as décadas de 20 a 30 foi fortemente influenciado por alguém que não era familiar a física, Luiz Freire, que pode ser considerado como um dos incentivadores mais impactantes para que na década de 40, pessoas como, Samuel MacDowell, José Leite Lopes, Fernando de Souza e Mário Schenberg, pudessem ter destaque na ciência brasileira. (BASSALO, 1990).

Ainda, em meados de 1930 estavam sendo gerados grupos de pesquisa em física. Este período é marcado na Europa pelo começo do fascismo na Itália e nazismo na Alemanha. Talvez pela grande dificuldade de encontrar empregos fixos neste continente, alguns pesquisadores acabavam aceitando propostas de trabalho em novos centros de pesquisa no Brasil trazendo uma nova mentalidade da ciência. Um exemplo de faculdade deste avanço é a criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) em 1934, da Universidade de São Paulo (USP). Sua criação não se deu por motivos de demanda técnica produtiva, mas por motivos políticos, ocasionando numa fissão entre a indústria e os cursos superiores de física. Este pode ser considerado o início da consolidação da física no Brasil. (GOLDEMBERG, 1973)

Chegou ao Brasil em 1933 o físico Bernhard Gross e criou um grupo de pesquisas sobre raios cósmicos. Trabalhos publicados nacionalmente como o de (GROSS, 1935) nos Anais da Academia Brasileira de Ciências, serviram ao propósito da consolidação da física, pois foi o primeiro trabalho publicado nacionalmente. Participou da criação do Instituto Nacional de Tecnologia, do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) e da Comissão de Energia Nuclear.

É na década de 30 que se estabelece as duas vertentes principais de pesquisa no Brasil. Na primeira encontramos seus representantes como sendo os primeiros formandos de física no território nacional, está entre eles, por exemplo, Mário Schenberg. E a segunda liderada por Gross com destaque para Plínio Sussekind da

Rocha, colaborador de Gross. Neste cenário, os futuros pesquisadores poderiam escolher entre estes dois grupos.

No Rio de Janeiro, nesta época, estava sendo criada uma universidade no estilo da USP, seria ela a UDF, onde o enfoque político era evidente voltada mais para pesquisa. A ideologia em questão era:

"movimento em prol da ciência pura, que se concretizou, em meados da década de 1910, na fundação da Sociedade Brasileira de Ciências (mais tarde Academia Brasileira de Ciências).

Movimento pela modernização do ensino no país, liderado pelo educador baiano Anísio Teixeira, que liderou a criação da UDF a pedido do então prefeito do Rio de Janeiro, Pedro Ernesto." (VIDEIRA, 2010)."

Entretanto, poucos anos depois da criação da UDF, ela foi fechada devido a motivos políticos por Getúlio Vargas, pois a bancada católica queria manter a hegemonia no ensino superior (FÁVERO, 1990). Não há muito mais sobre este período em trabalhos publicados que remetem a história da física brasileira.

Após se iniciar a física no contexto nacional existe a expansão natural para o cenário internacional. Os primeiros resultados podem ser observados cerca de 5 anos depois do período de Gross com trabalhos como os de Pompeia e Damy sendo que este trabalho teve um impacto muito grande na ciência nacional, pois, devido seu rigor e natureza inédita, foi citado por vários físicos, entre eles, Werner Heisenberg. (POMPEIA, SOUZA SANTOS, WATAGHIN, 1940)

Trabalhando em uma universidade dos Estados Unidos, o físico Mário Schenberg e colaboradores chegaram ao chamado processo Urca que relaciona neutrinos ao colapso de estrelas. Este físico brasileiro também, por volta de 1941, no observatório de Yerkes, juntamente com colaboradores, chegou ao chamado limite Chandrasekhar-Schenberg, que agora analisa a evolução de estrelas semelhantes ao Sol.

Naquele ano, ocorreu no Brasil o primeiro simpósio internacional realizado em território nacional, que tratava sobre questões de física de fronteira, nomes importantes como Arthur H. Compton participaram deste congresso no Rio de Janeiro (Simposium sobre Raios Cósmicos). Ainda naquela época, Joaquim da Costa Ribeiro, demonstrou o efeito Costa Ribeiro, um efeito Termoeletrônico, em 1943 ele percebeu

que este efeito acontece em várias substâncias. Este trabalho foi publicado na edição de 14 de novembro de 1944 da Academia Brasileira de Ciências.

Mas, além de tudo isso, muitos historiadores concordam que o maior colaborador para a visibilidade da ciência e física brasileira foi César Lattes. Em 1947, enquanto trabalhava com pesquisadores do laboratório de H.H. Wills, da Universidade de Bristol, Lattes colaborou para a descoberta, na detecção do chuveiro cósmico, o méson pi positivo e negativo. Nos Estados Unidos, mais precisamente na Universidade de Berkley, Lattes também colaborou na construção de sincrocíclotron com proporções consideráveis.

Com a repercussão da descoberta dos píons e múons, trabalho de colaboração com Lattes, em 1949 foi criado o centro privativo, com apoio de pesquisadores de diversas áreas, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Muito próximo aquela época ainda, surgia o Conselho Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CNPq), 1951, e o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) 1952. Isso sem dúvidas foi ponto chave para o estabelecimento mais sólido da pesquisa no país.

Naquele momento as vertentes de pesquisa no Brasil parecem ser:

A consolidação de grupos de física teórica (FFCL, da USP; FNFi, na Universidade do Brasil e do CBPF), que estavam proporcionando diversas publicações na área de física teórica.

Instalação de aceleradores de partículas nas capitais do Rio de Janeiro e São Paulo guiadas pelas tendências internacionais, principalmente Estados Unidos (VIDEIRA, 2010).

Entre muitos projetos ambiciosos de criação de sincrotrons e aceleradores lineares de partículas, dos quais alguns tiveram problemas na sua construção por diversos fatores, foi criado em 1960 o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES) que financiou projetos de pós-graduação e de pesquisa, incluindo aceleradores de partículas.

A partir da década de 50, e mais fortemente depois dos anos 60, a demanda por engenheiros aumentou consideravelmente, o que fez com que mais físicos fossem formados no Brasil. Isso possibilitou a formação de novos eixos de físicos fora das

grandes capitais. Outros fatores que proporcionaram este aumento na demanda foram: a institucionalização da pós-graduação e a reforma universitária.

O foco em aceleradores de partículas, física nuclear, começou a perder força para os estudos principalmente na área de física do estado sólido, iniciadas por Goodell no Brasil anos mais cedo. Hoje a física do estado sólido representa mais da metade da física produzida mundialmente. A Sociedade Brasileira de Física então foi fundada, o que proporcionou a apresentação da pesquisa feita em diversas partes do Brasil (SALINAS, 2001). Contudo, após este período, o que o sucede não é claramente debatido ou documentado, este é o período da ditadura, ainda tratada como tabu pela comunidade científica.

A partir deste momento, pós ditadura, a física no Brasil voltou a seguir seus rumos “normais” com universidades do Brasil todo abrindo as portas para novos físicos se formarem, com abrangência também a pessoas de baixa renda. Cortes em toda educação também foram feitos, mas observa-se apenas casos pontuais e não serão citados aqui. Para concluir, é triste que não existam muitos trabalhos biográficos sobre as figuras de físicos no Brasil, não existe a tradição de escrever biografias, o que de certa forma, dificulta o trabalho de historiadores quando tentam fazer um texto sobre historiografia da física no Brasil (VIDEIRA, 2010).

2.1 Revisão bibliográfica sobre a história da física no Brasil

O quadro a seguir traz uma pesquisa bibliográfica compacta sobre artigos que relatam a historiografia da física no Brasil de 2000 até 2005 em dois periódicos, este período foi utilizado por não estar contido na seção 2. A pesquisa foi realizada utilizando o portal de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), logado com o sistema acadêmico da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) possibilitando um maior acesso aos dados.

Quadro 1 - Revisão bibliográfica: história da física no Brasil, de 2000 até 2005

Ano de publicação	Quantidade de artigos	Título dos trabalhos	Autor
Física na Escola (SBF)			
2001	1	Capanema, um professor de física cria a telegrafia no país	Ildeu de Castro Moreira Mauro Costa Silva
2002	1	O instituto de física teórica no Brasil	Pedro Carlos de Oliveira
2003	2	O Brasil nos <i>principia</i> : observações astronômicas de Couplet na Paraíba	Ildeu de Castro Moreira

		Henrique Morize, os raios-X e os raios catódicos	Ildu de Castro Moreira
2004	1	Theodoro Ramos e os primórdios da física moderna no Brasil	Nelson Studart Ildu de Castro Moreira
Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF)			
2000	2	Theodoro Ramos e os primórdios da física moderna no Brasil	Nelson Studart Rogério C. T. da Costa Ildu de Castro Moreira
		Há 50 anos o efeito Costa Ribeiro	G. F. Leal Ferreira
2001	2	Notas para a história da sociedade brasileira de física	Silvio R. A. Salinas
		Como não escrever sobre a história da física: um manifesto historiográfico	Roberto de Andrade Martins
2003	1	A contribuição francesa ao ensino e à pesquisa em geofísica no estado da Bahia	Aurino Ribeiro Filho
2005	5	Gleb Wataghin e a física na USP	Silvio R. A. Salinas
		Lattes: nosso herói da era nuclear	Cássio Leite Vieira
		Mario Schönberg e a introdução do espaço de fock na física estatística clássica	P. T. Munz Silvio R. Salinas A.E. Santana T. Tomé
		Reminiscência de César Lattes	Alfredo Marques
		Lembranças de um Físico no Rio de Janeiro (1933 - 1947)	Bernhard Gross

Fonte: Autoria própria

3 OBJETIVOS E QUESTÃO DE PESQUISA

3.1 Objetivos gerais

Em diversas etapas do ensino, os professores de física se perguntam se existe alguma forma de poder melhorar as aulas proporcionando aos alunos uma melhor explicação sobre os fenômenos físicos apresentados. Sempre quando deparados com esta situação, acabam chegando à conclusão de que a utilização de algum experimento em sala de aula facilitaria o aprendizado. Entretanto, não encontram elementos relacionados às atividades experimentais que os auxiliem e que ainda mantenha todos os critérios impostos pelos órgãos reguladores da educação (GASPAR, 2016).

Tendo tudo isso em vista, este trabalho tem como objetivo dar exemplos de algumas atividades experimentais a fim de facilitar para o professor a aplicar para as demais, ligando cada experimento a um conteúdo estruturante provindo de uma revisão bibliográfica realizada nos livros didáticos do PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) e similares, com o indicativo de em quais etapas do ensino se encontram as atividades experimentais propostos. Estas atividades experimentais devem ser de fácil aplicação, compreensão e com a possibilidade de serem aplicados em 50 minutos de duração de uma aula com uma orientação pedagógica adequada.

Para isso, é sugerido um momento específico para aplicação das atividades experimentais, o período de prova, com sugestões de perguntas e roteiros elaborados para o público do ensino médio, muito embora as atividades experimentais não precisam ser aplicadas somente neste momento, é critério do professor aplicá-los no momento mais propício de sua sequência didática, sendo assim, este trabalho também servirá como um diretivo para roteiros de atividades experimentais.

