



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CENTRO DE CIÊNCIAS INTEGRADAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM FÍSICA

AUDENICE SÓSTENES DA SILVA

**O ENSINO DA ENERGIA ELÁSTICA POR MEIO DA
CULTURA *MAKER* NO PROCESSO DA APRENDIZAGEM DE
ALUNOS DE UMA ESCOLA DE ARAGUAÍNA-TO**

Araguaína/TO
2024

AUDENICE SÓSTENES DA SILVA

**O ENSINO DA ENERGIA ELÁSTICA POR MEIO DA CULTURA
MAKER NO PROCESSO DA APRENDIZAGEM DE ALUNOS DE UMA
ESCOLA DE ARAGUAÍNA-TO**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFNT – Universidade Federal do Norte do Tocantins – Centro de Ciências Integradas, Curso de Física para obtenção do título de Licenciatura em Física e aprovada em sua forma final pelo Orientadora e pela Banca Examinadora.

Orientadora: Dra. Érica Cupertino Gomes

Araguaína/TO
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Geração de Ficha Catalográfica SGFC-UFNT
Gerado automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586e Silva, Audenice Sostenes da .

O ensino da energia elástica por meio da cultura maker no processo da aprendizagem de alunos de uma escola de Araguaína - TO / Audenice Sostenes da Silva. - Centro de Ciências Integradas - CCI, TO, 2024.

45 f.

Monografia Graduação (Graduação - em Física) --
Universidade Federal do Norte do Tocantins, 2024.

Orientadora: Érica Cupertino Gomes.

1. Cultura Maker . 2. Ensino de Física. 3. Energia elástica.

CDD 530

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

FOLHA DE APROVAÇÃO


AUDENICE SÓSTENES DA SILVA

O ENSINO DA ENERGIA ELÁSTICA POR MEIO DA CULTURA *MAKER* NO PROCESSO DA APRENDIZAGEM DE ALUNOS DE UMA ESCOLA DE ARAGUAÍNA-TO


Monografia foi avaliada e apresentada à UFNT – Universidade Federal do Norte do Tocantins – Centro de Ciências Integradas, Curso de Física para obtenção do título de Licenciatura em Física e aprovada em sua forma final pelo Orientadora e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 11 / 12 / 2024


Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 ERICA CUPERTINO GOMES
Data: 13/12/2024 19:51:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Érica Cupertino Gomes (UFNT)

Documento assinado digitalmente
 FABIO MATOS RODRIGUES
Data: 14/12/2024 07:12:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fábio Matos Rodrigues (UFNT)

Documento assinado digitalmente
 REGINA LELIS DE SOUSA
Data: 14/12/2024 16:25:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Regina Lelis de Sousa (UFNT)

Araguaína/TO
2024

*Este trabalho dedico ao meu esposo querido,
Eduardo Viana Leite, por me apoiar sempre.
A meu filho, **José Arthur Sóstenes Leite**, te
amo. A minha mãe, **Maria das Neves
Sóstenes Maciel**, que me incentiva sempre a
buscar novos conhecimentos.*

AGRADECIMENTOS

A Deus sempre! Toda honra e glória.

Agradeço também a minha família pelo apoio incondicional e por acreditarem em mim.

A minha sogra Dona Solange Pereira da Silva Leite, que muito me incentivou.

A meu parceiro de estudos José Maria da Cruz.

A todos Professores do Núcleo da Física, pelos ensinamentos.

A Prof.^a Dra. Érica Cupertino Gomes, pelas ricas contribuições e orientação.

Aos colegas de curso, fica a saudade e a alegria de tê-los conhecido.

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

A todos meu muito obrigada!!

RESUMO

Este trabalho apresenta uma experiência vivida no Programa de Residência Pedagógica da Universidade Federal do Norte do Tocantins-UFNT, abordando a contribuição da Cultura *Maker* no ensino e aprendizagem sobre Energia Elástica. O objetivo é mostrar uma possibilidade de se explorar o conteúdo de energia elástica sob a orientação dos aspectos circunscritos na cultura *maker*, durante a “1ª Corrida de Carrinhos Movidos a Energia Elástica” realizada durante a II Semana Acadêmica de Física e II Expofísica da UFNT-2023. A pesquisa é qualitativa e utilizou uma abordagem pesquisa ação, com observações realizadas com alunos envolvidos nas atividades. Os resultados indicam que a implementação da Educação *Maker* promoveu um ambiente de aprendizado mais dinâmico e colaborativo, no qual os estudantes puderam aplicar conceitos teóricos em situações práticas, fortalecendo a compreensão sobre a Energia Elástica. Além disso, a experiência revelou a importância da cultura *Maker* na formação de professores, ao incentivar práticas pedagógicas inovadoras e a construção de saberes coletivos. As conclusões ressaltam que a Cultura *Maker* não apenas enriquece o processo de ensino-aprendizagem, mas também fomenta o desenvolvimento de habilidades críticas e criativas nos alunos, preparando-os para desafios futuros.

Palavras-chave: Cultura *Maker*. Ensino de Física. Energia Elástica. Aprendizagem.

ABSTRACT

This work presents an experience lived in the Pedagogical Residency Program at the Federal University of Northern Tocantins-UFNT, addressing the contribution of Maker Culture to the teaching and learning of Elastic Energy. The objective is to show a possibility of exploring the content of elastic energy under the guidance of the aspects circumscribed in the maker culture, during the “1st Race of Cars Powered by Elastic Energy” in the II Academic Week of Physics and II Expophysics of UFNT-2023. The research is qualitative and used an action research approach, with observations carried out with students involved in the activities. The results indicate that the implementation of Maker Education promoted a more dynamic and collaborative learning environment, where students were able to apply theoretical concepts in practical situations, strengthening their understanding of Elastic Energy. Furthermore, the experience revealed the importance of Maker culture in teacher training, by encouraging innovative pedagogical practices and the construction of collective knowledge. The conclusions highlight that Maker Culture not only enriches the teaching-learning process, but also encourages the development of critical and creative skills in students, preparing them for future challenges.

Keywords: Maker Culture. Teaching Physics. Elastic Energy. Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Oscilador amortecido forçado.....	24
Figura 2- Esquematização do oscilador harmônico simples.....	24
Figura 3- Esquematização do oscilador harmônico amortecido.....	25
Figura 6.1- Carrinho de competição ganhou o 1º lugar.....	37
Figura 6.2- Carrinho de competição ganhou o 3º lugar.....	37
Figura 6.3- Carrinho de competição não pontuou.....	37
Figura 6.4- Alguns momentos da competição de carrinhos.....	38
Figura 6.5- Foto da premiação do 1º lugar.....	38
Figura 6.5- Foto da premiação do 3º lugar.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características dos artigos.....	15
Quadro 2- Características dos artigos na área da Física.....	17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Definição do problema.....	12
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	Objetivo geral.....	12
2.2	Objetivos específicos.....	13
3	A ABORDAGEM <i>MAKER</i> NO CONTEXTO DA SALA DE AULA	14
3.1	Pesquisas que utilizaram a cultura <i>Maker</i>.....	15
3.2	Pesquisas em física que adotaram a abordagem <i>Maker</i>.....	17
4	ENERGIA ELÁSTICA: CONCEITOS E APLICAÇÕES.....	20
4.1	Conceito de energia elástica.....	20
4.2	Aplicações da energia elástica.....	22
4.3	Sistema massa mola amortecido e forçado.....	23
4.3.1	Descrição do sistema.....	23
4.3.1.1	Sistema oscilador amortecido forçado.....	24
4.3.2	Fator de Qualidade.....	27
5	ASPECTOS METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	28
6	RELATO DA EXPERIÊNCIA.....	30
6.1	A motivação para a atividade.....	30
6.2	Elaboração dos carrinhos para corrida.....	30
6.3	Levantamento de Hipóteses pelos Alunos.....	31
7	PERCEPÇÕES PESSOAIS ACERCA DA ABORDAGEM.....	39
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
	REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Pensando a escola do Século XXI, Jacques Dellores (1998) apresentou os quatro pilares da educação do futuro: *aprender a conhecer*, *aprender a ser*, *aprender a viver juntos* e *aprender a fazer*. O primeiro, *aprender a conhecer*, diz respeito não somente à aquisição de um repertório de saberes codificados, mas de um domínio dos instrumentos próprios do conhecimento que pode ser considerado, respectivamente, como um meio e como uma finalidade da vida, aspecto primordial para estabelecermos os vínculos necessários para compreendermos a vida em suas múltiplas e diversificadas facetas. Isso porque é primordial compreender o mundo que nos rodeia, na proporção em que é mister viver dignamente, desenvolvendo nossas capacidades profissionais, para nos comunicar, compreender, conhecer e descobrir as aptidões necessárias para viver socialmente.

O segundo pilar, *aprender a ser*, discute o temor da desumanização do mundo relacionada com a emergência da evolução das tecnologias numa sociedade dominada pelo desenvolvimento do poder midiático. Segundo Delores (1998), possivelmente no século XXI, estes fenômenos adquirirão ainda mais amplitude. Muito mais do que preparar crianças e jovens para uma sociedade específica, o problema está na emergência de forças e referências intelectuais que lhes permitam compreender o mundo que os rodeia exercendo seu protagonismo, comportando-se como atores responsáveis pelas consequências de suas ações. Nesse sentido, a educação parece exercer seu papel primordial, conferindo “[...] a todos os seres humanos a liberdade de pensamento, discernimento, sentimentos e imaginação de que necessitam para desenvolver os seus talentos e permanecerem, tanto quanto possível, donos do seu próprio destino” (Delores, 1998, p. 100).

