

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE ENSINO DA
EDUCAÇÃO BÁSICA

CULTURA MAKER E ENSINO DE FÍSICA

POTENCIALIZANDO A APRENDIZAGEM DA FÍSICA EM UMA
ESCOLA DE TEMPO INTEGRAL EM SÃO LUÍS



FÁBIO GIOVANNI CARVALHO SANTOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE ENSINO DA EDUCAÇÃO
BÁSICA

FÁBIO GIOVANNI CARVALHO SANTOS

CULTURA *MAKER* E ENSINO DE FÍSICA: potencializando a aprendizagem da
Física em uma escola de tempo integral em São Luís

São Luís

2024

FÁBIO GIOVANNI CARVALHO SANTOS

CULTURA *MAKER* E ENSINO DE FÍSICA: potencializando a aprendizagem da
Física em uma escola de tempo integral em São Luís

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB), da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), como requisito obrigatório à conclusão do Mestrado Profissional em Gestão de Ensino da Educação Básica.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Luna Neres

São Luís

2024

Composição da capa: feita pelo autor

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos
pelo(a) autor(a).

Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

SANTOS, FÁBIO GIOVANNI CARVALHO.

Cultura maker e ensino de física: potencializando a
aprendizagem da Física em uma escola de tempo integral em
São Luís / FÁBIO GIOVANNI CARVALHO SANTOS. - 2024.
164 f.

Orientador(a): RAIMUNDO LUNA NERES.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Gestão de Ensino da Educação Básica/ccso, Universidade
Federal do Maranhão, SÃO LUÍS, 2023.

1. Aprendizagem. 2. Cultura Maker. 3. Ensino de
Física. I. NERES, RAIMUNDO LUNA. II. Título.

CULTURA MAKER E ENSINO DE FÍSICA: potencializando a aprendizagem da Física em uma escola de tempo integral em São Luís

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB), da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), como requisito obrigatório à conclusão do Mestrado Profissional em Gestão de Ensino da Educação Básica.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Luna Neres.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Raimundo Luna Neres (Orientador)
Doutor em Educação/UNESP/SP
Professor do PPGEEB/UFMA

Prof^a. Dr^a Cenidalva Miranda de Sousa Teixeira (1^a Examinadora)
Doutora em Engenharia Elétrica/UFMA/MA
Profa. do PPGEEB/UFMA

Prof. Dr. Sérgio Nolêto Turibus (Membro Externo)
Doutor em Engenharia Nuclear na área Física Aplicada/UFRJ/RJ.
Prof. do RENOEM/PROFMAT/UEMA

AGRADECIMENTOS

A Jeová Deus, fonte suprema de amor, sabedoria e esperança, por ser meu guia e sustento em todos os momentos desta jornada.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB), pelo compromisso e dedicação na condução do Mestrado Profissional, proporcionando um ambiente propício ao desenvolvimento acadêmico.

Ao Vice-Governador Felipe Costa Camarão, enquanto Secretário de Educação, por viabilizar o convênio que possibilitou a realização deste curso de mestrado, demonstrando comprometimento com a educação e o desenvolvimento do nosso estado.

Ao Professor Dr. Antônio Assis, pela liderança, esforço e boa vontade na gestão dos trabalhos pertinentes ao programa.

À Professora Dr^a Cenidalva Miranda, pela orientação perita e cujas ideias e sugestões foram elementos vitais para o prosseguimento na elaboração deste trabalho.

Ao meu orientador, Professor Dr. Raimundo Luna Neres, cuja paciência e orientação precisas foram fundamentais para a realização deste trabalho, tornando esta jornada mais enriquecedora e significativa.

Ao Professor Luís Fernando, pela contribuição e parceria na ajuda durante a intervenção, cujo apoio foi essencial para o desenvolvimento e sucesso desta pesquisa;

À Rosivalda Pereira, pelas valiosas dicas e contribuições que auxiliaram no aprimoramento desta pesquisa.