3.2 Objetivos específicos

Maior parte das atividades experimentais propostos neste trabalho são de acervos particulares de professores da UTFPR, e, uma pequena parcela de artigos científicos de experimentação, livros-texto e livros de divulgação científica. Como existe um grande acervo de atividades experimentais, houve também uma grande variedade de público-alvo, levando em conta o nível de dificuldade e tempo de execução. Sendo assim, foram selecionados os roteiros experimentais que poderiam exemplificar mais as diferenças entre os tipos de atividades experimentais.

Tomando estes aspectos em consideração, este trabalho tem como objetivo específico tornar as atividades experimentais escolhidos aplicáveis em aulas de 50 minutos de duração, já com a obtenção de resultados experimentais coerentes com os valores físicos reais, ou seja, dentro de um erro podendo em casos chegar a 10%.

Outro objetivo é também fornecer ao professor algumas ideias de como trabalhar com os resultados experimentais apresentados pelos alunos e como avaliá-los com este tipo de proposta. Para isso é sugerida uma série modelo de perguntas para os alunos responderem durante a prova.

Mesmo que a proposta deste trabalho seja a substituição de provas por atividades experimentais avaliativas, estes modelos de atividades aqui propostas também podem ser utilizados em qualquer outro momento pedagógico, ou seja, o incentivo da utilização destas atividades experimentais também é objetivo deste trabalho.

3.3 Questão de pesquisa

Estes objetivos de pesquisa reforçam a ideia de como fazer com que os alunos do ensino médio possam aproveitar mais o período em que estão na escola, e como o professor pode utilizar atividades experimentais sem que demande muito tempo ou que não contribua com a sequência didática? Isto além de trazer a pergunta chave que é: É eficiente utilizar uma atividade experimental no processo avaliativo? Por fim, a questão que mais impacta é a forma de proposta das atividades experimentais: como fazer com que os alunos se interessem nas avaliações de física, e, como dar uma identidade a elas?

Este trabalho vem em busca de delineamentos a fim de proporcionar resposta parcial para estas perguntas.

4 JUSTIFICATIVAS

4.1 Justificativa Pessoal

Durante toda a etapa de meu ensino médio percebi o afastamento do pensamento experimental, muitas vezes pela demanda de conteúdo a serem aplicados, mas em muitas outras, também, a inexperiência ou dificuldade do professor em conseguir atividades experimentais que pudessem ajudá-lo com certos conceitos. Tudo isso culminou com a falta de interesse minha e de meus colegas, pois sabíamos que a parte experimental era o primeiro passo para o desenvolvimento da teoria - o que é a teoria se não a explicação de um fenômeno físico? - e ela estava sendo negligenciada. Todo este aborrecimento serviu de motivação para a construção desta proposta e ligando-a a uma região pouco explorada, as provas.

4.2 Justificativa Referenciada

e um ponto de vista paradigmático o ensino de física atualmente ofertado no Brasil sofre com a excludência de atividades experimentais básicos, tais como o clássico Massa-Mola (AUSUBEL, 1973).

Sem dúvidas, os fenômenos físicos estão presentes da forma mais bela possível para todos os que são dotados da percepção de si mesmo, seres que como o homem são capazes de se perceberem como parte integrante do universo (XAVIER, 2003). A percepção de si está ligada ao comprometimento do professor com a sociedade, ligado também intrinsecamente à definição de ser humano, em que o homem preocupado com a humanização altera constantemente o espaço, sendo a única diferença entre nós e os demais animais e plantas. Assim, o comprometimento com a educação e humanização é característica fundamental do ensino aprendizagem (FREIRE, 2014).

Historicamente no Brasil a ciência normal (KUHN, 2020) - da física clássica - é trabalhada nas escolas de forma árdua, adotando a resolução de exercícios e provas como rotina nos centros de educação de nível médio. Além disso, é comum ver na iniciativa privada - desde a década de 60 - um melhor desempenho curricular (DA ROSA, 2012). Para os brasileiros este período - anos 50, 60 - é marcado pelo início da ditadura militar, que acabou por estabelecer um modelo educacional conteudista, tecnicista e baseado na repetição. Esta postura tecnicista aos poucos passou a ser deixada de lado, principalmente após as tentativas de reformulação do ensino

baseado em projetos como PSSC (*Physical Science Study Committee*) e *Nuffield*, projetos estes fundamentados principalmente no descontentamento dos professores de física com o modelo de ensino vigente da época (DA ROSA, 2012).

Relacionando exclusivamente a educação científica ofertada no Brasil, ainda nos encontramos em vias de mudar o padrão educacional herdado da ditadura buscando tornar a educação mais vertical e contextual no que diz respeito à formação científica dos estudantes. Alguns projetos como os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais), bem como a instauração da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), e até mesmo o Grupo de Reestruturação do Ensino de Física (GREF) são os pontos fundamentais para entender o avanço da postura educacional brasileira (DA ROSA, 2012). As orientações educacionais propostas nos PCN, levavam em consideração diversos aspectos dos conteúdos, além da metodologia e, sobretudo, epistemologia, em meio a isto também evidencia o uso de atividades experimentais que até então eram trabalhados apenas de forma simbólica (BRITO, 2008), (MOREIRA, 2000).

Embasado na LDB e nos PCN este trabalho vem propor algo que é proveitoso ao professor que quer fazer com que seus alunos se apeguem à física e entendam, com o auxílio de atividades experimentais, as diversas conexões da física com o dia-dia preparando-os para responderem a famosa pergunta: “onde vou usar isso na vida?”

A proposta baseia-se na substituição do que a maioria dos alunos mais detestam, provas. A ideia é bem simples, trocar provas por provas experimento, ou seja, substituir o que seria uma ilustração na prova por um experimento físico nos dois aspectos. No caso didático, a teoria já teria sido apresentada, independente da metodologia, e sabendo que em muitos casos não existe tempo para se ir ao laboratório se pensou em levar o experimento para a hora da prova, sem o caráter de atividade em grupo, mas sim em clima avaliativo, faz-se a atividade pedida, como observando em sua frente a elongação da mola se descobrir sua constante elástica e podendo ir muito além disso.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

Uma das maiores contrariedades para trabalhar atividades experimentais em sala de aula, no ensino médio, é a demanda para aplicação de todos os conteúdos listados nas diretrizes feitas pelos órgãos controladores (WESENDONK, 2020). A alta demanda de conteúdos acaba enfraquecendo o desejo pela utilização de atividades experimentais. Outra dificuldade encontrada é a falta de estrutura laboratorial, instrumental e técnica, impedindo o aproveitamento de atividades experimentais. Existem métodos que facilitam o manuseio de dados experimentais, como a videoanálise, que serve como mediador (SAAVENDRA, 2017). Contudo, uma das formas de facilitar a aplicação das atividades experimentais é traduzi-los a fim de serem aplicados com materiais simples, de rápido manuseio e entendimento (QUIRINO, 2001).

A comunidade de professores no Brasil se sente carente pela quase inexistência de atividades experimentais publicados e de fácil acesso em língua nacional, isso também se traduz na dificuldade do uso de ferramentas, fora quadro e giz, para explicar a física ou avaliar os alunos (MARGOTI, 2019).

É importante ressaltar que a utilização de atividades experimentais por si só não é o potencializadora do ensino, não existe uma fórmula secreta que irá prender a atenção dos alunos e fazê-los entender todos os conceitos tratados (BOPSIN, 2020). Assim, a ideia da utilização de atividades experimentais deve então ser repensada para cada contexto, respeitando os saberes dos educandos e sempre reforçando as competências científicas, além de avaliá-los de forma ética e representativa (FREIRE, 2021).

A legitimidade da proposta remete que as atividades experimentais estão a priori alicerçadas nos PNC e DCE, e que devem estar correlacionadas com o cotidiano do aluno. Também é possível notar que tanto nos PCN quanto na LDB 9.394/1996, existe uma autonomia para o docente escolher seu processo avaliativo, uma vez que todos os conteúdos obrigatórios forem ministrados.

5.1 Teorias de aprendizagem

O ser humano é capaz de realizar alterações na natureza, caracterizadas por Paulo Freire, como uma relação homem-natureza. Esta relação íntima só ocorre com o homem, ou seja, é o único animal na Terra capaz de modificar em grande escala a

natureza a seu benefício. Modificando a natureza, o homem cria uma situação peculiar que implica em mudanças, de pensamento, de realidade, de convívio, dentre outras, criando uma relação homem-mundo entendida a partir da realidade urbana ou rural, um mundo propriamente humano (FREIRE, 2014).

As relações homem-mundo se transformam a cada instante, como em sua história, cultura e matemática. A aprendizagem se dá, portanto, a partir desta relação de mudança, remete ao sujeito que aprende a partir de suas interações inovadoras. Ou seja, nas relações homem-mundo se caracteriza o ensino construtivista (FREIRE, 2014).

Cada estudante tem um momento específico de construção de conhecimento, ou melhor dizendo, Vygotsky deduz que existem zonas de desenvolvimento do conhecimento que indicam o momento didático para tratamento de um certo conceito (JÓFILI, 2002). Começando pela zona de desenvolvimento real, ela se caracteriza pelos conhecimentos que o estudante é capaz de produzir e analisar criticamente, sem intermédio de um mediador experiente. A próxima zona a se identificar é a zona de desenvolvimento potencial, que é como o nome indica, as potencialidades que o aluno possui e que podem ser alcançadas com o intermédio de um profissional moderador. Por fim encontra-se a zona de conhecimento proximal que reforça a ideia de Paulo Freire no que relaciona com as interações homem-mundo e as ideias construtivistas de aprendizagem, ou ainda, as relações sociais sócio-diárias do estudante com o mundo (JÓFILI, 2002).

Além das relações homem-mundo, ou se preferir, interações sociais, existe o contato do estudante com os aparatos de aprendizagem. Conforme ocorre a evolução do discente, o processo ao qual novos conhecimentos são adquiridos pode ser classificado como aprendizagem significativa, um grande autor desta temática é Ausubel (AUSUBEL, 1973). Ausubel relaciona a aprendizagem com a forma de aprender, com questões como: o que acontece para os alunos aprenderem? Qual a natureza desta aprendizagem? E, quais as condições para que seja produzida? (PALMERO, 2004).

A teoria formulada por Vygotsky é interessante neste contexto, a começar pela sua abrangência, ou seja, se relaciona com as ciências sociais, linguagens, física, natureza entre outros. Vygotsky afirma que a criança/adolescente utiliza os conhecimentos espontâneos antes de conseguir desenvolver uma teoria formal (GASPAR, 2016). Este pensamento é interessante quando se pensa na

experimentação, relatando que os alunos utilizam uma ferramenta prática no seu desenvolvimento proximal. Uma questão crucial neste ponto é que muitas vezes é mais fácil para o aluno apresentar definições de conceitos físicos do que de conhecimentos espontâneos, como a definição de salário, neste sentido é mais interessante para o aluno explicar o que é uma corrente elétrica do que é um salário.

Tendo estes pensamentos de Vygotsky em mente, a proposta deste trabalho se ampara na ideia de que tendo as definições das leis físicas são feitas pelo professor previamente, quando chega na hora da prova, em vez de apenas aplicar estas definições, o aluno as interliga com o que ele tem como conhecimento espontâneo, que são as atividades experimentais ligados ao seu dia-dia, portanto, contextualizados.