O pilar *aprender a viver juntos*, aprender a conviver com os outros, segundo Delores (1998, p. 96) “[...] representa, hoje em dia, um dos maiores desafios da educação”, uma vez que vivemos “[...] um mundo de violência que se opõe à esperança posta por alguns no progresso da humanidade”. Para esse autor, a história da humanidade sempre foi e continua a ser conflituosa, porém, há elementos novos que exacerbam o perigo e, notadamente, o “[...] extraordinário potencial de autodestruição criado pela humanidade no decorrer do século XX”. Ademais, a opinião pública, mantenedora dos meios de comunicação social, apresenta-se como “[...] observadora impotente e até refém dos que criam ou mantêm os conflitos”, de modo que, até então, “[...] a educação não pôde fazer grande coisa para modificar esta situação real”. Nessa perspectiva, Delores (1998, pp. 96-97) pergunta: “Podemos conceber uma educação

capaz de evitar os conflitos, ou de os resolver de maneira pacífica, desenvolvendo o conhecimento dos outros, das suas culturas, da sua espiritualidade?” e em seguida pondera:

É de louvar a ideia de ensinar a não-violência na escola, mesmo que apenas constitua um instrumento, entre outros, para lutar contra os preconceitos geradores de conflitos. A tarefa é árdua porque, muito naturalmente, os seres humanos têm tendência a supervalorizar as suas qualidades e as do grupo a que pertencem, e a alimentar preconceitos desfavoráveis em relação aos outros. Por outro lado, o clima geral de concorrência que caracteriza, atualmente, a atividade económica no interior de cada país, e sobretudo em nível internacional, tem tendência de dar prioridade ao espírito de competição e ao sucesso individual (Delores, 1998, p. 97).

Esta abordagem de Dellores assume relevância na medida em que o relatório, apesar de passados 26 anos de sua publicação, mantém uma atualidade incontestada, pois a pesquisa realizada aponta um direcionamento para as escolas trabalharem na perspectiva de a educação como “um Tesouro” que ainda não foi descoberto. Cabe, pois, a professores e professoras, a partir de novas e valorosas formas de “fazer Educação”, desbravarem os caminhos ainda ocultos, rumo ao que propõe Dellores (1998, p. 18), uma “Educação para o Século XXI”, [...] A este propósito, referimos a necessidade de caminhar para “uma sociedade educativa”, considerando que toda a vida pessoal e social oferece oportunidades de progredir no saber e no saber fazer.

Ainda refletindo sobre a citação acima, percebemos que a educação está centrada mais no individual do que no coletivo, de modo que este estágio competitivo resulta, atualmente, num implacável estado de guerra econômica e numa tensão entre os mais ricos e os pobres, que divide nações do mundo e exacerba rivalidades históricas e a educação, que deveria ser parâmetro para a resolução de tais conflitos encontra-se justamente na contramão dessa situação contribuindo, na maioria das vezes, para alimentar este clima, devido a uma má interpretação da ideia de divergência.

Por fim, o quarto pilar, *aprender a fazer*, devido aos objetivos dessa pesquisa, é o que de perto mais interessa, uma vez que discutimos e analisamos a cultura *maker*, ou seja, a aprendizagem significativa, o aprender fazendo no Ensino de Física na Educação Básica, e considerando que *Maker* é uma palavra de origem inglesa que significa fazer, no sentido de buscar, criar, realizar, o “saber fazer” segundo Delores (1998, p. 18), “[...] é parte da construção social do indivíduo que se materializa por meio do trabalho, o qual demanda competências técnicas e cognitivas para harmonizar interesses individuais e coletivos”.

Nesse perspectiva, e considerando nossa proposta de um estudo que se insere no “fazer” da cultura *maker* no âmbito da Educação Básica, notadamente, nos anos que compõem o Ensino Médio, reportamo-nos aos estudos de Crisóstomo Gonçalves (2021), argumentando que a

incidência da cultura *maker* na educação vem se tornando uma tendência, indicando um novo caminhar no sentido de apontar direcionamentos mais eficazes para o ensinar e o aprender, promovendo uma aprendizagem prática, na qual os alunos são agentes ativos do processo de construção do seu conhecimento, sendo os autores da resolução dos problemas propostos pelo professor, que é também orientador e mediador.

No contexto da cultura *maker*, o professor não é o detentor do saber, mas divide essa tarefa com os alunos, o que Freire (2007) compreende como aprendizagem dialógica, quando o professor aprende enquanto ensina, a partir das experiências dos estudantes. Segundo Ribeiro (2017) citado por Crisóstomo Gonçalves (2021, p. 44),

[...] a proposta de ensino que insere a cultura Maker na educação, tem como objetivo principal o aprender fazendo, ou seja, ele é uma metodologia onde o educador expõe uma situação problema para o aluno que por sua vez deve conseguir resolver o problema em questão. O Maker é uma metodologia de ensino, que capacita o aluno a ser um inventor, um empreendedor, faz com que o aluno tenha autonomia sob o que ele está adquirindo como conhecimento.

Ao levarmos essa metodologia para as salas de aulas, estamos contribuindo para um ensino na perspectiva de uma Educação *Maker*, possibilitando aos alunos adquirirem instrumentos que auxiliam na compreensão e aperfeiçoamento dos conteúdos vistos nas aulas, ou seja, o estudante aprende a aprender, conforme Delores (1998).

Nesse sentido, o trabalho monográfico está estruturado da seguinte forma: introdução, definição do problema, objetivos, metodologia, a descrição da cultura *Maker* no processo educacional e sua contribuição para a formação inicial docente. A energia elástica, seu conceito, aplicações e sistema massa mola amortecido e forçado, o relato de experiência ocorrido na “1ª Corrida de Carrinhos Movidos a Energia Elástica” durante a “II Semana Acadêmica de Física e II Expofísica da UFNT-2023”, considerações finais e referências.

1.1 Definição do problema: Como o conteúdo de energia elástica pode ser explorado sob a perspectiva da cultura *Maker*?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Mostrar uma possibilidade de se explorar o conteúdo de energia elástica sob a orientação dos aspectos circunscritos na cultura *maker*.

1.2.2 Objetivos Específicos

- 1) Descrever a cultura *maker* como uma abordagem metodológica viável para explorar aspectos fenomenológicos;
- 2) Apresentar a atividade “1ª Corrida de Carrinhos Movido a Energia Elástica”, como recurso prático para coleta das informações fenomenológicas;
- 3) Refletir sobre a contribuição da cultura *maker* na abordagem do conteúdo do tema energia elástica, na minha própria prática pedagógica.

2. A ABORDAGEM MAKER NO CONTEXTO DA SALA DE AULA

A abordagem *Maker* se fundamenta na ideia de que o aprendizado deve ser prático e colaborativo, promovendo a construção do conhecimento por meio da criação e do compartilhamento de projetos. Segundo Resnick (2017, p.35), "a educação *Maker* é uma forma de aprender fazendo, onde os alunos são incentivados a criar, inventar e experimentar com ferramentas e tecnologias". Esse modelo educativo permite que os estudantes se tornem agentes ativos de sua própria aprendizagem, explorando conceitos de maneira concreta.

A Cultura *Maker* também está intrinsecamente ligada ao conceito de “aprendizagem baseada em projetos” (ABP). De acordo com Thomas (2000), a ABP é uma abordagem pedagógica que permite aos alunos trabalhar em projetos que refletem suas próprias perguntas e interesses. Essa metodologia promove não apenas o engajamento, mas também a autonomia, pois os estudantes aprendem a gerenciar seu tempo e recursos de maneira eficaz.

Uma das principais características da abordagem *Maker* é a ênfase na interdisciplinaridade. Os projetos frequentemente envolvem conhecimentos de diferentes áreas, como matemática, ciências e artes. Como afirma Martinez e Stager (2013, p.14), "a Educação *Maker* proporciona um espaço onde os alunos podem conectar habilidades e conhecimentos de diversas disciplinas, formando um aprendizado mais holístico e significativo".

Além disso, a abordagem *Maker* é uma resposta ao ensino tradicional, que muitas vezes é considerado passivo e descontextualizado. Através de atividades práticas, os alunos têm a oportunidade de aplicar teorias em situações reais. Isso é particularmente relevante no ensino de Física, cujos conceitos abstratos podem ser explorados por meio de experimentos e construções. Conforme descrito por Ribeiro, Maia e Vasconcelos (2023, p.23), "a Educação *Maker* permite que os alunos visualizem e experimentem fenômenos físicos, tornando o aprendizado mais acessível e compreensível".

Nesse contexto, a formação docente é uma questão central na implementação da abordagem *Maker* nas escolas. Para que os educadores se sintam capacitados a utilizar essa metodologia, é fundamental que recebam formação específica e que as instituições ofereçam suporte e recursos adequados. A partir da reflexão sobre suas práticas pedagógicas, os professores podem integrar a Cultura *Maker* de forma mais efetiva em suas aulas, estimulando um ambiente de aprendizado colaborativo e inovador.

2.1 Pesquisas que utilizaram a cultura *Maker*

Com o intuito de avaliar as experiências, voltadas às práticas de ensino na perspectiva da abordagem *maker*, foi necessário fazer uma busca de artigos para identificar algumas contribuições dessa cultura para ensino nas diversas áreas do conhecimento. Inicialmente, foram feitas buscas de artigos acadêmicos nos mecanismos virtuais de pesquisa Capes, Scielo e Google Acadêmico e dois artigos foram selecionados obedecendo aos critérios das seguintes palavras-chave: Cultura *maker* no ensino e *maker* na educação, usadas separadamente.

No quadro 01 está apresentado um resumo dos dois TCC's de pesquisas desenvolvidas em diversas áreas, que utilizam a cultura *maker* como método de ensino, com o objetivo de experimentar a relevância destas e se elas podem contribuir no processo de aquisição de saberes.

Quadro 01 - Síntese geral dos TCC's

Título	Pesquisa (Autores / ano)	Tipo de Trabalho	Objetivos	Resultados Alcançados
A CULTURA <i>MAKER</i> NA EDUCAÇÃO: PERSPECTIVAS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA	Laís dos Santos SOUZA 2021	TCC do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Valparaíso de Goiás	Identificar quais são as contribuições da cultura <i>maker</i> para o processo de ensino e aprendizagem de matemática.	Protagonismo do aluno. Aprendizagem significativa, interação e melhor aprendizagem. Para as escolas desenvolverem as atividades <i>maker</i> não é necessário ter um ambiente específico ou grande infraestrutura investida, uma vez que o professor é o principal mediador dessas práticas e os estudantes, envolvidos no processo, sentem-se motivados a pesquisar, estudar e construir seu conhecimento
A INCLUSÃO DA CULTURA <i>MAKER</i> NO ENSINO MÉDIO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA	José Lucas Farias SILVA 2024	TCC de Pós Graduação Latu Sensu Docência Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Alagoas, em parceria com a Universidade Aberta do Brasil	Elaborar meios de utilizar a cultura <i>maker</i> como ferramenta didática de aprendizagem, utilizando-a como recurso didático para aperfeiçoamento do conhecimento básico das disciplinas, inserindo conhecimentos práticos e tecnológicos.	Dinamização da educação na busca de tornar o aprendizado convencional mais atrativo e dinâmico. A cultura <i>maker</i> enfatiza o aprendizado prático e experimental, com o qual os alunos são incentivados a criar, projetar, experimentar e resolver problemas. Essa abordagem promove aulas mais dinâmicas, proporcionando novas perspectivas de conhecimento. É uma ferramenta eficaz na aplicação de diversas metodologias ativas de aprendizagem.