À minha mãe, Ruth Rosário de Carvalho, pelo amor dedicado a mim, sendo sempre um alicerce em minha vida;

À gestora do Centro Educa Mais João Francisco Lisboa, Regina Silva Pereira, pelo companheirismo e apoio durante a realização deste estudo, contribuindo para o sucesso das atividades desenvolvidas.

À minha esposa Meg, grande incentivadora e companheira incondicional, cuja presença e encorajamento foram essenciais para que eu pudesse cumprir todos os meus compromissos.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho, expresso aqui minha profunda gratidão.

“Ensinar não é transferir conhecimento,
mas criar as possibilidades para a sua
própria produção ou a sua construção.”

Paulo Freire

RESUMO

Esta dissertação aborda o conceito e os princípios da Cultura Maker e sua aplicação no ensino de Física, no contexto de metodologias ativas e contemporâneas. O objetivo principal é investigar como a integração das premissas da Cultura Maker pode potencializar a aprendizagem de Física no Ensino Médio, particularmente em uma escola pública de tempo integral em São Luís, Maranhão. O estudo foi conduzido no Centro Educa Mais João Francisco Lisboa, selecionado por suas características que favorecem atividades práticas e interdisciplinares, permitindo flexibilidade no uso do tempo e diversificação das estratégias de ensino. Buscou-se entender fatores que interferem em uma aprendizagem eficiente da Física. Revisou-se a literatura que trata sobre a Cultura Maker na educação. Uma intervenção pedagógica foi realizada a partir da teoria do Construcionismo de Papert (1994) e tendo como referência Pereira (2019). As atividades envolveram a construção de maquetes para facilitar a compreensão de fenômenos físicos, em conjunto com a abordagem maker. A pesquisa também se apoia nos referenciais teóricos de Freire (1987) e Dewey (1959), que defendem a participação ativa do aluno, o diálogo e a experiência prática como centrais no processo de aprendizagem. De natureza qualitativa e intervencionista, a pesquisa teve como sujeitos estudantes da 1ª série do ensino médio. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários pré e pós-atividades, entrevistas orais e observação não participante. A análise dos dados seguiu a Análise de Conteúdo de Bardin (2011), permitindo identificar as percepções dos alunos sobre as atividades maker e seu impacto na aprendizagem. A triangulação dos dados segundo Yin (2025) garantiu maior validade e confiabilidade aos resultados. Os resultados indicam que as atividades maker estimularam o protagonismo dos estudantes, melhoraram a compreensão dos conceitos de Física e desenvolveram competências socioemocionais como criatividade, colaboração e autonomia. Observou-se um impacto positivo na autoconfiança dos alunos ao lidarem com situações-problema em contextos práticos e no engajamento nas aulas de Física. Como produto final, foi elaborado um e-book com sugestões de atividades maker para o ensino de Física, alinhadas às competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Este material oferece orientações práticas para professores interessados em aplicar as premissas da Cultura Maker, promovendo uma aprendizagem eficaz e alinhada às demandas contemporâneas da educação.

Palavras-chave: Cultura Maker. Ensino de Física. Aprendizagem. Competências. Habilidades.

ABSTRACT

This dissertation addresses the concept and principles of Maker Culture and its application in the teaching of Physics within the context of active and contemporary methodologies. The main objective is to investigate how the integration of Maker Culture premises can enhance Physics learning in high school, particularly in a full-time public school in São Luís, Maranhão. The study was conducted at Centro Educa Mais João Francisco Lisboa, selected for its characteristics that favor practical and interdisciplinary activities, allowing flexibility in time management and diversification of teaching strategies. The aim was to understand factors that interfere with efficient learning of Physics. Revised the literature that deals with Maker Culture in education. A pedagogical intervention was carried out based on Papert's Constructionism theory (1994) and referencing Pereira (2019). The activities involved the construction of models to facilitate the understanding of physical phenomena, alongside the maker approach. The research also relies on the theoretical frameworks of Freire (1987) and Dewey (1959), who advocate active student participation, dialogue, and practical experience as central to the learning process. Qualitative and interventionist in nature, the research involved students from the 1st year of high school. Data collection was conducted through pre- and post-activity questionnaires, oral interviews, and non-participant observation. Data analysis followed Bardin's Content Analysis (2011), allowing the identification of students' perceptions of maker activities and their impact on learning. The triangulation of data ensured greater validity and reliability of the results. The results indicate that maker activities stimulated student protagonism, improved understanding of Physics concepts, and developed socio-emotional competencies such as creativity, collaboration, and autonomy. A positive impact was observed on students' self-confidence when dealing with problem situations in practical contexts and on engagement in Physics classes. As a final product, an e-book was developed with suggestions for maker activities for teaching Physics, aligned with the competencies and skills of the National Common Curricular Base (BNCC). This material offers practical guidance for teachers interested in applying the premises of Maker Culture, promoting effective learning aligned with contemporary educational demands.