Uma proximidade encontrada nas teorias de Vygotsky e Freire é que ambos sustentam a ideia de que as interações humanas, coletivas, são mais saudáveis do que individuais. A conversa com fenômenos visuais, como atividades experimentais, não foge muito desta realidade, pois tem a capacidade de trazer o dia-dia do aluno para a sala de aula, e, igualmente com a avaliação experimental, se observa uma conversa entre os alunos que executam os passos lógicos da prova, potencializando assim as relações homem-mundo.

A entrada de Ausubel traz contexto teórico à concepção das etapas de aprendizagem, e colocando a proposta deste TCC no contexto de desenvolvimento proximal, ou ainda, uma facilitação ou melhoria deste.

5.2 Avaliação

Durante o processo avaliativo o aluno é exposto a uma série de atividades diretas, que implicam, no caso da física, basicamente a explicação de algum fenômeno ou sua nomenclatura, e, aplicação de fórmulas (VILLATORRE, 2009). Este método avaliativo é potencialmente frágil, pois não remete às competências legítimas de cada estudante.

A fragilidade vem da ideia de que a física trabalhada em sala, com exercícios e definições, é tão rigorosa que aceita apenas uma definição ou um resultado numérico, este tipo de pensamento não remonta que as quantidades físicas estão em transformação e os resultados reais, provenientes de atividades experimentais, possuem um erro estatístico e instrumental. O professor que se limita, portanto, a uma

prova objetiva, avalia somente o conhecimento “correto” que o aluno tem, é confundido pelas suas próprias ideias.

O pragmatismo das provas clássicas traz uma desmotivação da parte do aluno por não ter bem controlada a zona de desenvolvimento real, e ainda necessitar de uma mediação direta do professor. Em seu livro, *Pedagogia da Autonomia*, Freire conduz o leitor para o pensamento crítico a respeito do estar certo, tangenciando implicitamente o método avaliativo e suas relações instáveis com a aprendizagem.

Na perspectiva da aprendizagem significativa, Ausubel transmite os pensamentos de como cada indivíduo constrói os significados e o que pode facilitar a aprendizagem, além de, quais as motivações que caracterizam ela. Neste contexto ainda se identifica as características de avaliação, que pode muito bem contribuir para a aprendizagem significativa se bem formulada e contextualizada (DE AQUINO FILHO, 2005).

5.3 Demandas de experimentos no ensino de física e avaliação

A falta de atividades experimentais viáveis para trabalhar com materiais que não sejam difíceis de encontrar é a maior crítica dos educadores quando se trata de experimentação. Gaspar afirma que:

“as atividades experimentais de demonstração em sala de aula, tanto quanto as atividades tradicionais de laboratório realizadas por grupos de alunos com orientação do professor, apresentam dificuldades comuns para a sua realização, desde a falta de equipamentos até a inexistência de orientação pedagógica adequada. No entanto, alguns fatores parecem favorecer a demonstração experimental: a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem.” (Gaspar, 2016).

A defesa da ideia de que a utilização de um único equipamento proporciona uma melhor facilidade de entendimento do fenômeno também reforça um dos pontos da proposta de atividades deste TCC. Os critérios avaliativos são defendidos na sessão de pesquisa quantitativa.

Em defesa da experimentação, Gaspar trabalha também com as ideias de Vygotsky, e defende também que:

“a utilização da demonstração experimental de um conceito em sala de aula acrescenta ao pensamento do aluno elementos de realidade e de experiência pessoal que podem preencher uma lacuna cognitiva característica dos conceitos científicos e dar a esses conceitos a força que essa vivência dá aos conceitos espontâneos.” (Gaspar, 2016).

Isto tudo reforça os indicativos de que a atividade experimental contribui para o ensino aprendizagem de forma significativa.

5.4 Videoanálise como alternativa didática no Ensino de Física

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) constituem parte fundamental das estratégias a serem dominadas pelos professores e, ao mesmo tempo, precisam estar acessíveis aos profissionais da educação, aos estudantes e às instituições de ensino.

Ainda que as pesquisas na área de Ensino de Física tenham avançado significativamente nas últimas décadas, há motivos para preocupação. Por exemplo, quando se trata da formação de professores, há muito que se fazer no sentido de prepará-los para utilizar as TIC com autonomia, qualidade e criticidade. Além disso, há que se encontrar diversas formas de bem equipar os laboratórios das instituições de ensino em todos os níveis (GALVEZ; SINGH, 2010; BEZERRA et al., 2009).

Há diversas situações de ensino, principalmente quando o assunto é a inexistência ou a sucateação de equipamentos laboratoriais, em que somente o uso das tecnologias permite, por exemplo, a realização de medições que podem ser fundamentais no processo de aprendizagem (VEIT, 2005). Um dos obstáculos que se coloca para a utilização destas tecnologias no ensino é o custo elevado de equipamentos de laboratório e das tecnologias proprietárias (*hardware* e *software*). Neste contexto, é importante o desenvolvimento e a difusão de tecnologias livres que apresentem, ao mesmo tempo, qualidade, flexibilidade de uso e baixo custo, de modo a que sejam compatíveis com a realidade educacional brasileira (BEZERRA et al., 2009; BEZERRA et al., 2012). Assim, a opção por explorar o software livre Tracker (BROWN, 2010), filiado ao projeto *Open Source Physics* (OPEN SOURCE PHYSICS, 2010), este relacionado ao desenvolvimento de programas com códigos abertos

destinados ao ensino de Física. O programa *Tracker* permite realizar análise de vídeos quadro a quadro, com o que é possível o estudo de diversos tipos de movimento a partir de filmes feitos com câmaras digitais ou *webcams* e computadores comuns. Entende-se que, através do uso desta tecnologia, professores e estudantes de Física têm condições objetivas de desenvolver experimentos significativos e atividades de laboratório de baixo custo, mas alta qualidade acadêmica. Sendo um *software* livre, pode ser obtido e repassado livremente e também está aberto a modificações realizadas pelo usuário. Além disso, é um *software* de fácil aprendizagem, o que torna simples seu uso na obtenção de informações relevantes em experimentos de Física (BROWN; COX, 2009; BEZERRA, 2012)

6 METODOLOGIA

O principal objetivo deste trabalho é propor atividades experimentais com questões ligadas a elas com objetivo de substituir as provas escritas tradicionais. Tendo isto sob perspectiva, a metodologia de trabalho se dará em dois momentos, sendo eles qualitativo e quantitativo.

Este TCC busca trazer uma análise bibliográfica dos livros didáticos do PNLD mais recentes, e similares, com objetivo de fornecer um panorama geral do que é trabalhado no ensino médio. Esta revisão bibliográfica servirá como guia para a proposta das atividades experimentais e momentos adequados para aplicá-los.

Também será apresentada uma sugestão, na seção 6.2, para o professor que decida utilizar a proposta como uma forma de avaliação. Remetendo novamente a pesquisa qualitativa e quantitativa.

6.1 Pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa, como primeira parte, é a análise de materiais escritos, vídeos, áudios e fotos a fim de se chegar em considerações apropriadas para o que está se estudando. Aqui a pesquisa terá como foco analisar livros didáticos para servir de delineamento para as propostas das atividades experimentais.

A segunda parte é uma pesquisa qualitativa feita pelo docente que decidiu utilizar da proposta. Ela consiste em cada aula o professor regente perceber quais as habilidades dos alunos e seus interesses. No TCC existe uma sugestão de como fazer isso durante as aulas.

6.2 Pesquisa quantitativa

Nesta etapa será apresentada uma seção fornecendo sugestões para o professor que tentar aplicar a proposta deste trabalho, qual seja: como trabalhar estatisticamente com os dados experimentais ou com os resultados obtidos pelos alunos durante a aplicação do experimento. Esta sugestão será apresentada na forma de critérios avaliativos.

6.2.1 Critérios avaliativos

O método avaliativo de uma prova experimental pode ser tão criterioso quanto desejado pelo professor regente. A sugestão deste trabalho é fazer um tratamento de incertezas padrão desenvolvida nos laboratórios da graduação.

No caso da existência de apenas um experimento para a turma, que é recomendado nas justificativas teóricas, o tratamento recomendado para o valor da grandeza física é fazer uma média de todos os valores encontrados na equação 1.

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad (1)$$

O valor da grandeza x é o valor médio encontrado pela turma, entretanto ainda não é adequado para comparação e validação de nota. Portanto é recomendado fazer uma análise de erros. O desvio padrão da turma é conforme a equação 2.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Ainda se a mesma prova fosse aplicada em m turmas, ter-se-iam valores para grandeza x assim chegando a um desvio padrão do valor médio, conforme equação 3.

$$\sigma_{med} = \sqrt{\sum_{j=1}^m \frac{(\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2}{m}} \quad (3)$$

Onde $\bar{\bar{x}}$, é encontrado conforme equação 1. Caso a atividade for aplicada em apenas uma turma o desvio padrão médio pode ser encontrado conforme equação 4.

$$\sigma_{med} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Caso desejado pelo professor regente, ainda é possível calcular o erro sistemático, ligado a resolução dos aparelhos de medição utilizados no momento da prova, entretanto para integração da nota o desvio padrão médio já é suficiente.

Para a validação da nota pode ser atribuído conceitos ligados ao quão próximo do valor médio o aluno chegou em seu resultado, um exemplo disso está na tabela 1, onde se o valor encontrado pelo aluno está dentro do valor presente na linha 1 do Quadro 2 receberá a nota relativa à sua coluna.

Quadro 2 - Validação das notas

$\frac{1}{2}\sigma_{med}$	σ_{med}	$\frac{3}{2}\sigma_{med}$	$2\sigma_{med}$	$\frac{5}{2}\sigma_{med}$	$3\sigma_{med}$	$< 3\sigma_{med}$
100 pontos	85 pontos	70 pontos	60 pontos	45 pontos	20 pontos	0 pontos

Fonte: Autoria própria

7 ANÁLISE DE CONTEÚDOS: UNIDADES CURRICULARES

Nesta seção é apresentado um delineamento para as unidades curriculares do ensino médio. As seções estão separadas por anos seguindo o material didático contido no livro didático de Gilberto Nicolau (NICOLAU; TOLEDO; RONALDO, 2009). As subseções seguintes foram produzidas tomando os principais tópicos abordados no ensino médio, estes tópicos foram observados em um estudo com livros do PNLD (programa nacional do livro didático) e similares.

7.1 Primeiro Ano

Para os adolescentes brasileiros, o primeiro ano do Ensino Médio é visto como etapa de mudanças, onde começam a ter seu amadurecimento individual afirmado. Na passagem do Ensino Fundamental para o Médio existe significativa permutação na estrutura de ensino, começando pelas modificações na disciplina de ciências, abrindo para as ramificações: biologia, física e química. Normalmente ao longo do último ano do Ensino Fundamental, em geral - mas não sendo regra - a disciplina de ciências é substituída pela de química no primeiro semestre, física no segundo, enquanto biologia normalmente é trabalhada ao decorrer de todo o ano. Desta forma, ao ingressar no Ensino Médio os alunos já possuem conhecimentos substanciais, que acabam por contribuir para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

O rompimento da disciplina de ciências traz desafios consideráveis para os professores das três disciplinas. No caso da Física, os docentes são obrigados a assumirem estratégias e sequências didáticas variadas. Os textos a seguir trazem um panorama do que é trabalhado em Física no primeiro ano, que numa perspectiva geral, se resume aos temas de cinemática, dinâmica, gravitação universal, hidrostática e hidrodinâmica (NICOLAU, 2009).