Dados da pesquisa.

A seguir, estão detalhadas algumas atividades do modelo *maker* que foram desenvolvidas no contexto escolar. Através dessas iniciativas, foi possível perceber a importância e o impacto que a cultura *maker* pode ter no processo de ensino-aprendizagem. Foram identificados diversos resultados positivos, incluindo melhorias no comportamento e motivação dos alunos, além de um fortalecimento na interação entre estudantes e professores, e avanços no desempenho acadêmico geral. Abaixo, encontram-se as características e explicações detalhadas dos dois artigos analisados nestas pesquisas de Trabalho de Conclusão de Curso:

- Souza (2021), relatou sobre suas experiências no processo de construção de um jogo de matemática durante a realização do estágio supervisionado em turmas do ensino médio. A autora considera que a cultura *maker* contribui no processo de ensino e aprendizagem de matemática. A partir dos relatos foi verificado como a transformação das metodologias aumentaram o interesse pelo estudo extraclasse e a motivação para o desenvolvimento de várias competências. Além disso, considera que estamos diante de diversas oportunidades pedagógicas capazes de transformar as práticas de ensino e aprendizagem da matemática, por meio da incorporação da cultura *maker* como uma abordagem metodológica no ensino e aprendizagem da educação básica como um todo.
- Silva (2024), explorou a aplicação da cultura *maker* na educação como uma ferramenta didática, permitindo sua implementação para avaliar o desenvolvimento dos alunos de forma eficiente e equitativa. O foco principal foi dinamizar o ensino, tornando o aprendizado tradicional mais atraente e interativo. Os resultados revelaram o uso de tecnologias no ensino STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) por meio da criação de projetos em 2D, 3D, circuitos e programação (*tinkercad*), além da utilização de ferramentas e máquinas do *makerspace*. Essa abordagem permitiu compreender a importância da cultura *maker* e seu potencial para criar atividades interativas no ambiente escolar. A cultura *maker* promove o desenvolvimento integral dos estudantes, proporcionando atividades únicas e dinâmicas que favorecem sua formação cultural e cidadã, tornando-os mais autônomos, independentes e responsáveis. Nesse contexto, o professor atua como facilitador, mediando o processo de aprendizagem. A metodologia *maker* se mostra uma escolha interessante e eficaz, alinhada com as abordagens de educadores contemporâneos, no processo de ensino-aprendizagem.

2.2 Pesquisas em Física que adotaram a abordagem

Para avaliar as experiências relacionadas às práticas de ensino na perspectiva da abordagem *maker*, foi realizada uma busca de artigos com o objetivo de identificar as contribuições dessa cultura para o ensino da Física. Inicialmente, foram consultados mecanismos virtuais de pesquisa, como CAPES, SciELO e Google Acadêmico. A partir dessa busca, dois artigos foram selecionados com base nos critérios estabelecidos, utilizando as palavras-chave: "Cultura *maker* no ensino da Física" e "Criatividade no ensino da Física".

No Quadro 02, encontra-se um resumo das dissertações de pesquisas realizadas na área da Física, os quais utilizam a cultura *maker* como abordagem pedagógica.

Quadro 02 - Características das dissertações:

Título	Pesquisa (Autores / ano)	Tipo de Trabalho	Objetivos	Resultados Alcançados
CULTURA MAKER E ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA: DESENVOLVENDO UM SEMÁFORO AUTOMATIZADO NO ENSINO MÉDIO	Amilson ARAUJO 2020	Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL)	Explorar as potencialidades didáticas da robótica educacional para a construção de um projeto interdisciplinar de ensino de Física e de ensino de matemática, no contexto da educação básica.	A construção de um projeto de semáforo de cruzamento a partir do software de simulação do Curso de Robótica Educacional Modelix dentro do curso de Robótica em Educação para o Trânsito proporcionou aos alunos uma forma criativa de entender a engenharia de execução de um semáforo de cruzamento. A função do professor nessa experiência, foi um problematizador da realidade Física. A mediação entre os conceitos físicos e o desafio que esses sujeitos tinham de construir o robô esteve sempre pautada no pensamento crítico, reflexivo e criativo assim como no desenvolvimento da capacidade de organizar as informações e produzir sentidos e significados. A contextualização das aulas por meio de projetos de robótica, tornam as aulas motivadoras, uma vez que os estudantes estavam envolvidos com a possibilidade de criar, a partir dos conceitos de Física e Matemática.
O ENSINO DE FÍSICA: UM OLHAR PARA A EDUCAÇÃO MAKER	Diângelo Crisóstomo GONÇALVES 2021	Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu - Nível Mestrado	As contribuições da inserção da cultura <i>Maker</i> no ensino de Física orientada pela Aprendizagem Baseadas em Projetos	Para que haja êxito na utilização da educação <i>Maker</i> , é necessário trabalhar com projetos que estimulem os alunos a resolverem problemas reais ou desafios. O professor

		Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás	visando à participação ativa e autônoma dos alunos.	necessita deixar que o processo criativo aconteça, saindo da sua zona de conforto que é o conhecimento acerca de sua disciplina, propondo os problemas e o desafio e incentivando os alunos para que venham a desenvolver as atividades educativas apropriando-se do conhecimento. A educação <i>Maker</i> pode ser trabalhada no ambiente escolar, utilizando diversas ferramentas manuais e materiais de baixo custo, o que obriga professores e alunos a serem mais criativos para adaptarem as trilhas pedagógicas as realidades do ambiente escolar
--	--	--	---	---

Dados da pesquisa.

A seguir, são apresentadas algumas atividades do modelo *maker* realizadas no contexto da Física. Por meio dessas ações, foi possível observar a relevância e a influência da cultura *maker* no processo de ensino e aprendizagem.

- Araújo (2020), apresenta um relato de experiência interdisciplinar no qual evidenciou o uso de robôs na construção de semáforos temporizados de cruzamento (um para pedestres e um para carros). Essa proposta envolveu alunos do 1º, 2º e 3º anos do ensino médio, com idades entre 13 a 18 anos, da Escola Estadual Álvaro Paes, localizada na cidade de Coité do Nóia-AL. O projeto emergiu da iniciativa dos professores de Física e Matemática, em articulação com o Grupo de Robótica da Rede Estadual de Alagoas, e usou, além dos conceitos de Matemática, conceitos de cinemática.
- Gonçalves (2021) realizou um estudo com o objetivo de analisar a eficácia da integração da cultura *Maker* na educação, associada à aprendizagem baseada em projetos, visando incentivar a participação ativa dos alunos no aprendizado dos conteúdos de Física. Este estudo envolveu 504 alunos, distribuídos em doze turmas, sendo 172 alunos da 1ª série e 332 alunos da 3ª série do Ensino Médio. Com o uso da metodologia *Maker* na educação, os alunos aprendem fazendo, colocando a mão na massa, apoiados pela Aprendizagem Baseadas em Projetos – ABP. Neste trabalho de pesquisa buscou desenvolver uma prática pedagógica para contribuir com o modelo de educação tradicional e gerar conhecimento através do uso de práticas de ensino mais flexíveis. A pesquisa concluiu que a proposta da educação *Maker* associada a tecnologias digitais e analógicas, produz condições mobilizadoras quanto a sua aplicação em sala de aula,

auxiliando na aprendizagem dos conteúdos escolares de Física. Com a aplicação do plano de ação houve uma melhora não só na participação dos alunos durante as aulas como nas notas. Importante salientar que em relação à participação ativa dos alunos, ainda resta um longo caminho para ser percorrido em busca do protagonismo do aluno.

3. ENERGIA ELÁSTICA: CONCEITOS E APLICAÇÕES

A energia elástica é um fundamento da mecânica clássica e em outros livros tradicionais desta área do conhecimento, tratado de forma abrangente na obra "Mecânica Clássica", de John R. Taylor (2013). Essa forma de energia está associada à deformação de materiais elásticos, que são aqueles capazes de voltar à sua forma original após a remoção de uma força que os deformou. A energia elástica é armazenada quando um material é esticado ou comprimido e é liberada quando o material retorna à sua configuração inicial.

A energia elástica é uma forma de energia potencial que se armazena em objetos deformáveis, como molas, elásticos e outros materiais que podem ser esticados ou comprimidos. Quando esses materiais são deformados, eles armazenam energia e, ao serem liberados, essa energia pode ser convertida em movimento ou trabalho. Aqui serão apresentados alguns conceitos fundamentais relacionados à energia elástica. Para a escrita desse tópico foram utilizados os livros Fundamentos de Física (Halliday, Resnick & Walker, 2011); Fundamentos da Física (Serway & Jewett, 2013); Mecânica clássica (Taylor, 2013); e algumas notas de aula de Cotta (2021).

3.1 Conceitos Físicos relacionados à Energia Elástica

Conforme mencionado, a energia elástica é uma forma de energia armazenada em um objeto quando ele é deformado. Identificamos a seguir os principais conceitos relacionados à energia elástica, quais sejam:

Elasticidade: A elasticidade é a propriedade de um material que permite que ele retorne à sua forma original após a remoção da força deformadora. Os materiais elásticos seguem a Lei de Hooke até um certo ponto, conhecido como limite de reforço.