Keywords: Maker Culture; Physics Teaching; Learning; Competencies; Skills.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - O que você acha mais importante para melhorar a qualidade das escolas de Ensino Médio	2828
Gráfico 2 - Distribuição das respostas a três perguntas do questionário sobre a percepção dos alunos em relação ao ensino de Física	71
Gráfico 3 - Respostas a pergunta "Qual é a sua maior dificuldade na disciplina de Física?"	722
Gráfico 4 - Respostas a pergunta Como você gostaria de estudar Física?	733
Gráfico 5 - Respostas a pergunta Quais estratégias ou abordagens poderiam ser utilizadas para melhorar o ensino de física?	74
Gráfico 6 - Variação das respostas dos estudantes pós-atividades.....	88

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fachada do Centro Educa Mais João Francisco Lisboa	64
Figura 2 - Acesso interno do Centro Educa Mais João Francisco Lisboa	65
Figura 3 - Sala de aula do Centro Educa Mais João Francisco Lisboa.....	66
Figura 4 - Estudantes reunidos para conhecer os materiais de trabalho após a apresentação dos videos tutoriais	81
Figura 5 - Alunos fazem medições e cálculos das peças da ponte enquanto outros alunos ao fundo ficam dispersos	82
Figura 6 - Alunos colam peça por peça da ponte	82
Figura 7 - Alunos cortam os palitos para confeccionar a ponte	83
Figura 8 - Trabalho em equipe para avaliar a estrutura da ponte	83
Figura 9 - Aprender fazendo ao construir a ponte usando um gabarito	84
Figura 10 - Alunos usam ferramenta para cortar papelão da maquete da braquistócrona. Televisor usado para exibir video tutorial	85
Figura 11 - Aluna usando uma serra tico tico para cortar molde da braquistócrona. Ao fundo vemos um modelo em folha de compensado.	85
Figura 12 - Estudantes discutem detalhes para finalizar seu projeto da braquistócrona	86
Figura 13 - Aluna exhibe com satisfação a base de sua maquete.....	86
Figura 14 - Alunos exibem a capacidade da ponte de palitos que eles construíram durante exibição no pátio da escola	87
Figura 15 - Nuvem de palavras com termos relacionadas aos aspectos de aprendizagem	95
Figura 16 - Triangulação dos dados da pesquisa e fontes secundárias	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Manifesto Maker e seus princípios	23
Quadro 2 - Organização Curricular na BNCC para o componente curricular Física .	38
Quadro 3 - Competências específicas de CNT para o ensino médio	40
Quadro 4 - Habilidades relativas a Competência 1 da BNCC para CNT	41
Quadro 5 - Relação entre as habilidades previstas para o ensino de Física segunda a BNCC e as premissas na Educação Maker.....	477
Quadro 6 - Critérios de inclusão e exclusão da pesquisa de teses e dissertações sobre cultura maker e aprendizagem	4949
Quadro 7 - Quadro da Revisão Bibliográfica	500
Quadro 8 - Etapas da pesquisa de intervenção pedagógica	59
Quadro 9 - Cronograma das atividades realizadas	78
Quadro 10 - Quadro com termos e palavras-chave identificados na entrevista com os estudantes de acordo com sua ocorrência	922
Quadro 11 - Categorias temáticas e descrição a partir da fala dos estudantes	977