7.1.1 Cinemática

Em cinemática o professor apresenta aos alunos o conceito generalizado de movimento, o qual costuma ser introduzido com a noção de velocidade, que tem fundamental relevância no estudo do movimento retilíneo uniforme (MRU), este que é o movimento mais simples possível de ser descrito na física, por tratar-se da cinesia em uma única direção, cenário que posteriormente é expandido e generalizado para

situações multidimensionais. Um traço importante é que devido ao trabalho no nono ano, conceitos fundamentais como referencial já foram apresentados aos alunos, o que sem dúvidas facilita o trabalho do professor. Em seguida, baseado no conceito de velocidade e no MRU, é desenvolvida a noção de aceleração, que tem suma relevância no estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). O estudo da cinemática se apoia no uso constante de vetores e gráficos, o que acaba revelando uma dificuldade comum dos alunos no que se refere a utilização das ferramentas matemáticas apropriadas.

Após desenvolvidos, MRU e MRUV, podem ser generalizados para os casos onde o movimento é multidimensional, os chamados movimentos bi ou tridimensional. Podemos listar nesta categoria de movimento o lançamento horizontal, vertical e oblíquo, como casos particulares dos movimentos em múltiplas direções, que são estudados a partir das ideias do MRU e MRUV, e normalmente desconsiderando-se a existência de forças dissipativas.

O último assunto trabalhado na cinemática é o movimento circular, sendo obrigada a introdução imediata da aceleração centrípeta, além da explicação aos alunos de um outro tipo de aceleração que eles já conhecem, mas não neste contexto, a aceleração tangencial. Após desenvolvidos estes dois conhecimentos, os alunos partem para o movimento circular uniforme (MCU) e o movimento circular uniformemente variado (MCUV), estes que são na realidade casos análogos do MRU e MRUV respectivamente, sendo a existência da aceleração centrípeta o grande diferencial entre os casos em que o movimento ocorre em uma trajetória retilínea para o caso em que é curvilínea.

7.1.2 Dinâmica

Em cinemática temos como foco geral de estudo o movimento, sem nos preocuparmos com a origem de fato dele. A origem do fenômeno da cinese é foco de estudo da dinâmica, o qual numa linguagem coloquial, vem para “dar motivo ao movimento”.

É na dinâmica onde nos atemos ao estudo de temas como o princípio da inércia, o princípio fundamental da dinâmica, e o princípio da ação e reação, estes que são batizados de as três leis de Newton de forma respectiva. As três leis de Newton são fruto dos estudos feitos pelo cientista e filósofo inglês Isaac Newton (1643-1727), que historicamente costuma se tornar a primeira grande personalidade científica

significativa para os alunos, afinal são poucos os que não se lembram da famosa – porém fantasiosa – história da queda da maçã, o qual fundamentou a construção da ideia de gravidade por Newton posteriormente.

Na Dinâmica, desenvolve-se a concepção de força, que é fundamental no desenvolvimento da temática trabalho. O trabalho tem como subtemas os conceitos de energia e potência, que são definidos como “a capacidade que um corpo tem de realizar trabalho” e “trabalho realizado por unidade de tempo” respectivamente. De forma geral, o estudo da energia nos remonta ainda a temas como trabalho de uma força constante, trabalho da força peso, e trabalho da força elástica, assuntos que são fundamentais no estudo de energia potencial - como a gravitacional e elástica – e energia cinética, e que juntas esclarecem o conceito de energia mecânica.

Baseado nos assuntos citados anteriormente, pode-se descrever os tipos de forças mecânicas atuantes num sistema, como as forças dissipativas, o qual são caracterizadas por transformar energia mecânica em outras formas de energia, por exemplo, a força de atrito, ou as forças conservativas, que são classificadas como aquelas que realizam a mesma quantidade de trabalho para mover um corpo por qualquer caminho possível entre dois pontos.

Os últimos assuntos em dinâmica rotineiramente são a conservação da energia e dos conceitos de impulso e momento linear que abrangem assuntos como quantidade de movimento, choques e colisões.

Antes de tratar da Lei da Gravitação Universal, é habitual o estudo dos sistemas de forças aplicadas, onde fala-se sobre o equilíbrio de pontos materiais, equilíbrio de corpo extenso, e sobre o centro: aceleração da gravidade, e o centro de massa como é conhecido *a priori*.

7.1.3 Gravitação universal

A gravitação universal é um tópico fundamental, pois objetiva o entendimento das leis que descrevem a trajetória e movimento dos planetas. Aqui aparecem as Leis de Kepler. A primeira lei ou lei, das Órbitas como é conhecida, quebra-se o paradigma da ideia de que as trajetórias dos planetas que integram o sistema solar serem circulares, demonstrando que são elípticas, tendo o centro do Sol como um dos focos. A segunda lei de Kepler, ou a lei das áreas, enuncia que a área compreendida entre o centro de gravidade do sol e o centro do planeta, é proporcional ao tempo dos percursos. Pode-se comentar a questão de as velocidades dos planetas serem

diferentes em diferentes pontos da trajetória, o que remete às concepções de periélio e afélio. Finalmente, a terceira lei de Kepler, a lei dos Períodos, relaciona o período dos planetas com o raio médio da trajetória elíptica dos mesmos

Apresentadas as leis de Kepler podemos tratar a respeito da Lei da Gravitação Universal, esta que define a força de atração entre dois planetas a partir de suas massas e distância relativa. Neste ponto se faz interessante o estudo da aceleração da gravidade, definindo-a como um “campo gravitacional”. É interessante também falar sobre velocidade de escape, por se tratar de uma curiosidade de comprovado interesse pelos alunos.

7.1.4 Hidrostática e hidrodinâmica

A hidrostática é onde inicia-se o contato com a concepção de estados da matéria, o que é habitualmente priorizado no ano seguinte no estudo da termodinâmica.

Inicialmente é tratada a concepção de massa específica ou densidade de objetos, o que posteriormente é relacionado com o importante conceito de pressão. O estudo da pressão, aliás, se estende para situações do cotidiano, tal como a pressão em um líquido e a pressão atmosférica. No caso da pressão em um líquido, segue-se o Teorema de Stevin, este que consiste em uma equação que relaciona a pressão atmosférica com a profundidade da água em que um objeto se encontra. O educador deve então iniciar os alunos ao estudo do Teorema de Arquimedes, o Princípio de Pascal e a Prensa hidráulica, esta que é uma consequência imediata.

Por fim, temos a hidrodinâmica, esta que na teoria é o último conteúdo a ser trabalhado no primeiro ano do ensino médio. É nela que os alunos entendem o comportamento de fluidos em estado não mais estático, onde surge a equação da continuidade e a equação de Bernoulli, podendo-se abstrair o estudo para situações do cotidiano, abordando por exemplo o efeito Magnus.

7.2 Segundo Ano

No segundo ano do ensino médio encontramos o foco principal em três grandes temas: termologia, ondulatória e ótica. Estes três temas são fundamentais para o entendimento de aparelhos do dia-a-dia, como geladeiras e óculos, por exemplo.

7.2.1 Termologia

Na termologia encontra-se um dos primeiros contatos que os alunos têm com o estado microscópico da matéria, interpretações deste estado, logicamente, não são muito avançadas, mas ainda perfeitamente coerentes com a observação macroscópica.

Com a ideia de estados em mente, é possível já estudar o que é energia térmica tanto quanto calor. Neste ponto dos estudos, uma ligação do que é o calor para olhos não treinados pode passar em branco e deixar uma falsa percepção dele. O calor nada mais é do que energia, logo deve ser tratado de tal forma, onde sua unidade de medida fundamental é algo já conhecido dos alunos - conhecimento resgatado do primeiro ano do ensino médio - o joule (J).

A partir daqui conceitos como equilíbrio térmico e lei zero da termodinâmica aparecem naturalmente, onde o próximo tópico a ter um enfoque mínimo é o de fases da matéria, ou seja, sólido líquido e gasoso.

Ainda em termologia, o próximo tema na sequência seria o de medida de temperatura, em outras palavras dilatação térmica e escalas de graduação, além de envolverem também temas como função termométrica e escala absoluta. É interessante lembrar que neste ponto o aluno já deve compreender que a temperatura é uma medida da agitação térmica, pois ele já tem capacidade de imaginar o estado semi-microscópico termodinâmico.

Com a natureza do que é um termômetro internalizado pelo aluno, o próximo tema se reserva para a própria dilatação térmica, tanto de sólidos quanto de líquidos. Dentro deste tema se compreende a dilatação linear, superficial e volumétrica tal como a dilatação relativa, além de dar espaço para os coeficientes de dilatação real e coeficientes de dilatação aparente.

Uma das grandezas importantes de estudo desta parte são os próprios coeficientes de dilatação, relativo a cada tipo de dilatação. Algo importante para o aprendizado é a observação visual do processo - entram aqui gráficos de funções também -, onde a dilatação e temperatura não ficam fora desta perspectiva.

A partir daqui o aluno já deve estar preparado para estudar a transferência de calor, calor sensível, calor latente e mudança de estado. Esta parte da física é o que chamamos de calorimetria, onde encontramos a famosa equação fundamental da calorimetria. Neste período da física nos deparamos também com diversos

subtópicos, como a capacidade térmica. Quando o aluno passa a estudar mudança de fase ele é obrigado a entrar em contato com o conceito de calor latente, englobando também as curvas de resfriamento e aquecimento, dando assim o primeiro passo para estudar os diagramas de fase.

No estudo de diagramas de fase o aluno encontra inerentemente itens como o ponto tríplice e novamente entra em contato com o calor latente de fusão e solidificação, além de estudar os diagramas de substâncias que dilatam ou contraem na fusão, que são conceitos interessantes, pois o aluno descobre que existem substâncias que no aumento da pressão aumentam também a temperatura de fusão, enquanto algumas substâncias ocorre exatamente o contrário.

Após este estudo de sólidos e líquidos, passa-se então para líquidos e gases, onde se retomam conceitos como calor latente de vaporização e calor latente de condensação, assim chegando ao tópico muito comum de pressão máxima de vapor e isotermas de Andrews. Neste ponto o aluno entra em contato com jargões típicos deste tópico, tais como patamar, pressão máxima de vapor, vapor saturante, temperatura crítica, ponto crítico e curvas de saturação. Tendo estudado todos eles, o aluno está preparado para entender por exemplo o que é umidade e aplicá-la ao ar.

Após tudo isso, o passo mais lógico é o estudo da sublimação e em seguida a propagação do calor. Em propagação do calor o aluno aprende mais aprofundadamente, o que em algum momento já tinha entrado em contato, que é o fluxo de calor, e, os tipos de propagação pelos diferentes meios, sendo elas a condução, a convecção e a irradiação.

A condução térmica é geralmente dada pelo enunciado da lei de Fourier, entrando assim em contato com o coeficiente de condutividade térmica. A convecção térmica é apresentada mostrando ao estudante o transporte de matéria por meio de correntes de convecção e a irradiação térmica em geral é apresentada em forma de noções sobre o tema radiação, e o aluno estuda a absorvidade, refletividade, transmissividade e noções radiação de corpo negro.