Força Elástica: É a força associada à deformação de um material. Esse tipo de força é fundamental no estudo da mecânica dos materiais e está associada ao comportamento dos corpos quando são esticados, comprimidos ou torcidos. A Lei de Hooke, formulada pelo físico inglês Robert Hooke no século XVII, descreve o comportamento da força elástica em materiais elásticos de forma simples: ela é diretamente proporcional à deformação do material, desde que a deformação esteja dentro do limite elástico do material, ou seja, até o ponto em que ele retorna à sua forma original após a remoção da força aplicada. Esse comportamento é observado em muitos materiais que podem ser esticados ou comprimidos, como molas, elásticos e outros corpos que apresentam propriedades elásticas.

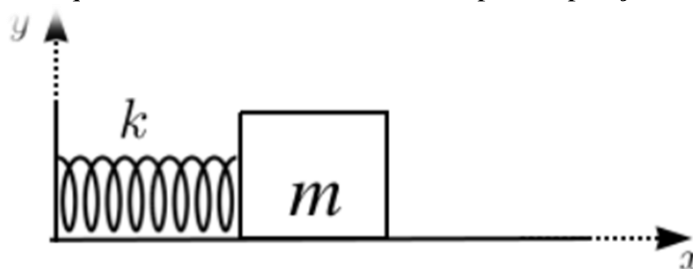
No contexto da engenharia e da física dos materiais, o conceito de força elástica é essencial para o entendimento da resistência e da durabilidade de estruturas que utilizam materiais elásticos. Segundo Ribeiro e Lima (2004), a força elástica e o comportamento de deformação dos materiais são fundamentais para projetar sistemas que resistam a tensões e variações de carga sem comprometer sua integridade.

A força elástica tem inúmeras aplicações práticas. Um exemplo simples são as molas, que se deformam quando uma força é aplicada e retornam à sua forma original quando essa força é removida. A Lei de Hooke também é aplicada em áreas como a construção de pontes, edifícios e outras estruturas, nas quais o comportamento de deformação dos materiais deve ser cuidadosamente controlado para garantir segurança e durabilidade.

Lei de Hooke: A Lei de Hooke mostra que uma mola ou material elástico se deforma proporcionalmente à força aplicada a ele, até o limite de elasticidade. A equação representativa deste comportamento é: $\vec{F} = -k\hat{x}$ sendo F é a força aplicada, k é a constante de mola, e x é a deformação. A figura 1 apresenta um esquema ilustrativo do Oscilador Harmônico Simples, ou seja, um sistema massa-mola sem atrito e sem resistência ao movimento, em posição de equilíbrio.

Constante de Rigidez (k): É uma propriedade do material que indica a sua resistência à deformação. A constante de rigidez é usada na expressão da força elástica e da energia elástica.

Figura 1. Esquema do oscilador harmônico simples na posição de equilíbrio



Fonte: Fernandes (2023, p. 3).

Energia Potencial Elástica: É a energia armazenada em um objeto deformado, como uma mola comprimida ou esticada. A energia elástica é definida pela expressão: $E = \frac{1}{2}kx^2$, na qual (E) é a energia elástica, (k) é a constante elástica do material (que quantifica a rigidez), e (x) é a deformação (ou deslocamento) do objeto em relação à sua posição de equilíbrio. Essa relação mostra que a energia armazenada é proporcional ao quadrado da deformação, o que implica que, quanto maior a deformação, maior a quantidade de energia armazenada.

Limite Elástico: É o ponto máximo de deformação sem que ocorram alterações permanentes em uma estrutura. Até esse ponto, o material retorna completamente à sua forma original quando a força ou carga aplicada é removida. Ou seja, a deformação é elástica, o que significa que o material recupera sua forma e dimensões iniciais sem sofrer danos permanentes.

Energia Cinética e Conversão: A energia armazenada em um objeto elástico pode ser convertida em energia cinética quando a força deformadora é removida. Por exemplo, uma mola comprimida pode empurrar um objeto, transformando energia potencial elástica em energia cinética.

Deformação: Refere-se à alteração na forma ou volume de um objeto devido a forças aplicadas. Existem dois tipos principais de deformação: elástica (recuperável) e plástica (não recuperável).

3.2 Aplicações da Energia Elástica

As aplicações da energia elástica são diversas e estão presentes em múltiplos contextos da engenharia e da física. Algumas dessas aplicações, encontradas em: Halliday, Resnick & Walker (2011), Serway & Jewett (2013) e Taylor (2013), incluem:

Molas: Equipamentos como amortecedores, trampolins e suspensões de veículos; as molas armazenam energia quando comprimidas ou esticadas, proporcionando uma força de retorno assim que a deformação é eliminada.

Estruturas e Materiais: A energia elástica não se limita a molas, mas também a materiais, por exemplo, borracha e metais, podendo armazenar energia elástica quando deformados. Em edifícios e pontes, a energia elástica é importante para absorver forças externas, como ventos ou terremotos, permitindo que as estruturas mantenham sua integridade sem colapsar.

Esportes: Equipamentos esportivos, como raquetes e flechas, utilizam a energia elástica para aumentar o desempenho. Por exemplo, ao esticar uma corda de uma flecha, uma quantidade significativa de energia é armazenada e, ao soltar, essa energia é convertida em movimento.

Brinquedos e Jogos: Muitos brinquedos, como os ioiôs e os elásticos, dependem da energia elástica para funcionar, aproveitando a deformação para gerar movimento.

Medicina: Dispositivos como ligaduras elásticas utilizam o conceito de energia elástica para aplicar pressão, promovendo uma recuperação mais eficiente em pacientes.

A teoria dos sistemas massa - mola amortecidos e forçados é amplamente aplicada em diversas áreas, como:

Engenharia Civil: Para o controle de vibrações em estruturas e pontes.

Engenharia Mecânica: Em suspensões de veículos, nas quais a mola e o amortecedor trabalham juntos para minimizar os efeitos das irregularidades da estrada.

Sistemas de Controle: No design de controladores que garantem estabilidade e desempenho em sistemas que incluem elasticidade e amortecimento.

Um oscilador amortecido é caracterizado pela presença de forças dissipativas, como o atrito, que reduzem a energia mecânica do sistema ao longo do tempo, resultando em uma diminuição gradual da amplitude das oscilações até o repouso. Já no oscilador amortecido e forçado, uma força externa periódica age sobre o sistema, fornecendo energia para compensar as perdas causadas pelo amortecimento, conforme Taylor (2013).

Por fim, os sistemas massa - mola amortecidos e forçados são modelos clássicos que desempenham um papel crucial na compreensão das dinâmicas de sistemas mecânicos. A atividade desse tipo de sistema pode ser expressa por várias equações diferenciais que capturam o comportamento dinâmico sob diversas condições. Compreender esses sistemas é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias que vão desde a construção até automóveis e sistemas de controle.

Com efeito, a energia elástica é um conceito vital que permeia diversas áreas da ciência e da engenharia. Sua compreensão auxilia não apenas no desenvolvimento de tecnologias mais eficientes, mas também para que se possa entender fenômenos físicos do cotidiano. Ademais, o estudo da energia elástica revela não apenas os princípios fundamentais da deformação e recuperação de materiais, mas também suas aplicações práticas, que impactam significativamente a vida moderna.

Conforme brevemente apresentado, as aplicações da energia elástica são vastas e variadas, envolvendo desde dispositivos simples, como molas em sistemas mecânicos, até estruturas mais complexas em diferentes áreas das engenharias, além de aplicações no próprio corpo humano. Logo, a energia elástica é um conceito teórico, fundamental da física aplicada que tem implicações práticas em diversos campos.

3.3 Sistema massa mola amortecido e forçado

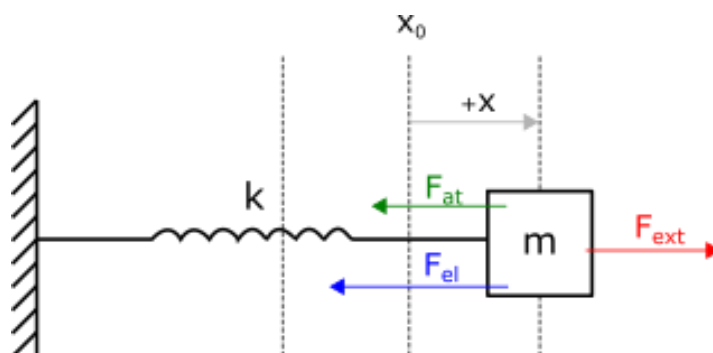
Os sistemas massa - mola são fundamentais na Física e na Engenharia, especialmente em aplicações que envolvem vibrações. Um sistema massa - mola típico pode ser considerado como um modelo simplificado para uma variedade de fenômenos físicos e mecânicos. Quando

esses sistemas incluem elementos de amortecimento e forças externas, eles se tornam ainda mais relevantes na análise de dinâmica. Este texto abordará o sistema massa - mola amortecido e forçado, apresentando suas características e equações de movimento. Esse sistema foi escolhido porque os carrinhos da corrida usaram energia elástica, mas o sistema foi amortecido pela resistência do ar e pelo atrito do chão, e foi forçado pelo sistema elástico desenvolvido pelos alunos.

3.3.1 Descrição do Sistema

Um sistema massa - mola é modelo físico constituído basicamente por uma massa (m) conectada a uma mola com constante elástica (k). Além disso, podemos incluir um amortecedor que oferece resistência ao movimento, este é frequentemente modelado como uma força proporcional à velocidade da massa, sendo caracterizado pelo coeficiente de amortecimento (c). Quando uma força externa, $F(t)$, é aplicada, o sistema se torna um sistema massa - mola amortecido e forçado, o que ocorre quando uma força externa, causada, por exemplo, por um terremoto, atinge uma ponte. Ela irá oscilar mesmo que o terremoto chegue em várias frequências distintas (Cotta, 2021). A figura 2 apresenta um esquema ilustrativo do Oscilador Harmônico Amortecido e Forçado (OHAF). A força associada ao movimento periódico é F_{el} (força elástica) e a responsável pelo amortecimento é F_{at} (força de atrito). F_{ex} é a força externa responsável pelas oscilações forçadas.

Figura 2: Esquema de um Oscilador Harmônico Amortecido Forçado (OHAF)



Fonte: Cotta (2021, p. 2).

A equação de movimento de um OHAF será apresentada a seguir.