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Corpo docente do Centro Educa Mais João Francisco Lisboa	666
Tabela 2 - Faixa etária dos alunos participantes da pesquisa	688

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNCC – Base Nacional Comum Curricular
BDTD – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
CM – Cultura Maker
BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CNT – Ciências da Natureza e suas Tecnologias
LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais
MEC – Ministério da Educação e Cultura
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PISA - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes)
PPGEEB – Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica
PUC/SP – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
RL – Revisão de Literatura
SEDUC – Secretaria de Educação do Governo do Estado do Maranhão
UFMA – Universidade Federal do Maranhão
UNIFESP – Universidade Federal de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	144
2 CULTURA MAKER NA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA RELAÇÃO COM A APRENDIZAGEM DE FÍSICA	211
2.1 Cultura maker e a prática educativa	26
2.2 Aprendizagem da física e a cultura maker: fundamentação na BNCC.....	35
2.3 Revisão de literatura de teses e dissertações acerca da cultura maker e educação maker aplicada ao ensino médio no período de 2018 a 2023	4848
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	57
3.1 Caracterização dos aspectos metodológicos da pesquisa.....	57
3.2 Percorso metodológico.....	60
3.3 O local da pesquisa	64
3.4 Os participantes da pesquisa	67
4 ANÁLISES E DISCUSSÃO	69
4.1 Diagnóstico do questionário pré-atividades	69
4.2 A intervenção pedagógica	766
4.3 Registo das observações	80
4.4 Análise do questionário pós-atividades e entrevistas	8787
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
REFERÊNCIAS	109
APÊNDICES	1166

1 INTRODUÇÃO

A cultura maker tem se tornado um fenômeno cada vez mais presente na sociedade contemporânea, abrangendo áreas tão diversas quanto tecnologia, design, engenharia, arte e educação. Ela é reconhecida por valorizar o princípio do "faça você mesmo" ou "mão na massa", com ênfase no conhecimento prático e na experimentação. O principal objetivo é fomentar a criatividade, a inovação e a resolução de problemas de maneira colaborativa e acessível. Conforme aponta Chris Anderson, o movimento maker tem o potencial de ser transformador a ponto de, no futuro, qualquer pessoa, com o conhecimento técnico necessário e as ferramentas adequadas, conseguir produzir seus próprios produtos (Anderson, 2013). Portanto, essa abordagem tem se mostrado uma forma eficaz de empoderar indivíduos e comunidades, oferecendo-lhes a oportunidade de criar soluções para suas próprias necessidades e problemas (Gavassa, 2020).

Sob esta ótica, pode-se considerar a cultura maker um movimento democrático, isto porque, ao valorizar a criatividade, a experimentação e a inovação, ela incentiva o acesso e o uso de tecnologias e ferramentas de produção de forma acessível e inclusiva. Além disso, valoriza a colaboração e o compartilhamento de conhecimentos e experiências, promovendo a participação ativa de indivíduos e comunidades na criação de soluções para seus próprios problemas e necessidades.

A cultura maker tem chamado a atenção de um número crescente de pesquisadores e profissionais no campo da educação, na medida que estes procuram entender como tal movimento pode ser aplicado a serviço da aprendizagem, considerando seus potenciais benefícios para o desenvolvimento de competências essenciais, como a criatividade e a inovação. Diversos estudos indicam que o tema está sendo amplamente explorado no contexto educacional, sobretudo por seu caráter prático e colaborativo, que integra o conhecimento teórico com a experimentação (Ferreira, 2020; Gonçalves, 2021).