Neste momento o discente está preparado para estudar sobre a lei de Stefan-Boltzmann e lei de Kirchhoff tanto quanto a potência de irradiação.

Um passo antes de estudar máquinas térmicas é o estudo dos gases, para isso se prossegue com as definições de temperatura, volume e pressão, além de compressibilidade, expansibilidade e gases ideais.

Após esta introdução pode-se prosseguir diretamente com as transformações isocóricas, apresentadas com a lei de Charles. Como de esperado, os temas seguintes são transformações isobáricas e isotérmicas juntamente com a lei de Boyle e indo além, até o gráfico da isoterma.

Para que se possa entender a lei geral dos gases perfeitos, antes o aluno já deve ter estudado além da equação de Clapeyron, o que é mol, número de avogadro, massa molar, entre outros aspectos sobre moléculas como a constante universal dos gases perfeitos.

Aqui o aluno está preparado para voltar com algo que já havia sido apresentado no começo da disciplina de forma superficial, a teoria cinética dos gases. Após a retomada do conceito de estado microscópico, agitação térmica, dentre outros, o aluno estará preparado para prosseguir com estudos sobre pressão exercida por um gás, energia cinética do gás e zero absoluto.

Chegamos então na parte mais esperada da termodinâmica, que são as leis da termodinâmica. Para iniciar esta etapa algumas considerações iniciais com relação ao trabalho não necessária, a exemplo do trabalho de uma força isobárica ser a pressão multiplicada pela variação do volume. Também é necessário ver o princípio da conservação da energia aplicada a termodinâmica e a questão da energia interna, lei de Joule, para então chegar na primeira lei da termodinâmica, que relaciona energia interna com trabalho e calor.

Para a segunda lei temos também uma série de conteúdos prévios a serem revistos, como as transformações dos gases, transformações isotérmicas, isobáricas e isocóricas. Também é visto que é necessário ver as transformações cíclicas e adiabáticas. A segunda lei então se inicia com o enunciado de que o calor não passa espontaneamente de um corpo para outro de temperatura mais alta. A segunda lei também pode ser considerada como a lei das máquinas, que conversa com a transformação da energia em trabalho, e, a movimentação de calor. Neste momento os alunos estudam os ciclos de máquinas, como o ciclo de Carnot, e calculam objetos como o rendimento de máquinas térmicas.

Nesta etapa do ensino, também podemos observar um último tema, abordado superficialmente, que é a desordem e entropia, terminando assim a parte de termologia.

7.2.2 Ótica

Começamos esta etapa com os estudos de ótica geométrica, que define, por exemplo, o que é um raio de luz e como se comportam os feixes divergentes, convergentes e paralelos. Em seguida se estuda as fontes de luz, como, fontes de luz pontual e fonte de luz extensa, tanto quanto as monocromáticas e policromáticas. Para completar esta primeira etapa faz-se um estudo dos materiais transparentes, translúcidos e opacos, e o caminho que a luz faz ao passar por estes materiais.

A próxima etapa é o estudo de alguns fenômenos óticos. Como a reflexão, reflexão difusa, refração e absorção da luz. Com isso podemos entender como se dá as cores dos materiais e, com o conceito de propagação retilínea, como funcionam as sombras e penumbras, entra aqui também os eclipses e trânsitos planetários, câmara escura, ângulo de visão e separação da luz policromática.

Prosseguindo encontramos a reflexão da luz em espelhos planos, começando pelas leis da reflexão e definição de espelho. Com isso pode ser feito o estudo de imagens em espelhos e campo de visão. Um novo tópico interessante a ser transmitido agora é a imagem de um objeto entre dois espelhos.

Agora o passo mais lógico é o estudo da reflexão nos espelhos esféricos. Nos espelhos esféricos existem dois tópicos principais: espelhos côncavos e espelhos convexos. Tópicos como: centro de curvatura do espelho, raio de curvatura do espelho, vértice do espelho, eixo principal do espelho, eixo secundário do espelho, abertura do espelho, plano frontal e plano meridiano, estão nesta parte. As imagens em espelhos esféricos são então apresentadas, e equações como poder de aumento e equação do plano conjugado são deduzidas.

Após a reflexão podemos estudar a refração luminosa. Na refração o discente estuda a passagem da luz entre meios o que se remete ao índice de refração. Aqui também é possível estudar a reflexão total em fibras óticas e prismas com a separação da luz.

Agora já é possível estudar as lentes esféricas delgadas, o que é um desafio, pois compreende muito do que o aluno já viu e eles trabalham com vários raios de luz simultâneos. Agora, portanto, já é possível trabalhar com instrumentos óticos, como câmeras, microscópios, lupas e telescópios.

A parte de ótica pode acabar com considerações sobre a ótica ondulatória, onde o professor pode explicar fenômenos como a interferência, a polarização e coerência da luz.

7.2.3 Ondulatória

A parte de ondulatória é muito breve. Começamos pelos conceitos de movimentos periódicos como em pêndulos, molas e órbitas planetárias. Define-se novamente nesta etapa os conceitos de frequência e período, para começar a trabalhar com a força elástica de uma mola.

Esta etapa é onde trabalha-se o movimento harmônico simples (MHS), de uma massa presa a uma mola, por exemplo. Calcula-se neste momento o período de repetição do movimento. O próximo passo é trabalhar com a energia do MHS, parte potencial e parte cinética, e então construir os gráficos da função horária do MHS e começar a entender melhor a aceleração no sistema.

Ondas é o próximo passo deste capítulo. Se trabalha aqui com pulsos e ondas na água. É importante transmitir que o que se move pela onda é a energia, e que os postos materiais tendem a voltar para onde se encontravam em inerciar, produzindo o transporte de energia.

Igual em ótica, estuda-se a reflexão e refração de ondas, acrescentando aqui mais fortemente a parte de interferência de duas ondas.

A próxima etapa é trabalhar com as fontes de ondas e métodos de propagação. Uma das abordagens aqui é o princípio de Huygens, por exemplo. Novamente podemos voltar com os princípios de polarização também, a única parte que pouco interagem com a ótica é a de coerência. Por fim, o professor pode trabalhar com ondas estacionárias, o que remete também ao efeito Doppler e instrumentos musicais.

7.3 Terceiro Ano

O terceiro ano é marcado pela passagem do aluno do ensino médio para a faculdade. Nem todos os alunos passam para esta nova etapa de ensino, por isso, as aulas ainda devem ter isso em mente.

No terceiro ano encontramos duas linhas de estudos, eletricidade e magnetismo e física moderna. Em muitos centros de ensino acaba que não é possível

trabalhar todos estes conhecimentos o que acaba por prejudicar em partes os estudantes.

7.3.1 Eletromagnetismo

No Terceiro Ano do Ensino Médio, os professores trabalham um ramo da física muito belo, o eletromagnetismo. Começa-se este estudo pelas formas de eletrização onde a experimentação é uma excelente estratégia didática.

Após isso, a famosa lei de Coulomb é exposta aos alunos, normalmente como uma forma análoga à lei da gravitação universal. A lei de Coulomb possui inegável importância pois a partir dela pode-se deduzir um conceito fundamental na Física, o Campo Elétrico instruindo o estudo do trabalho da força elétrica e diferença de potencial (DDP).

Em sequência são trabalhados os conceitos de capacitância de um capacitor e suas propriedades, introduzindo assim circuitos elétricos, que são objetos de estudo logo após à corrente elétrica, onde remonta-se a questão do potencial elétrico. Ainda em circuitos elétricos trabalha-se agora com os resistores, a analogia entre capacitores e resistores é um caminho muito interessante a ser seguido. Por fim, para concretizar os circuitos elétricos têm-se as leis de Kirchhoff, as leis que regem o funcionamento dos circuitos elétricos por assim dizer.

Neste contexto, é importante dar destaque as unidades de medidas elétricas como volt (V) e ampere (A), bem como os instrumentos utilizados para obter estas medidas que são o galvanômetro e o voltímetro. Esta recomendação é devido ao fato de que estas unidades estarem recorrentemente presentes no contexto dos alunos.

Na sequência, assim como o campo elétrico, a importância da definição de campo magnético. O professor pode iniciar falando sobre o ímã e a inseparabilidade dos polos, visto que se trata de um experimento de fácil reprodução e grande relevância para o aprendizado dos estudantes, dando ainda adendo a indução magnética B e a intensidade do campo magnético.

Inicialmente, os dois temas, eletricidade e magnetismo, são desenvolvidos de forma individual, esperando-se que ao final do módulo, o estudante tenha desenvolvido de forma própria a noção da relação entre Campo Magnético e Campo Elétrico.

Esta noção começa a ser desenvolvida a seguir no estudo da relação entre o campo magnético e a corrente elétrica, onde se faz valer o experimento de Oersted,

o que terá suma importância no estudo da lei de Biot-Savart, que estabelece a magnitude do vetor indução magnética, sendo possível a partir disso falar sobre o campo magnético de uma espira circular e a determinação do campo magnético, com o auxílio da lei de Ampère e a regra da mão direita. Por fim, antes de adentrar ao tema força magnética é recomendado que se estabeleça o campo magnético de um solenóide.

Dando sequência ao estudo do magnetismo, se faz necessário falar sobre o conceito de força magnética, salientando o movimento de cargas em um campo magnético uniforme, e a força sobre um condutor reto de campo com característica semelhante. É possível ainda falar sobre os eletroímãs e seu funcionamento, além é claro das substâncias magnéticas.

Dando sequência, dá-se adendo à questão da corrente induzida e ao fluxo magnético, o que será de fundamental importância no estudo da lei de Lenz e ainda na lei de Faraday-Neumann.

Por fim, o educador pode falar sobre as noções de correntes alternadas e sua importante utilização no nosso cotidiano, ressaltando desde o funcionamento de alternadores e dínamos, até os transformadores.

7.3.2 Física moderna

Nesta etapa os estudos se concentram nas seguintes linhas: Ondas eletromagnéticas, relatividade especial, física quântica e física nuclear.

De certa forma as ondas eletromagnéticas já são apresentadas durante o período anterior de estudos, portanto começemos pela relatividade especial. A relatividade especial começa no que entendemos a partir da física clássica, as considerações iniciais podem ser, por exemplo, as hipóteses de Maxwell.

As ondas eletromagnéticas aqui ganham sentido, com este estudo observamos as características das alterações de campos elétricos e magnéticos, observando a energia da luz e separando o espectro eletromagnético. Agora chega um dos estudos mais interessantes, os raios X principalmente, mas também os raios gama.

Voltando para relatividade especial, nos deparamos com o famoso exemplo do trem e, por isso, é preciso desenvolver um novo método para trabalhar referencial com os alunos. O interferômetro de Michelson-Morley também é muito interessante se ser apresentado neste momento, para então apresentar os postulados de Einstein

da teoria da relatividade. Um novo conceito que os alunos costumam estranhar é a dilatação do tempo, o que possibilita explicar, por exemplo, explicar o tempo próximo a um buraco negro.

A física quântica se inicia com as definições de quanta de energia, estas que são proporcionadas pelo estudo da radiação de corpo negro e efeito fotoelétrico. Com isso, é possível definir o átomo de Bohr e exemplificar o porquê dele estar correto dada a física atual, e assim, resolver simplificada e o átomo de hidrogênio, o que remonta novamente as linhas espectrais.