3.3.1.1 Sistema Oscilador Amortecido Forçado

No oscilador amortecido, o sistema para de oscilar após um determinado tempo devido à presença de forças dissipativas, que ocasionam perdas de energia mecânica. As forças dissipativas atuam em sistemas não conservativos, reduzindo gradualmente a amplitude das oscilações por meio da conversão de energia mecânica em energia térmica. Esse processo faz com que a energia total do sistema diminua em função do tempo, levando ao decaimento exponencial da amplitude das oscilações até o movimento cessar completamente Taylor (2013).

Porém, o que acontecerá a um sistema oscilante se adicionarmos mais uma força externa? O sistema oscilará com a frequência angular da força externa.

Algumas considerações serão realizadas com o objetivo de encontrarmos a equação do movimento de um (OHAF), que modelo simplificado é o caso dos carrinhos de corrida objetos do estudo *maker*. Cabe destacar que o caso a ser considerado não é específico dos carrinhos, pois fatores como *design* dos carrinhos construídos não foram considerados. O OHAF considerado nesse tópico é o modelo apresentado na Figura 2.

Inicialmente será considerado um Oscilador Harmônico Simples e posteriormente serão anexados o amortecimento e a força externa até o objetivo final, que é encontrar a equação do movimento do OHAF.

Medindo x a partir da posição da mola em repouso, a mola exerce uma força restauradora dada por:

$$F(x) = -kx \quad (\text{Lei de Hooke}) \quad (1)$$

onde k é a Constante elástica da mola. Considerando a 2ª Lei de Newton teremos:

$$m \frac{dv}{dt} = F(x) \quad (2)$$

Realizando alguns ajustes teremos:

$$\frac{mdx^2}{dt^2} = -kx \quad (3) \quad \Rightarrow \quad \frac{mdx^2}{dt^2} + kx = 0 \quad (4)$$

Essa equação descreve um OHS, cujo movimento é uma oscilação senoidal simples, em torno do ponto de equilíbrio.

Considerando agora a força de atrito agindo sobre o sistema, teremos um Oscilador Harmônico Amortecido. Pode-se considerar a força de atrito viscoso proporcional a potências

fixas da velocidade, como mostra a equação 5, na qual v é velocidade e b é constante de amortecimento:

$$\vec{F} = b\hat{v}^n \quad (5)$$

A força de atrito é sempre oposta à velocidade e realiza trabalho negativo, ou seja, absorve energia do corpo em movimento, assim, considerando $n = 1$ suficiente para tratar regimes de baixas velocidades e cuja solução é facilmente obtida, a força de atrito oposta à velocidade e a velocidade positiva, temos

$$F = -bv \quad (6)$$

que pode ser escrita como:

$$F = -b \frac{dx}{dt} \quad (7)$$

Portanto, considerando um Oscilador Harmônico Amortecido pela força de atrito apresentada na equação (7) e a 2ª lei de Newton, sob a forma escalar, temos:

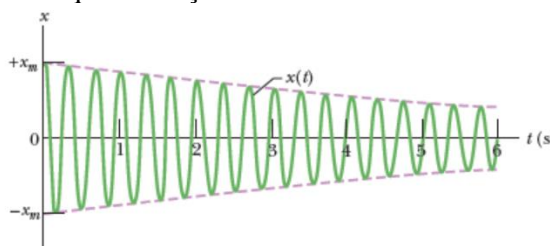
$$\sum F_x = ma_x \quad (8)$$

$$-kx - bv = ma \quad (9)$$

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = 0 \quad (10)$$

Esse é um problema que permite uma resolução analítica ou numérica. A solução analítica para um sistema massa-mola semelhante, com atrito de contato entre duas superfícies secas (Oscilador Linearmente Amortecido - OLA), é apresentado por Pereira et al (2020).

A figura 3 demonstra um deslocamento $x(t)$ de um oscilador amortecido ao longo do tempo. $\pm x_m$ é da amplitude do movimento.

Figura 3: Esquemática do oscilador harmônico amortecido

Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2014), com adaptações.

A equação 10 descreve o Oscilador Harmônico Amortecido. Entretanto, se o oscilador estiver sujeito a uma força adicional $F(t)$, seu movimento será descrito por:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = F(t) \quad (11)$$

E o movimento é considerado um Oscilador Harmônico Amortecido e Forçado. Se $F(t)$ for uma força de variação senoidal com o tempo, ela oscilará com frequência angular ω e amplitude F_0 , e podemos escrever:

$$F(t) = F_0 \cos(\omega t + \Theta_0) \quad (12)$$

Considerando $\Theta_0 = 0$, ou seja, a constante de fase da força aplicada sendo zero,

$$F(t) = F_0 \cos \omega t \quad (13)$$

Assim, a equação 11 será:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = F_0 \cos \omega t \quad (14)$$

Ou

$$m\ddot{x} + k\dot{x} + bx = F_0 \cos \omega t \quad (15)$$

A equação (15) descreve o movimento de um (OHAF), cuja força perturbadora é do tipo da Equação (13). Tem-se uma equação diferencial não homogênea de 2º ordem, mas não é objeto desse trabalho achar a solução da mesma, ficando como sugestão para trabalhos futuros.

5.3.2. Fator de Qualidade

Segundo Cotta (2021, p. 3) a energia no oscilador amortecido define o fator de qualidade do oscilador Q , o qual quanto maior, menor será a perda de energia por ciclo no sistema. “No oscilador forçado o fator de qualidade pode ser reescrito em termos das frequências, dado por”:

$$\frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \frac{1}{Q}$$

ω_0 é a frequência angular natural do oscilador. Ela é a frequência que o sistema teria se não houvesse amortecimento (ou se o sistema fosse ideal, sem perdas de energia) e ω é a frequência angular do oscilador amortecido (ou a frequência de oscilação quando há amortecimento no sistema). Em um sistema com amortecimento, a frequência angular será menor que a frequência natural ω_0 , devido à perda de energia (dissipada) ao longo do tempo.

A “Corrida de Carrinhos Movidos a Energia Elástica”, envolveu desafios de design e física aplicada, com a construção de carrinhos cujas motivações principais estavam na energia potencial elástica armazenada em elásticos usados. Essa energia, que é convertida em movimento, depende diretamente de como o sistema é projetado e da eficiência com que a energia é transferida para o movimento do carrinho.

Quando o elástico é liberado, a energia potencial é convertida em energia cinética, propulsando o carrinho. O fator de qualidade Q , como descrito por Cotta (2021), se aplica para medir a eficiência dessa conversão de energia, já que ele está diretamente relacionado às perdas de energia no sistema. Para que o carrinho seja eficiente, o sistema precisa minimizar as perdas durante a transformação da energia potencial armazenada no elástico para o movimento do carrinho, e isso é alcançado quando o fator Q é alto.

Em sistemas ideais, um Q alto significa que o sistema é eficiente, com poucas perdas de energia para o ambiente (como calor e fricção), o que resulta em um movimento mais duradouro e rápido. No caso dos carrinhos movidos a energia elástica, que configuram um sistema não ideal, embora o valor de Q não tenha sido calculado, pode-se inferir que foi um valor baixo, dado o pouco deslocamento dos carrinhos durante a corrida. O vencedor percorreu 12,40 m e o último colocado 7,62 m.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Para alcançar os objetivos optou-se por recorrer aos procedimentos da pesquisa ação e da pesquisa bibliográfica.

Segundo Severino (2014), a pesquisa bibliográfica apresenta um levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites, permitindo ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto e direcionando suas argumentações. Já a pesquisa qualitativa, de acordo com Goldenberg (2004), não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão do que estamos estudando. Nesse sentido, nossa pesquisa se apresenta, simultaneamente, qualitativa e bibliográfica.

Além dessa, e considerando que esse trabalho está inserido no âmbito do ensino escolar, abordou-se o formato de pesquisa-ação. A pesquisa-ação é uma abordagem metodológica em que o pesquisador trabalha de forma colaborativa com os participantes da pesquisa (que podem ser professores, alunos, comunidades, profissionais de saúde, etc.) para resolver problemas ou melhorar práticas em um contexto real. Ela envolve uma combinação de ação e reflexão, e o objetivo principal é transformar a realidade, enquanto se estuda essa transformação. Segundo Thiollent (1988), citado por Mallmann (2015), a pesquisa ação é um tipo de investigação social concebida e realizada em associação com uma ação, ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Portanto, entendemos que o objeto da pesquisa-ação é uma situação social inserida em um contexto, e não um conjunto de variáveis isoladas que poderiam ser analisadas independentemente do contexto.

Minayo (2010) afirma que essa metodologia permite que o pesquisador se envolva diretamente com a comunidade ou grupo que está sendo investigado, criando um ciclo de ação-reflexão-ação. Esse modelo permite que as intervenções sejam constantemente ajustadas de acordo com os resultados e as necessidades emergentes do campo.

Durante o evento, equipes competidoras da Educação Básica tiveram a oportunidade de se inscrever e participar da corrida de carrinhos. Os estudantes aplicarão conceitos de física, engenharia e criatividade na construção desses veículos impulsionados pela energia elástica. Além disso, houve premiação para as equipes vencedoras, tornando essa competição uma combinação perfeita de diversão e aprendizado. Após a construção dos carrinhos, os alunos realizaram testes práticos com a supervisão dos residentes e professor preceptor. Esses testes tiveram como objetivo avaliar o desempenho dos carrinhos e fazer os ajustes necessários

para otimizar o uso da energia elástica. Com os carrinhos prontos e testados, o professor preceptor auxiliou os grupos de alunos na inscrição oficial. Isso incluiu o preenchimento de formulários e o cumprimento dos requisitos da competição¹.

A avaliação na competição baseou-se na distância percorrida pelos carrinhos durante a corrida e na qualidade das apresentações orais, nas quais o representante de cada equipe explicou os princípios da Física envolvidos em seus projetos. Foram levadas em consideração a criatividade e a originalidade das soluções apresentadas. Essa metodologia permitiu que os alunos se envolvessem ativamente em todas as etapas do processo, promovendo a aprendizagem prática e o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe e inovação.

A metodologia da pesquisa-ação, portanto, não tende apenas à produção de conhecimento, mas também ao enfrentamento de problemas concretos dentro de um contexto específico. Segundo Góes (2007), a pesquisa-ação tem como característica a busca por soluções práticas, sendo uma metodologia extremamente eficaz quando se deseja atuar de forma direta e transformadora na realidade dos participantes. A sua aplicação permite que os resultados da pesquisa se conversem diretamente com o cotidiano e as práticas dos envolvidos.

A abordagem cíclica da pesquisa-ação permite que o pesquisador realize intervenções contínuas, refletindo sobre os resultados de forma constante. Para Afonso (2010), essa dinâmica é essencial para a adaptação das estratégias de intervenção de acordo com as transformações que vão surgindo ao longo do processo. A reflexão constante sobre as ações executadas permite um aprimoramento das práticas, favorecendo o alcance de resultados mais efetivos.

Portanto, a pesquisa-ação se destaca como uma metodologia que não só contribui para o avanço acadêmico, mas também para a transformação social e a melhoria de práticas em contextos específicos, seja na educação, saúde ou em outros campos. Sua aplicação contínua de ação e reflexão oferece uma abordagem dinâmica e adaptável para a solução de problemas práticos, tornando-a uma ferramenta importante para quem busca alinhar teoria e prática de forma efetiva.

¹ <https://sites.google.com/view/expofisica-ufnt-2023/1%C2%AA-corrida-de-carrinhos?authuser=0>

5. RELATO DA EXPERIÊNCIA

5.1 A motivação para a atividade

A motivação para escrita do trabalho se deu através da abordagem prática e participativa, refletindo a vivência dos residentes no Programa de Residência Pedagógica (PRP), conforme mencionado anteriormente, a competição ocorreu durante a “II Semana Acadêmica de Física e a II Expofísica da UFNT”², seguindo diretrizes específicas, como a apresentação dos projetos marcada para o dia 21/10/2023, conforme o edital (Tocantins, 2023)³.

No evento, equipes de alunos da Educação Básica tiveram a oportunidade de se inscrever e participar da corrida de carrinhos. Os estudantes foram desafiados a aplicar conceitos de física, engenharia e criatividade na elaboração dos veículos movidos por energia elástica. Além disso, houve prêmios para as equipes que se destacaram, fazendo dessa competição uma excelente combinação de aprendizado e diversão.

Primeiramente, os residentes apresentaram o edital às três turmas do 1º ano do Ensino Médio. Foi feito um convite para que os alunos participassem da competição, envolvendo um total de 108 estudantes. Três grupos, compostos por seis alunos cada, manifestaram interesse. A atividade foi programada para o contra turno das aulas, garantindo que não houvesse interferência no currículo regular. Durante a fase de planejamento, os grupos receberam estímulos dos residentes para desenvolver suas ideias e projetos para os carrinhos. Os alunos trouxeram seus próprios materiais de baixo custo (uma exigência do edital) - considerando que o tema do evento Ciências Básicas e Sustentabilidade, para a construção, o que incentivou a autonomia e a criatividade no processo de criação.

5.2 Elaboração dos carrinhos para a corrida.

Depois de construir os carrinhos, os alunos realizaram testes práticos com a supervisão dos residentes e do professor preceptor. Esses testes tinham como finalidade avaliar o desempenho dos carrinhos e realizar os ajustes necessários para otimizar o uso da energia

² Disponível em: <https://ufnt.edu.br/2023/10/10/ii-semana-academica-de-fisica-e-ii-expofisica-da-ufnt/>. Acesso em: 30 de out. 2024.

³ TOCANTINS, Universidade Federal do Norte do Tocantins. Edital nº 01/2023 – **1ª Corrida de carrinhos movidos a energia elástica** - “II Semana acadêmica de física e II Expofísica da UFNT”. 2023. <<https://sites.google.com/view/expofisica-ufnt-2023/1%C2%AA-corrída-de-carrinhos?authuser=0>> Acesso em: 29 de set. 2024.

elástica. Com os carrinhos finalizados e testados, o professor preceptor ajudou os grupos na inscrição oficial, que incluía o preenchimento de formulários e a conformidade com os requisitos da competição.

A avaliação durante a competição considerou a distância percorrida pelos carrinhos na corrida e a qualidade das apresentações orais, em que um membro de cada equipe explicou os princípios da Física aplicados em seus projetos. Também foram levadas em conta a criatividade e a originalidade das soluções apresentadas. Essa abordagem permitiu que os alunos participassem ativamente de todas as fases do processo, favorecendo a aprendizagem prática e o desenvolvimento de habilidades importantes, como colaboração e inovação.

É importante destacar a participação feminina na competição, realizada durante a “II Semana Acadêmica de Física” e a “II Expofísica da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT)”. Foi um evento marcante não apenas pela inovação e empolgação da competição, mas também pela importante participação feminina. A presença das mulheres na competição foi um reflexo das conquistas no campo educacional e científico, além de demonstrar o potencial e a motivação das estudantes para atuar em áreas muitas vezes dominadas por homens.

O envolvimento feminino na competição também teve um impacto significativo na promoção de modelos de liderança e empoderamento. Para muitas dessas estudantes, a corrida representou uma oportunidade única de se destacar e mostrar que a física e a engenharia são campos de atuação completamente acessíveis e interessantes para as mulheres. A participação delas foi vista não só como uma demonstração de habilidade técnica, mas também como uma forma de quebrar estereótipos e incentivar mais jovens a seguir carreiras científicas. Foi muito bom que houvesse equipe feminina já que um dos objetivos do evento era fortalecer o engajamento de meninas nas áreas de ciências exatas.

5.3 Levantamento de Hipóteses pelos Alunos

A cultura *maker* promove um ambiente no qual os alunos são incentivados a serem criadores e solucionadores de problemas. No contexto da construção de carrinhos movidos a energia elástica, os alunos foram estimulados a levantar hipóteses sobre como diferentes variáveis podem afetar o desempenho de seus carrinhos. Algumas hipóteses que foram formuladas na hora de confecção dos carrinhos estão listadas abaixo:

- a) **Hipótese 1:** "Se aumentarmos o comprimento do elástico, se colocar elástico no pneu, então o carrinho percorrerá uma distância maior."

A relação com a energia elástica e atrito: A ideia de colocar elástico no pneu pode ter diferentes efeitos, dependendo de como o elástico é utilizado:

- Se o elástico for colocado na superfície do pneu, pode aumentar o atrito entre o pneu e o solo. O atrito pode ajudar a melhorar a aderência do carrinho, fazendo com que ele se mova de forma mais eficiente ao receber a força do elástico. Porém, um atrito excessivo pode dificultar o movimento do carrinho, já que o atrito atua como uma força oposta ao movimento.
- Se o elástico for adicionado de forma a modificar a dinâmica de transmissão de energia, isso pode afetar a eficiência do carrinho em aproveitar a energia do elástico. Em alguns casos, um maior atrito pode reduzir a distância percorrida, se houver resistência excessiva ao movimento.

O efeito do elástico no pneu não é tão simples quanto o aumento do comprimento do elástico. Ele pode ter efeitos variados, dependendo de como é aplicado. Se o objetivo for melhorar a aderência, pode ser benéfico, mas se causar atrito excessivo, pode prejudicar o movimento. Portanto, essa parte da hipótese é mais incerta, e os resultados dependeriam da forma exata de aplicação do elástico.

A parte sobre o aumento do comprimento do elástico está correta e tem base sólida no conceito físico da energia potencial elástica. A segunda parte sobre colocar elástico no pneu, embora tenha lógica, é mais incerta e depende de fatores como a quantidade de atrito, o modo como o elástico está acoplado ao pneu, a eficiência da transferência de energia e outros fatores que precisariam de teste. A hipótese geral apresenta uma lógica parcial, mas não é 100% garantido que o carrinho percorrerá uma distância maior, já que a quantidade de atrito pode influenciar negativamente. Portanto, a hipótese está parcialmente correta.

b) **Hipótese 2:** "Se utilizarmos rodas maiores, o carrinho conseguirá vencer melhor a resistência do ar e terá uma maior velocidade."

A energia elástica refere-se à energia armazenada em um sistema quando ele é deformado, como no caso do elástico que impulsiona o carrinho. O movimento do carrinho é impulsionado pela liberação dessa energia elástica. Portanto, esta forma de energia está diretamente relacionada à força inicial que move o carrinho, mas não está diretamente ligada ao design das rodas ou à resistência do ar.

A resistência do ar e o efeito das rodas no movimento do carrinho não estão diretamente relacionados à energia elástica, mas sim à aerodinâmica e ao atrito entre as rodas e a superfície.

No entanto, a hipótese levanta questões sobre como a eficiência do movimento do carrinho pode ser melhorada, que é uma consideração válida, embora não diretamente ligada à energia armazenada no elástico.

Teoricamente, rodas maiores podem ter algum impacto na resistência do ar, mas isso depende do formato e da aerodinâmica do carrinho. Em carrinhos pequenos ou de baixo perfil, a resistência do ar pode ser considerável, mas rodas maiores não necessariamente significam que o carrinho terá uma menor resistência ao ar. Na verdade, rodas maiores podem aumentar a área frontal (a parte do carrinho que "enfrenta" o ar), o que poderia aumentar a resistência ao ar em alguns casos, especialmente se as rodas forem grandes e irregulares. A forma das rodas e do carrinho (como um todo) tem mais impacto na resistência do ar do que apenas o tamanho das rodas. Se as rodas maiores não forem projetadas para minimizar a resistência ao ar, elas podem aumentar a fricção com o ar, reduzindo a velocidade.

As rodas maiores podem, em alguns casos, melhorar a velocidade do carrinho, mas esse efeito depende de vários fatores. Em teoria, uma roda maior pode melhorar o desempenho se diminuir a frequência de rotação, ou seja, o carrinho pode percorrer uma distância maior com menos rotações, mas isso também depende da eficiência da transferência de energia do elástico para o movimento do carrinho. Rodas maiores podem reduzir a fricção com o solo, especialmente se a área de contato com o solo for otimizada. No entanto, rodas grandes e pesadas podem aumentar a inércia do carrinho (a dificuldade de mudar sua velocidade), o que poderia afetar negativamente a aceleração inicial do carrinho. Ou seja, o efeito de rodas maiores sobre a velocidade não é tão direto quanto a hipótese sugere. Em alguns casos, isso pode melhorar o desempenho, mas não de maneira tão simples. Assim, a hipótese está parcialmente correta.

c) **Hipótese 3:** "Se o peso do carrinho for reduzido, a distância percorrida será maior devido à menor inércia."