A questão a ser respondida agora é a natureza da luz e a dualidade onda-partícula e a hipótese de De Broglie. Tudo nesta parte do ensino é feito a partir de postulados, não há como fazer alguma dedução para estes alunos, aqui, um novo postulado é o do princípio da incerteza de Heisenberg, assim finalizando a parte de física quântica.

A física nuclear se inicia com a explicação do acelerador de partículas e as forças fundamentais da natureza. Também é apresentado para o aluno nesta etapa a existência das antipartículas e como são detectadas. Outro tema neste ponto é o das partículas fundamentais, o que pode ter também, as relações que a ciência brasileira tem na detecção delas, principalmente as questões dos raios cósmicos.

Finalizamos esta etapa com as noções de radioatividade, como questões de meia vida, e, descoberta de novos elementos, principalmente radioativos. O fim do ensino médio ocorre com os temas de fusão nuclear, fissão nuclear, poluição nuclear. Aqui pode ser apresentado os conceitos de evolução estelar, e como ocorre o surgimento de novas estrelas e aglomerados, tanto quanto, os diversos tipos de morte das estrelas.

8 CONJUNTO DE EXPERIMENTOS.

Tendo todas o ensino médio apresentado pela sessão 7 podemos ver uma clara divisão entre os períodos dele. Nos apêndices estão apresentados os roteiros para atividades experimentais para cada uma destas etapas, e ainda para etapas adicionais como atividades experimentais para graduação.

Cada experimento é único e tem um propósito bem claro, sendo assim eles são separados em categorias de dificuldade, começando pela utilização de materiais, o nível de dificuldade de encontrar os materiais é conforme o quadro 3.

Quadro 3 - Relação dos materiais dos experimentos com um nível de dificuldade para encontrá-los

Nível		Materiais
Muito fácil	A	Caneta, papel, lápis, borracha, apontador ...
Fácil	B	Transferidor, régua, compasso ...
Médio	C	Cronômetro, bússola, lanterna ...
Difícil	D	Lazer, balança, termômetro ...
Muito difícil	E	Trilho de ar, calorímetro, protoboard ...

Fonte: Autoria própria

Segue-se então para o nível teórico de dificuldade conforme o quadro 4

Quadro 4 - Relação da dificuldade de se entender a matemática dos experimentos

Nível		Conhecimentos
Fácil	*	Aplicação de fórmulas prontas, análise qualitativa ...
Médio	**	Dedução de fórmulas, análise dimensional, somatórios
Difícil	***	Aplicação de limites, derivadas, integrais ...

Fonte: Autoria própria.

Por fim, o nível do estudante conforme o quadro 5.

Quadro 5 - Relação do nível dos estudantes

Nível	Escolaridade
0	Ensino Fundamental 1 e 2
1	Primeiro ano do ensino médio
2	Segundo ano do ensino médio
3	Terceiro ano do ensino médio
4	Qualquer período do ensino superior ou pós-graduação

Fonte: Autoria própria.

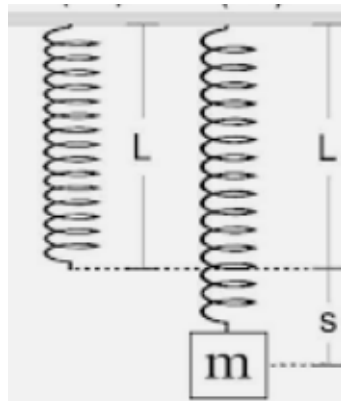
Com isso, falta apenas como é feita a elaboração dos roteiros, eles seguirão a seguinte lógica: Título, Materiais, Procedimentos, Questionário.

Um exemplo de roteiro está no quadro 6:

Quadro 6 - Roteiro de experimento

Roteiro de aula prática – Roteiro qualquer – Nível: B1**

- i. **Título:** Massa mola
- ii. **Objetivos:** Cálculo da constante elástica da mola e análise qualitativa do modelo.
- iii. **Materiais Utilizados:** Mola, balança, chumbada e régua;
- iv. **Procedimentos:**
 - a. Desenhe no quadro negro a escala de uma regra, não há necessidade de se milimetrado;
 - b. Fixe um ponto e posicione a ponta superior da mola nele a fim de medir o deslocamento zero da mola;
 - c. Insira uma massa conhecida para que haja a elongação da mole, deixe o sistema em repouso;
 - d. Faça o mesmo do item c com o dobro da massa
- v. Questionário
 - a. Quais forças estão atuando no ponto indicado pelo professor quando a massa é inserida na mola e deixada em repouso?
 - b. Calcule a constante elástica da mola neste modelo.
 - c. O que aconteceria se o dobro da massa fosse inserida e o sistema e deixado em repouso? Explique.



Fonte: Autoria própria.

Este material está desenvolvido para padronizar os roteiros e os apêndices servem como banco de experimentos para consultas sejam elas quais forem e conforme a licença do trabalho.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme Aquino, “a aprendizagem refere-se à aquisição cognitiva, física e emocional, e ao processamento de habilidades e conhecimento em diversas profundidades, ou seja, o quanto uma pessoa é capaz de compreender, manipular, aplicar e/ou comunicar esse conhecimento e essas habilidades” (AQUINO, 2007).

Talvez, dentre todas as preocupações dos professores, a de avaliar os alunos de forma mais coerente seja uma das principais. No geral, as avaliações provocam nos alunos nervosismo, ansiedade e medo, principalmente quando não se está confiante de que aprendeu o conteúdo ensinado.

Tudo dependerá de como o aluno se sente em termos psicológicos e fisiológicos no momento da avaliação. Fatores como fome, sede, doença e outros fatores psicológicos internos poderão afetar seu rendimento. Também existem fatores externos, como por exemplo, conforto ambiental, temperatura, luminosidade, barulho e fatores psicológicos externos.

Aplicar instrumentos de avaliação baseados em diferentes estilos de aprendizagem, tanto com ferramentas formais quanto na experiência de interação com eles, é uma opção do professor. Dependendo da ocasião, poderá adaptar o estilo de ensinar para as preferências e, ao mesmo tempo, preparar o ensino em função de estilos opostos para estimular o desenvolvimento de competências que podem ser fracas nos educandos.

Neste sentido, dar uma identidade as avaliações se apresenta como um passo muito importante para os professores. Se o professor tentar inovar, como na questão das atividades experimentais avaliativas, em clima de prova, ele possa estimular a criatividade, vontade e repor os ânimos da turma.

Nada impede que o professor improvise com métodos alternativos de ensino em suas avaliações. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a LDB permitem este tipo de situação, e, basta que o professor analise sua metodologia de ensino, e talvez no modelo deste trabalho, às suas metodologias de ensino, por exemplo, as atividades experimentais avaliativas se encaixariam como um ensino tradicional, ou com o ensino cognitivista entre outros. Lembrando que a BNCC aponta que a avaliação escolar deve levar em conta métodos avaliativos que contemplem atividades *online*, uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs),

observações em sala de aula, acompanhamento periódico, encontros e discussão de estudo.

Verifica-se que a realização de uma atividade experimental permite aos alunos, além de compreender a teoria, participar 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.

O sucesso na execução de uma atividade experimental depende de uma série de fatores, entre eles destaca-se a qualidade do aparato experimental e muito cuidado no momento de executar a atividade. Estes cuidados básicos irão contar muito para o resultado esperado. Além disso, nem toda atividade experimental poderá ser executada no prazo estipulado que é o tempo de aula. Poderá também haver casos que algo ou algum dado obtido seja muito diferente do almejado. Não há problema que essas situações aconteçam. O importante é que não haja frustrações que possam desmotivar os agentes do processo e que no final se faça uma análise dos dados obtidos e que se busque um aprimoramento da atividade para que ela forneça os dados esperados mais próximos possíveis do almejado e que assim todo o procedimento envolvido contribua para a melhoria do ensino e aprendizagem dos conteúdos abordados.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Júlio Carlos; CHAVES, Francisco Artur Braun. Uma proposta inovadora de ensino de física experimental no início do Século XX. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, 2015.

AMOROSO COSTA, Manoel. *Introdução a Teoria da Relatividade*. Rio de Janeiro: UFRJ, 1992.

AQUINO, C. T. E. **Como aprender**: andragogia e as habilidades de aprendizagem. 1 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de ensino de física*, v. 25, p. 176-194, 2003.

AUSUBEL, David Paul. Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. Elam, S.(Comp.) *La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum*. Ed. El Ateneo. Buenos Aires. Págs, v. 211, p. 239, 1973.

BASSALO, José Maria Filardo. *As Raízes da Física Brasileira*, Rio de Janeiro: CBPF, 1990. Série: Ciências e Sociedade.

BEZERRA JR, Arandi G.; OLIVEIRA, Leonardo P.; LENZ, Jorge A.; SAAVEDRA FILHO, Nestor C. Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. Especial 1, p. 469-490, 2012.

BEZERRA-JR, Arandi. G.; MERKLE, Luiz. E.; SOUZA, E. S.; SPOLAORE, L. S.; RICETTI, Rodrigo.; GIMÉNEZ-LUGO, Gustavo A.; SAAVEDRA FILHO, Nestor. C. Tecnologias Livres e Ensino de Física: uma Experiência na UTFPR. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009, Vitória. *Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF*, Vitória, 2009. Disponível em <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos>>

BOPSIN, Gustavo Barbosa; GUIDOTTI, Charles. Crenças de autoeficácia: uma revisão de literatura no contexto do ensino de física. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 33, n. 1, p. 7-19.

BRITO, Fausto. Transição demográfica e desigualdades sociais no Brasil. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 25, n. 1, p. 5-26, 2008.

BROWN, Doug, COX, Anne J. Innovative Uses of Video Analysis. *The Physics Teacher*, v. 47, p. 145-150, March 2009.

BROWN, Doug. Free Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education. Disponível em: <<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>>. Acesso em: 08 jun. 2010.

COSTA RIBEIRO, Joaquim da. *A Física no Brasil. História das Ciências no Brasil*. São Paulo: Melhoramentos, 1955. p.163-202.

DA ROSA, Cleci Werner; DA ROSA, Álvaro Becker. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. Revista Iberoamericana de Educación, n. 58/2, 1912.

DE AQUINO FILHO, Gilmar Ferreira; MACHADO, Jonatas Teixeira; AMARAL, Luiz Henrique. AUSUBEL: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E AVALIAÇÃO. 2015.

DE DIRETRIZES, Lei. bases da Educação Nacional. 1996.

FÁVERO, Maria de Lourdes de Albuquerque. A Cátedra na Faculdade Nacional de Filosofia Educação Brasileira – Revista do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras, v. 12, n. 24, p. 77-100, 1990.

FIGUEIRAS, Carlos Alberto. Bartolomeu de Gusmão, Um Eco da Revolução Científica no Brasil Colonial. História da Ciência: O Mapa Conceitual. São Paulo: Expressão e Cultura / EDUSP, 1995. p. 381-390.

FREIRE, Paulo. Educação e mudança. Editora Paz e terra, 2014.

FREIRE, Paulo. Extensão ou comunicação?. Editora Paz e Terra, 2014.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia, Saberes Necessários à Prática Educativa. Editora Paz e terra, 2021.

GALVEZ, Enrique; SINGH, Chandralekha. Introduction to the Theme Issue on Experiments and Laboratories in Physics Education. American Journal of Physics, v. 78, n. 5, p. 453-454, May 2010.