A energia elástica é a energia armazenada no elástico quando ele é esticado. A liberação dessa energia e sua conversão em energia cinética é o que move o carrinho. A distância percorrida está, então, relacionada à quantidade de energia que o elástico pode fornecer e à eficiência com que essa energia é convertida em movimento. No entanto, a inércia e o peso do carrinho também têm um impacto importante sobre esse processo. A energia do elástico não muda dependendo do peso do carrinho, já que ela é determinada pela deformação do elástico. No entanto, a eficiência da conversão dessa energia em movimento pode ser afetada pela inércia do carrinho. A inércia é a resistência de um objeto a mudanças em seu estado movimento, que

está diretamente relacionada à massa do carrinho. Carrinhos mais pesados têm mais inércia e, portanto, são mais difíceis de acelerar.

Um carrinho mais pesado (maior massa) exigirá mais força para ser acelerado, o que significa que, com a mesma quantidade de energia fornecida pelo elástico, ele terá uma aceleração menor. Isso pode resultar em uma menor distância percorrida, portanto, não consegue aproveitar eficientemente totalmente a energia fornecida. Por outro lado, um carrinho mais leve tem menor inércia, ou seja, requer menos força para obter a mesma aceleração. Com a mesma quantidade de energia elástica, o carrinho mais leve pode alcançar uma maior velocidade e, portanto, percorrer uma distância maior antes que a energia elástica se dissipe completamente. Nesse caso, a relação entre peso (massa) e distância percorrida faz sentido. Carrinhos mais leves têm menos inércia, o que facilita a aceleração e permite que a energia elástica seja mais bem aproveitada, resultando em uma maior distância percorrida. Portanto, a hipótese está certa, e a lógica por trás dela é sólida. Um carrinho mais leve tem menos inércia, o que favorece o aproveitamento da conversão eficiente da energia elástica em movimento, aumentando a distância percorrida.

d) **Hipótese 4:** "Carrinhos com diferentes formatos (aerodinâmicos vs. quadrados) terão desempenhos diferentes em termos de distância percorrida."

A energia elástica armazenada no elástico não depende do formato do carrinho, mas da quantidade de deformação do elástico e da rigidez do material. No entanto, o formato do carrinho afeta como a energia do elástico é convertida em movimento, principalmente devido à resistência do ar (arrasto). Carrinhos aerodinâmicos, que enfrentam menos resistência do ar, podem usar melhor a energia elástica, percorrendo uma distância maior. A hipótese está correta. Formatos aerodinâmicos permitem uma conversão mais eficiente da energia elástica em movimento, porque geram menos resistência ao ar. Formatos quadrados ou menos aerodinâmicos, por sua vez, geram mais resistência, diminuindo a eficiência do movimento e a distância percorrida. A relação com a energia elástica é indireta: a quantidade de energia fornecida pelo elástico não muda, mas a eficiência de conversão dessa energia em movimento depende do formato do carrinho, que afeta a resistência do ar e a quantidade de energia "desperdiçada" superando o arrasto. Portanto, a hipótese é lógica e está correta.

Tais hipóteses não apenas estimulam o pensamento crítico, mas também envolvem os alunos em um processo investigativo que é central na prática científica. Após o levantamento das hipóteses, a cultura *maker* permitiu que os alunos testassem suas ideias na prática. Eles

puderam criar diferentes modelos de carrinhos (como pode ser observado nas Figuras 6.1 a 6.3), variando elementos como o comprimento do elástico, o tipo de material utilizado, o peso do carrinho e o design das rodas. Esse processo de experimentação é fundamental, pois os alunos não apenas aplicam conceitos de física, mas também aprendem sobre a importância do método científico.

Figura 6.1 – Carrinho da competição – ganhou o 1º Lugar



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 6.2 – Carrinho da competição – ganhou o 3º Lugar



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 6.3 – Carrinho da competição – não pontuou



Fonte: Arquivo pessoal

A cultura *maker*, ao incorporar o levantamento de hipóteses, o teste de ideias, o desenvolvimento do raciocínio científico e lógico-matemático, e a aprendizagem com os erros, oferece um ambiente rico e dinâmico para o ensino de Física. Os alunos não apenas assimilam conceitos teóricos, mas também desenvolvem habilidades práticas e sociais que são essenciais para seu futuro acadêmico e profissional.

Ao promover um espaço no qual os alunos são protagonistas de seu aprendizado, a cultura *maker* se mostra uma abordagem pedagógica poderosa, contribuindo para a formação de cidadãos críticos, criativos e bem preparados para enfrentar os desafios do século XXI.

A Figura 6.4 mostra algumas fotografias da competição. Nela, podemos observar a) um aluno da educação básica ajustando o carrinho de sua equipe com a assistência de um professor e b) outro professor auxiliando na medição da distância percorrida. O evento aconteceu nas dependências do Centro de Ciências Integradas – CCI da UFNT e também funcionou como uma oportunidade de divulgação da instituição, uma vez que foi a primeira visita de alguns alunos da educação básica à UFNT.

Figura 6.4 – Alguns momentos da competição de carrinhos



(a)



(b)

Fonte: Arquivo pessoal

Como resultado final da competição, os alunos da escola campo da residência pedagógica, foram contemplados com os 1º e 3º lugares, como pode ser observado nas figuras 6.5 e 6.6. E a 2ª colocação ficou com outra escola também participante da RP.

Figura 6.5 – Foto da premiação do 1º lugar



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 6.6 – Foto da premiação do 3º lugar



Fonte: Arquivo pessoal

5.4 Percepções pessoais acerca da abordagem

A experiência do PRP na competição de carrinhos foi bastante significativa, pois ressalta a relevância da Educação *Maker* como uma abordagem eficaz para educação científica, unindo teoria e prática, estimulando o interesse dos alunos e desenvolvendo habilidades essenciais. A parceria entre o núcleo de Física da Residência Pedagógica e a “II Semana Acadêmica de Física” e “II Expofísica da UFNT-2023” também se demonstrou exitosa, tendo em vista a participação no evento com a premiação, que buscou valorizar o esforço das equipes.

Como graduanda em Física e futura professora, a Residência Pedagógica (RP) representou uma oportunidade única de integrar o conhecimento teórico adquirido na universidade com a prática docente em ambientes escolares. Essa vivência é essencial para a construção de uma formação sólida e crítica, preparando-me para os desafios da educação contemporânea.

A RP proporcionou um espaço de encontro entre a teoria e a prática. Participar de atividades como a competição de carrinhos movidos a energia elástica me permitiu, orientar os alunos na construção e teste dos carrinhos, pude ver na prática como conceitos de física, como

energia, força e movimento, se aplicam no dia a dia. Essa vivência concretiza o aprendizado teórico e facilita a compreensão dos alunos.

Além disso, a experiência de planejar e executar atividades práticas reforçou minhas habilidades de organização, planejamento de aulas e gestão de tempo, fundamentais para a prática docente. A abordagem da RP e a metodologia *maker* promovem um ambiente de aprendizagem ativa. Durante a competição, percebi como essa metodologia estimula o pensamento crítico, ao incentivar os alunos a levantarem hipóteses e testá-las, fui capaz de promover um ambiente em que o pensamento crítico é cultivado. Essa experiência me ensinou a importância de criar atividades que estimulem a curiosidade e a investigação científica.

Outro aspecto importante foi a resolução de problemas, os alunos enfrentaram desafios práticos ao construir seus carrinhos, o que lhes permitiu desenvolver habilidades de resolução de problemas. Para mim, isso reforçou a ideia de que o aprendizado é mais eficaz quando os estudantes estão envolvidos ativamente em seu processo de descoberta. A RP também me proporcionou a oportunidade de trabalhar em colaboração com outros residentes e alunos. Essa experiência foi valiosa para o desenvolvimento de habilidades interpessoais pois, ao trabalhar em equipe aprendi a importância da comunicação eficaz e da colaboração. Essas habilidades são essenciais para a construção de um ambiente de aprendizagem colaborativo na sala de aula.

A Residência Pedagógica, juntamente com a experiência da competição de carrinhos, desempenhou um papel fundamental na minha formação como graduanda em Física. Essa vivência não apenas enriqueceu meu conhecimento sobre a aplicação prática dos conceitos físicos, mas também fortaleceu minhas habilidades pedagógicas e interpessoais. Essas experiências são cruciais para moldar meu perfil como futura educadora, preparando-me para enfrentar os desafios da sala de aula com confiança e criatividade. Assim, a RP não é apenas uma etapa na minha formação, mas uma base sólida para a construção de uma carreira significativa e impactante na educação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve por objetivo apresentar uma das experiências vividas no Programa de Residência Pedagógica (RP), no subprojeto de Física da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), e realizar uma breve discussão de como a Cultura *Maker* contribui para o processo de ensino e aprendizagem do conceito de Energia Elástica.

O conteúdo de energia elástica pode ser explorado sob a perspectiva da cultura *Maker* de forma prática e interativa, incentivando os alunos a se envolverem ativamente na criação, experimentação e modificação de seus próprios projetos. Na cultura *Maker*, o aprendizado é centrado na prática e na solução de problemas reais, sendo que os estudantes não apenas discutem a teoria, mas a aplicam em contextos reais e tangíveis. Ao trabalhar com energia elástica, os alunos podem construir dispositivos, como carrinhos movidos por elásticos, e experimentar como diferentes variáveis, como o comprimento do elástico, a espessura e a estrutura do sistema, afetam o desempenho do projeto. Eles podem levantar hipóteses, testar suas ideias, analisar os resultados e ajustar seus projetos conforme necessário. Esse processo de prototipagem e iteração oferece uma compreensão mais profunda da energia elástica, pois permite que os estudantes explorem como a energia potencial armazenada em um elástico é convertida em movimento e como essa conversão pode ser otimizada em diferentes condições. Ao incorporar a cultura *Maker*, o ensino de energia elástica deixa de ser apenas uma abstração teórica e se torna uma experiência prática, estimulando a criatividade, a resolução de problemas e o pensamento crítico.