GASPAR, Alberto; DE CASTRO MONTEIRO, Isabel Cristina. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. Investigações em ensino de ciências, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2016.

GOLDEMBERG, José. 100 anos de Física no Brasil. Rio de Janeiro. CBPF, 1973. Série: Ciências e Sociedade.

GOMES, Alessandro Damásio Trani. Concepções de estudantes do Ensino Médio sobre os conceitos de média e dispersão de dados. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 1, p. 51-71, 2016.

GONÇALVES JR, Wanderley P.; BARROSO, Marta F. As questões de física e o desempenho dos estudantes no ENEM. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 1, p. 1-16, 2014.

GROSS, Bernhard. Raios cósmicos: resumo das conferências do Dr. Bernhard Gross, no anfiteatro de física da Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Engenharia. Rio de Janeiro, v 27, n 1, p 6-12, jan. 1934.

HODSON, Derek et al. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. Educational philosophy and theory, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

JÓFILI, Zélia. Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. Educação: teorias e práticas, v. 2, n. 2, p. 191-208, 2002.

KUHN, Thomas S. A estrutura das revoluções científicas. Editora Perspectiva SA, 2020.

LATTES, César. Primeiro roteiro randômico e certamente incompleto para uma História da “Phisika” no Brasil até a chegada da Corte Portuguesa. 1992

LOTH, Sebastian et al. Bistability in atomic-scale antiferromagnets. *Science*, v. 335, n. 6065, p. 196-199, 2012.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições. Cortez editora, 2014.

MARGOTI, Giuliano; OLIVEIRA, Wesley Astudillo de; MARTINS, Alisson Antonio. Debate sobre CTS no contexto da sala de aula: relato de experiência do subprojeto PIBID/física. *ACTIO: docência em ciências*, Biblioteca Central da Ufpr, Câmpus Curitiba, v. 1, n. 1, 2016. Quadrimestral.

MARGOTI, Giuliano; OLIVEIRA, Wesley Astudillo de; TONIOLO, Tiago Augusto Moreira; MARTINS, Alisson Antonio. FEIRA DE CIÊNCIAS COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA EXPERIÊNCIA DE BOLSISTAS DO PIBID/FÍSICA/UTFPR. In: XXXI SEPE - SEMANA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPR, 31., 2019, Curitiba: UFPR, 2019. v. 1, p. 1-1.

Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2022.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. Ensino: as abordagens do processo. 1986.

MOREIRA, Ildeu de Castro; MASSARANI, Luisa; Cândido Batista de Oliveira e seu papel na implantação do sistema métrico decimal no Brasil, *Revista da SBHC*, n.18, jul./dez., 1997.

MOREIRA, Marco Antonio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista brasileira de ensino de física*. São Paulo. Vol. 22, n. 1 (mar. 2000), p. 94-99, 2000.

MOTOYAMA, shozo. A Física no Brasil. *História da Ciência no Brasil*. São Paulo: EDUSP / EPU. p.61-91, 1980.

NATTERER, Fabian D. *et al.* Reading and writing single-atom magnets. *Nature*, v. 543, n. 7644, p. 226-228, 2017.

NICOLAU, Gilberto F.; TOLEDO, Paulo A.; RONALDO, F. Física Básica–volume único. 2009.

OPEN SOURCE PHYSICS. OSP. Disponível em: <<http://www.compadre.org/osp/>>. Acesso em: 18 jun. 2010.

PALMERO, M.; Luz Rodríguez. La teoría del aprendizaje significativo. In: *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. 2004. p. 535-544.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação do. Diretrizes curriculares da educação básica: Física 2008.

<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_fis.pdf>

QUIRINO, Welber Gianini; LAVARDA, Francisco Carlos. Comunicações: Projeto “Experimentos de física para o ensino médio com materiais do dia-a-dia”. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 18, n. 1, p. 117-122, 2001.

RICARDO, Elio C.; FREIRE, Janaína C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, p. 251-266, 2007.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da. A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física. Tese de doutorado - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

SAAVENDRA FILHO, N. C. *et al.* A videoanálise como mediadora da modelagem científica no Ensino de Mecânica. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 10, n. 3, 2017.

SALINAS, Silvio R. A. Notas para uma História da Sociedade Brasileira de Física. Revista de Ensino de Física, v. 23, n. 3, 2001.

SOUZA, Josiane Vieira; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Utilização da experimentação no ensino da Física no Ensino Médio: Caracterização das intenções e focos dos estudos recentes publicados em Periódicos Nacionais. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2017.

VALARES, E. C. Física mais que divertida–Inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo. Minas Gerais: Editora UFMG.

VEN NCIO FILHO, Francisco. Os Cultores da Física no Brasil. Congresso de História Nacional. v. 5, p. 423-445, 1942.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos; VIEIRA, Cássio Leite. Reflexões sobre historiografia e história da física no Brasil. Editora Livraria da Física, 2010.

VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilda; TYCHANOWISCZ, Silmara Denise. Didática e avaliação em física. Editora Ibpex, 2009.

WATAGHIN, Gleb; SOUZA SANTOS, Marcelo Damy; POMPEIA, Paulus A. Simultaneous penetrating particles in the cosmic radiation, II. Physical Review, v.57, n.61, 1940.

WESENDONK, Fernanda Sauzem; PRADO, Letícia do. Atividade didática baseada em experimento: discutindo a implementação de uma proposta investigativa para o Ensino de Física. Revista Experiências em Ensino de Ciências, v. 10, n. 1, p. 54-80, 2015.

XAVIER, Antonio Carlos; CORTEZ, Suzana (Ed.). Conversas com lingüistas: virtudes e controvérsias da lingüística. Parábola Ed., 2003.

APÊNDICE A - Conservação da energia

Roteiro de aula prática – Conservação da energia – Nível: D*1

- i. **Título:** Conservação da energia;
- ii. **Objetivos:** Cálculo e medição da distância máxima de queda de um bloco preso a uma mola na vertical e da mola lançada horizontalmente;
- iii. **Materiais Utilizados:** mola, régua, corpo de prova (massas aferidas), balança, haste metálica, tripé e presilha;
- iv. **Procedimentos:**

- a. Afira a maça do corpo de prova e da mola:

$$m_{\text{corpo de prova}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad ; \quad m_{\text{mola}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- b. Suspenda a mola na vertical;
- c. Prenda uma massa (recomendado: 50 g) na extremidade inferior da mola;
- d. Meça a distância que a mola se distendeu ou até que o corpo fique em repouso;
- e. Repita o item anterior aumentando a massa colocando mais massas aferidas em suspensão. Preencha a tabela calculando a constante elástica da mola (k) e o seu valor médio;

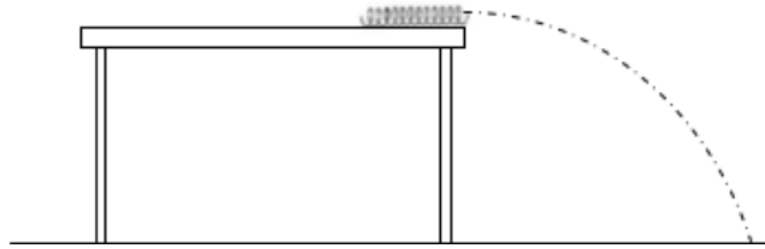
Peso (N) = Massa (kg) x 10 m/s ²							
Comprimento (m)							
Constante Elástica (N/m)							k _{médio} =

- f. Suspenda o conjunto de tal forma que a mola fique distendida devido apenas ao seu peso;
- g. Prenda um corpo de prova na extremidade inferior da mola (em torno de 200 g);
- h. Solte o conjunto e meça a distância que atinge o corpo antes de iniciar seu movimento de subida;
- i. A partir do que você estudou nas aulas teóricas calcule o valor desta distância que deveria ser atingido experimentalmente (o cálculo pode ser apresentado no verso dessa folha);
- j. Meça a distância que a mola distende com o mesmo corpo de prova do item 9 de tal forma que o mesmo fique em equilíbrio (repouso). Note que esta distância é a metade da distância atingida no item j.

- v. **Procedimentos:**

- a. A partir da figura esquematizada abaixo estique a mola de tal maneira que uma das extremidades da mola fique presa à ponta da mesa;
- b. Meça o comprimento que foi esticado;
- c. Solte a mola e meça a distância na horizontal que o centro de massa da mola atingiu no chão;
- d. Apresente os cálculos que comprovem que a distância atingida deveria ser o valor medido no item 3 deste procedimento.

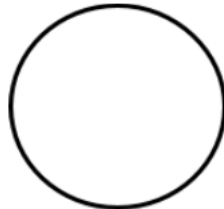
Figura 1 - Lançamento da mola



Fonte: Autoria Própria (2022)

Roteiro de aula prática – Movimento circular – Nível: B*1

- i. **Título:** Movimento circular;
- ii. **Objetivos:** Medir grandezas relacionadas ao Movimento Circular.;
- iii. **Materiais Utilizados:** Aro de mangueira plástica, cronômetro e régua;
- iv. **Procedimentos:**
 - a. Fazer uma marca num ponto qualquer do aro;
 - b. Meça o Raio do aro; $R = \underline{\hspace{2cm}}$ m
 - c. Role o aro e meça o número de voltas que este efetua por segundo (Hz).
Que grandeza física estaremos medindo?
 - d. Qual é, em segundos, o período do movimento do aro?
 - e. Qual é a distância que o aro percorre em cada volta?
 - f. Desenhe na figura o vetor velocidade linear (V) da marca
 - g. Qual é o valor da velocidade linear do aro?
 - h. Qual é o valor do ângulo (em graus e em radianos) descrito pela marca durante um período?
 - i. Calcule a velocidade angular do carro (em rad/s e em graus/s).
 - j. Existe aceleração centrípeta neste tipo de movimento? Explique. Se existir, desenhe na figura o vetor aceleração centrípeta (a) da marca.
 - k. Qual o valor da aceleração centrípeta da marca?
 - l. Supondo que o movimento seja aproximadamente uniforme, responda se existe aceleração tangencial neste tipo de movimento? Explique.

Figura 2 - Círculo a se medir**Fonte: Autoria Própria (2022)**

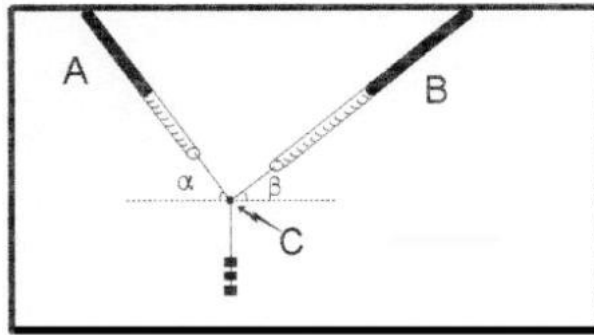
APÊNDICE C -

Leis de Newton

Roteiro de aula prática – Leis de Newton – Nível: D**1

- i. **Título:** Cálculo de Tensões em Cordas utilizando a Condição de Equilíbrio – 1a Lei de Newton;
- ii. **Objetivos:** Determinação da aceleração de um móvel (carrinho) usando diversas técnicas.
- iii. **Materiais Utilizados:** 2 tripés pequenos, 4 presilhas, 3 hastes, 2 dinamômetros, jogo de massas aferidas e transferidor.
- iv. **Procedimentos:**
 - a. Faça a montagem de acordo com a figura:

Figura 3 - Esquema do lançamento



Fonte: Autoria Própria (2022).