A experiência do Programa de Residência Pedagógica (PRP) na competição de carrinhos revelou-se extremamente significativa, sublinhando a importância da Educação *Maker* como uma abordagem inovadora e eficaz para o ensino de ciências. Essa metodologia se destaca por integrar teoria e prática de maneira harmoniosa, o que não apenas desperta o interesse dos alunos, mas também promove o desenvolvimento de habilidades essenciais para o futuro.

A parceria entre o núcleo de Física da Residência Pedagógica e a “II Semana Acadêmica de Física e II Expofísica da UFNT-2023” foi um sucesso, refletido na participação ativa no evento e nos prêmios intelectuais conquistados. Essas conquistas não apenas ilustram o sucesso dessa abordagem educacional, mas também reconhecem o esforço e a dedicação dos alunos e o destaque da participação feminina, além de reforçar a importância da colaboração em equipe, um elemento crucial para o êxito em qualquer trajetória profissional.

A experiência adquirida através da Residência Pedagógica não apenas proporcionou aprendizado imediato, mas também se traduziu em um legado de práticas que levaremos para nossas futuras atividades educativas. A Educação *Maker*, em particular, revelou-se uma ferramenta valiosa, que será utilizada por mim continuamente em abordagens pedagógicas. Dessa forma, o evento exemplifica como atividades práticas, desafiadoras e interativas podem transformar o processo de aprendizagem, tornando-o mais significativo e conectado à realidade dos alunos, preparando-os para os desafios do futuro.

Os princípios norteadores do trabalho perpassaram pela valorização da aprendizagem prática, a aplicação de conhecimentos teóricos em contextos reais, a busca incessante por novos saberes e o estímulo à criatividade dos alunos. Esses elementos não são apenas fundamentais para a formação acadêmica, mas também essenciais para preparar os alunos para os desafios do mundo contemporâneo. Ao cultivar um ambiente de aprendizado dinâmico e colaborativo, acreditamos que contribuiremos para a formação de cidadãos mais engajados e preparados para as demandas futuras.

REFERÊNCIAS

ABREU, G. (2017). **Mulheres na Ciência: Uma História de Invisibilidade**. Revista Brasileira de Ensino de Física, 39(2), 123-136.

AFONSO, Rosana. **Pesquisa-ação e práticas pedagógicas: uma aproximação metodológica**. São Paulo: Loyola, 2010.

ARAUJO, Amilson. **Cultura maker e robótica educacional no ensino de física: desenvolvendo de um semáforo automatizado no ensino médio**. 2020. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). 86p. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7560>. Acesso em: 29 out. 2022.

BEZERRA, Francisco Diego Vidal. **ABORDAGEM DA CULTURA MAKER NO PROCESSO DE ENSINO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**. Conexões - Ciência e Tecnologia, [S.l.], v. 17, p. e022006, feb. 2023. ISSN 2176-0144. Disponível em: <<http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/2356>>. Acesso em: 19 out. 2024. doi:<https://doi.org/10.21439/conexoes.v17i0.2356>.

COTTA, Alexandre. **Oscilador amortecido forçado**. Notas de aula: Física. Universidade de São Paulo (USP). 2021. Disponível: https://dfi.ufla.br/alexandrecotta/wp-content/uploads/NotaAula_07-OsciladorAmortecidoForcado.pdf. Acesso em: 25-out-2024.

CRISÓSTOMO GONÇALVES, Diângelo. **O Ensino de Física: um olhar para a educação Maker**. Diângelo Crisóstomo Gonçalves; orientador Cláudio Roberto Machado Benite. -- Anapólis, 2021. 256 p. Disponível: <https://www.btdt.ueg.br/bitstream/tede>. Acesso em: 08-set-2024.

DELORES, J. Educação um tesouro a descobrir. **Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI**. CORTEZ. UNESCO. MEC Ministério da Educação e do Desporto. Impresso no Brasil - janeiro de 1998. Disponível: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000009.pdf>. Acesso em: 08-set-2024.

FERNANDES, Gabriel. **Movimento harmônico simples: Entendendo o MHS**. Blog (Meu Guru) – p. 19. 2023. Disponível em: <https://www.meuguru.com/blog/movimento-harmonico-simples-entendendo-o-mhs/>. 08-set-2024.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. 35 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007. (Coleção Leitura). Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=2724603&forceview=1>. Acesso em: 08-set-2024.

FERREIRA, J. R. & COSTA, L. F. (2021). *Mentorias como Ferramenta de Inclusão para Mulheres na Ciência*. Revista Brasileira de Educação Científica, 18(1), 67-82.

GÓES, Roberto. **Pesquisa-ação: fundamentos, práticas e desafios**. Rio de Janeiro: Vozes, 2007.

GODOI, G. H. **O Ensino de Física na Perspectiva da Base Nacional Comum Curricular**. Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal Goiano – IFGoiano Campus Morrinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática. 2018. Disponível: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix>. Acesso em: 08-set-2024.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 8ª ed. - Rio de Janeiro: Record, 2004. Disponível em: <https://www.unirio.br/cchs/ess/Members/lobelia.faceira/ensino/programa-de-pos-graduacao-em-memoria-social/seminario-de-pesquisa-doutorado-memoria-social/textos/goldenberg-a-arte-de-pesquisar/view>. Acesso em: 08-set-2024.

GONÇALVES, Diângelo Crisóstomo. **O ensino de física: um olhar para a educação maker**. 2021. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu - Nível Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás. Disponível em: <https://www.bdt.d.ueg.br/handle/tede/799>. 19 out. 2024.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., & WALKER, J. (2011). **Fundamentos de Física** (10. ed.). LTC.

HOLANDA, L. M.; SOUZA, H. T. C. M.; BELO, V. **Análise do movimento de projéteis na presença de forças dissipativas para o regime de altas velocidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 45, e20230060 (2023) Produtos e Materiais Didáticos. www.scielo.br/rbef DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0060>. Disponível: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 25-out-2024.

MALLMANN, E. M. Pesquisa-ação educacional: preocupação temática, análise e interpretação crítico-reflexiva. **Cadernos de Pesquisa** v. 45 n. 155 pp. 76-98 jan./mar. 2015. Disponível: www.scielo.br. Acesso em: 08-jun-2024.

MARTINEZ, Sylvia L.; STAGER, Gary. *Invent to learn: making, tinkering, and engineering in the classroom*. Santa Barbara: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

MOURA, Éliton Meireles de. **Formação docente e educação maker: o desafio do desenvolvimento das competências**. 2019. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi:10.11606/T.48.2020.tde-03032020-171456. Acesso em: 10 de out. 2024.

PAULA, Bruna Braga de; MARTINS, Camila Bertini; OLIVEIRA, Tiago de. **Análise da crescente influência da cultura maker na educação: revisão sistemática da literatura no Brasil**. Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 7, p. e134921-e134921, 2021. Acesso em: 10 de out. 2024.

PEREIRA DE ALMEIDA, Ageu; ALEXANDRIA DE BARROS, Antonio Eduardo; LELIS DE SOUSA, Regina; CUPERTINO GOMES, Érica. ENSINO DE ENERGIA MECÂNICA NUM SISTEMA MASSA-MOLA SOB UM OLHAR INVESTIGATIVO. **e-Boletim da Física**, [S. l.], v. 9, n. 2, 2020. DOI: 10.26512/ebfis.v9i2.30977. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/e-bfis/article/view/30977>. Acesso em: 01 dez. 2024.

RESNICK, M. **Jardim de infância para a vida toda**: por uma aprendizagem criativa, mão na massa é relevante para todos. Leo Burd. Porto Alegre: Penso, 2020.

RESNICK, M. **Jardim de infância ao longo da vida**: cultivando a criatividade por meio de projetos, paixão, colegas e brincadeiras. Cambridge, MA: MIT Press, 2017.

RIBEIRO, Jorge M. S.; LIMA, Luis F. **Mecânica dos Materiais**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

RIBEIRO Neto, J., MAIA, L. E. de O., VASCONCELOS, F. H. L., Menezes, D. B., & Abreu, F. G. da S. (2023). **Da criatividade à inovação**: o movimento da educação maker na educação básica. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, 16(12), 29716–29746. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.12-042>. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/3492>. Acesso em: 10 de out. 2024.

RODRIGUES, L. D. P. (2022). **Lutando por Equidade: O Papel das Mulheres na Ciência**. Educação e Sociedade, 23(2), 95-110.

SERWAY, R. A., & JEWETT, J. W. (2013). **Fundamentos da Física** (9. ed.). Cengage Learning.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23^a edição. São Paulo: Cortez, 2014.

SILVA, A. P. C. R. da (2019). **Representatividade e Inclusão na Física: A Voz das Mulheres**. Anais do Congresso Brasileiro de Física, 22, 45-58.

SILVA, José Lucas Farias. **A inclusão da cultura maker no ensino médio como ferramenta didática, 2024**. Trabalho Final de Curso de Pós-Graduação Latu Sensu Docência Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Alagoas, em parceria com a Universidade Aberta do Brasil, campus Maceió. Disponível em: <https://repositorio.ifal.edu.br/items/c81089da-6698-4edc-a3a5-c2ab33b2802e>. Acesso em: 28 de out. 2024.

SOUZA, Laís dos Santos. A cultura *maker* na educação: perspectivas para o ensino e a aprendizagem de matemática. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Valparaíso de Goiás. 68p. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/820>. Acesso em: 28 de out. 2024.

SOUZA, M. L. F. de (2020). **Desafios da Mulher na Física: Barreiras e Oportunidades**. Educação em Física e Ciências, 11(3), 200-215.

TOCANTINS, Universidade Federal do Norte do Tocantins. Edital n° 01/2023 – **1ª Corrida de carrinhos movidos a energia elástica** - “II Semana acadêmica de física e II Expofísica da UFNT”. 2023. <<https://sites.google.com/view/expofisica-ufnt-2023/1%C2%AA-corrída-de-carrinhos?authuser=0>> Acesso em: 29 de set. 2024.

THOMAS, J. W. A Review of Research on Project-Based Learning. The Autodesk Foundation, p. 1–45, 2000. Disponível em: http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf. Acesso em: 28 de out. 2024.

TAYLOR, John R. **Mecânica clássica [recurso eletrônico]** / John R. Taylor; tradução: Waldir Leite Roque ; [revisão técnica: Waldir Leite Roque]. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2013.