- b. Nomeie os dinamômetros de A e B e o peso das massas de P;
- c. Leia as tensões indicadas em cada dinamômetro:

$$T_a = \underline{\hspace{2cm}} ; \quad T_b = \underline{\hspace{2cm}}$$

- d. Meça os ângulos α e β com o transferidor: $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$ $\beta = \underline{\hspace{2cm}}$

v. Questionário;

1. O esquema montado se encontra sob condição de equilíbrio? Por quê?

1. O que podemos afirmar quanto ao valor da Resultante das forças que atuam no ponto C? $\underline{\hspace{2cm}}$
2. Represente as forças num sistema de eixos ortogonais X e Y;
3. Meça o valor do peso utilizado: $P = \underline{\hspace{1cm}}$ N
4. Determine, analiticamente, os valores das Tensões: $T_a = \underline{\hspace{2cm}}$ $T_b = \underline{\hspace{2cm}}$
5. Os valores das tensões calculadas para o item 5 foram parecidas às medidas no item 2 do procedimento?

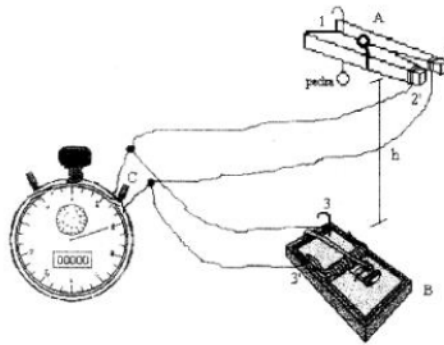
APÊNDICE D -

Queda livre

Roteiro de aula prática – Queda livre – Nível: B**1

- i. **Título:** Queda livre – baixo custo
- ii. **Objetivos:** Avaliar o valor da aceleração da gravidade.
- iii. **Materiais Utilizados:** pregador de roupa com enrolamento de fios de cobre, cronômetro, esfera metálica com gancho colada a ela, ratoeira com base de madeira, fios de ligação, haste metálica com tripé e régua milimetrada;
- iv. **Procedimentos:**
 - a. Faça a montagem de acordo com a figura:

Figura 4 - Esquema do lançamento



Fonte: Autoria Própria (2022).

- i. Fixa-se a esfera metálica através do gancho no pregador de roupa;
- ii. Meça a distância (altura) entre a esfera e o anteparo;
- iii. Aperte as pontas do pregador encostando os fios;
- iv. Preencha o valor do tempo de queda Δt na tabela;
- v. Repita os procedimentos acima descritos variando a altura de queda da esfera, anotando as medidas

h (m)	Δt (s)	$(\Delta t)^2$ (s ²)	$g = \frac{2h}{(\Delta t)^2}$ (m/s ²)	$V = \sqrt{2gh}$ (m/s)
0,10				
0,20				
0,30				
0,40				
0,50				

Média =

v. **Questionário;**

- 1- Qual é o valor da velocidade inicial (V.) neste experimento?
- 2- O valor obtido (média) foi o esperado? Permaneceu aproximadamente constante durante as medidas?

1. Sabendo que o valor da aceleração da gravidade local é $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, calcule o erro percentual.

$$E\% = \frac{|g_{\text{medido}} - 9,8|}{9,8} \times 100$$

- 4- Construa o gráfico $h \times t$.
5- Qual é o tipo de relação entre $h \times t$?
6- Como se classifica o movimento quanto a:
a) trajetória |
b) velocidade |
c) aceleração |

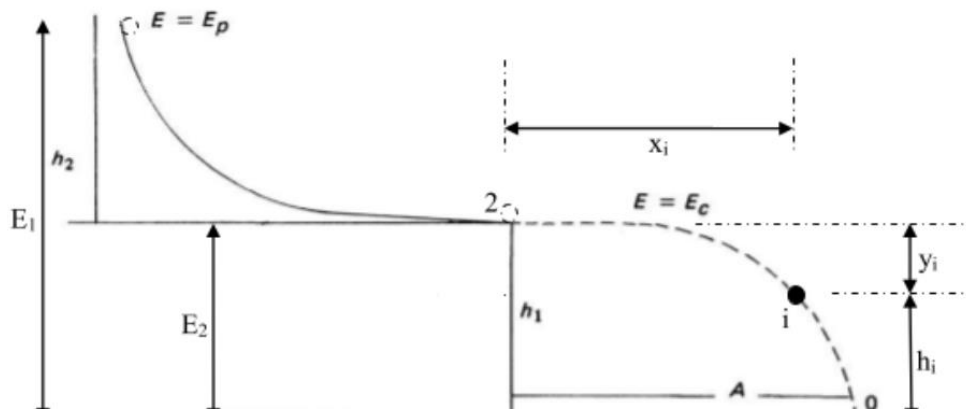
APÊNDICE E -

conservação da energia

Roteiro de aula prática – Conservação da energia mecânica – Nível: D***1

- i. **Título:** Conservação da energia;
- ii. **Objetivos:**
 - a. Descrição do movimento de uma esfera em um plano inclinado em queda livre.
 - b. Utilização dos conceitos do movimento de projéteis: alcance, velocidades, energias etc.
 - c. Verificação da conservação de energia mecânica
- iii. **Materiais Utilizados:** Plano inclinado, Esferas de aço, Folhas de papel branco com carbono, régua.
- iv. **Procedimentos:** Quando abandonamos um corpo de uma altura h_2 , em um plano inclinado, a energia mecânica no ponto mais alto é somente potencial: $E = E_p$

Figura 5 - Esquema do lançamento.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Em um ponto qualquer da descida temos:

$$x_i = v_0 t; \quad y_i = \frac{gt^2}{2} \quad (\text{B1})$$

Onde x_i, y_i , são respectivamente as posições iniciais em x e em y, t é o tempo, g a aceleração da gravidade e v_0 a velocidade inicial. Assim temos para v_0 :

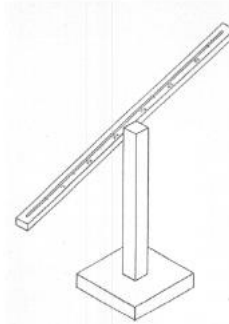
$$v_0 = x_i \sqrt{\frac{g}{2y_i}} \quad (\text{B2})$$

Para tanto temos as seguintes passagens:

APÊNDICE F - Movimento retilíneo uniforme

Roteiro de aula prática – Movimento retilíneo uniforme – Nível: B1

- i. **Título:** Movimento Retilíneo Uniforme- MRU;
- ii. **Objetivos:** Verificar as características do MRU e fazer as devidas relações existentes no mesmo;
- iii. **Materiais Utilizados:** Tubo de óleo com uma bolha de ar, 5 cronômetros e papel milimetrado;
- iv. **Procedimentos:**
 - a. Monte o equipamento conforme a figura
Figura 6 - Esquema.



Fonte: Autoria Própria (2022).

$$m_{\text{corpo de prova}} = \text{_____} ; \quad m_{\text{mola}} = \text{_____}$$

- b. Inclina-se o tubo e aciona-se o cronômetro quando a bolha passar pela posição zero;
- c. Anota-se o instante em que a bolha passa em cada posição cuja distância seja múltipla de 10 em relação ao ponto zero;
- d. Para medir o instante em que o móvel passa em cada posição é necessário o trabalho de 5 alunos.
- e. Como você deve ter observado, no suporte do tubo existe uma escala centimetrada. Com auxílio do cronômetro anote o tempo que a bolha leva para se deslocar desde a primeira posição (10 cm) até a última (50 cm). No entanto, ao passar em cada posição pré estabelecida lê-se o tempo que o cronômetro marca e anota-se na tabela a seguir.
Resumindo: na primeira marca o tempo será zero e então acionaremos o cronômetro, deixando marcar normalmente. Quando a bolha passar pela segunda divisão lê-se o tempo - sem desligar - o cronômetro. Na terceira marca, idem, e assim por diante;

Distância percorrida (cm)	10	20	30	40	50
---------------------------	----	----	----	----	----

Tempo ocorrido (s)					
--------------------	--	--	--	--	--

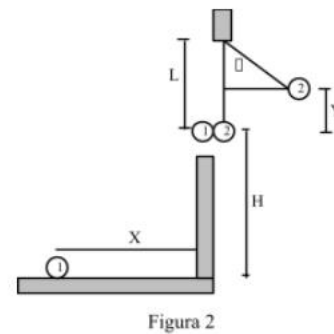
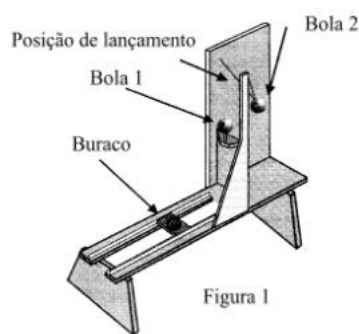
v. **Questionário:**

- 1- Construa, no papel milimetrado, o gráfico $d \times t$ (distância percorrida \times tempo)
- 2- Analisando o gráfico, qual é o tipo de relação entre d e t ? Qual o tipo de movimento?
- 3- Determine o valor da inclinação da curva. Qual o significado físico da inclinação?
- 4- Construa também o gráfico $V \times t$.
- 5- Calcule a área sob a curva no gráfico. Qual seu significado físico?

APÊNDICE G - Colisão Elástica e Queda Livre

Roteiro de aula prática – Colisão elástica e queda livre – Nível: C**1

- i. **Título:** Colisão elástica e queda livre - MRU;
- ii. **Objetivos:** Demonstrar que existe uma relação entre o ângulo de largada da bola 2 e a posição do alcance X;
- iii. **Materiais Utilizados:** Dispositivo que trata da colisão elástica como mostra a figura 1 ao lado;
- iv. **Procedimentos:**
 - a. Monte o equipamento conforme a figura
Figura 7 - Esquema da colisão.



Fonte: Autoria Própria (2022)

- b. Aplique a lei de conservação de energia para a bola 2 nas duas situações mostrada. $mgy = \frac{mv_i^2}{2}$, ou que $v_i = \sqrt{2gy}$, onde v_i é a velocidade da bola 2 antes do choque com a bola 1. Observa-se, $\cos \theta = \frac{L-y}{L}$, ou ainda $y = L(1 - \cos \theta)$. Assim conclui-se que $v_i = \sqrt{2gL(1 - \cos \theta)}$
- c. Aplicando a lei de conservação da quantidade de movimento para as bolas de massas iguais, a velocidade de saída da bola 1 será exatamente igual à velocidade da bola 2 no momento da colisão.
- d. A altura de queda H é dada como: $H = \frac{gt^2}{2}$. Assim, o tempo de queda livre t_q da bola 1, da altura H, será: $t_q = \sqrt{\frac{2H}{g}}$
- e. O alcance x será dado por: $x = v_i t_q = 2\sqrt{HL(1 - \cos \theta)}$
- f. Como H = 33 cm e L = 17 cm, escolha um ângulo de lançamento qualquer e calcule o valor de X
- g. Tente comprovar experimentalmente se a bola 1 cairá no copo!?