Podem ser apontadas algumas razões para tal interesse: o estímulo ao desenvolvimento de habilidades e competências, tais como a criatividade, a resolução de problemas, a colaboração e o pensamento crítico, que são competências fundamentais no século XXI. Além disso, a cultura maker promove uma abordagem mais prática e significativa para a aprendizagem, proporcionando aos estudantes um

envolvimento mais ativo no processo de construção do conhecimento (GAVASSA, 2020). Dessa forma, ela contribui para a democratização do acesso à tecnologia e à educação, permitindo que mais alunos tenham contato com recursos que fomentam a inovação (Azevedo, 2019). Por fim, a cultura maker promove valores importantes para a formação cidadã, como a responsabilidade social, o respeito ao meio ambiente e a colaboração em projetos coletivos (Freitas; Maciel, 2018).

Na educação, tal cultura ancora-se especialmente na teoria do construcionismo, desenvolvida por Seymour Papert. Ele defendia a ideia de que as pessoas aprendem melhor quando têm a oportunidade de explorar e construir seu próprio conhecimento, em vez de apenas receber informações passivamente. “A característica central do construcionismo é que ele vai além do que geralmente é chamado de "o cognitivo" para incluir aspectos sociais e afetivos da educação em matemática e ciências" (Papert, 1986, p. 12).

Portanto, o construcionismo reconhece que a aprendizagem não acontece apenas na mente individual, mas também é influenciada pelo ambiente social e emocional em que ocorre. Por exemplo, a interação com os colegas e o professor, bem como as emoções e motivações pessoais, também desempenham um papel importante na aprendizagem. Ao incluir esses aspectos na abordagem de ensino, o construcionismo pode tornar a aprendizagem mais significativa, engajadora e relevante para os alunos.

O construcionismo vai além (enquanto inclui) a ideia de "mão na massa". Por exemplo, as crianças que constroem um veículo de Lego ou uma obra de arte na tela do computador têm as mãos no trabalho, mas o fato de as crianças estarem trabalhando para criar algo, e especialmente o fato de estarem criando algo em que acreditam, adiciona dimensões extras (Papert, 1986, p. 13).

A afirmação de Papert se refere ao fato de que o construcionismo não se limita apenas a atividades práticas ou "mão na massa", mas também inclui a ideia de que os alunos estão construindo algo com um propósito ou objetivo em mente. Assim, quando as crianças constroem um veículo de Lego ou criam uma obra de arte em um computador, elas estão trabalhando para criar algo que elas mesmas acreditam e que tem significado para elas. Isso adiciona uma dimensão extra ao processo de aprendizagem, pois as crianças se tornam mais engajadas e motivadas em seu trabalho quando estão trabalhando em algo que realmente importa para elas. Essa abordagem pode ajudar os alunos a desenvolver uma compreensão mais profunda e

significativa do assunto, e a tornar a aprendizagem mais relevante para suas próprias vidas.

Desse modo, de acordo com essas referências, a construção do conhecimento é baseada na realização de uma ação concreta que resulta em um produto palpável, desenvolvido pelo uso de tecnologias, que seja de interesse de quem o produz. Assim sendo,

[...] o uso da cultura maker potencializa a prática na qual o educando é protagonista do processo de construção de seus saberes, utilizando-se de temas de seu interesse e satisfação, permitindo também a valorização de sua experiência e a oportunidade de aprendizagem significativa a partir de seus erros e acertos dentro do processo de aquisição do conhecimento, mesmo ela não sendo pensada para escolas, sua utilização nesse espaço contribui de forma significativa e eficaz para o desenvolvimento de nossos educandos (Rodrigues; Palhano; Vieceli, 2021, sem paginação).

Essa análise apresenta uma visão positiva sobre o uso da cultura maker na educação, destacando sua capacidade de colocar o aluno como protagonista do seu próprio processo de aprendizagem. Além disso, a valorização da experiência e dos interesses do aluno é apontada como uma vantagem dessa abordagem, assim como a oportunidade de aprendizagem significativa a partir de erros e acertos. Ainda que a cultura maker não tenha sido pensada especificamente para o ambiente escolar, essa visão argumenta que ela pode ser utilizada com sucesso na escola, contribuindo de maneira significativa para o desenvolvimento dos alunos. No entanto, é importante lembrar que uma possível implementação da cultura maker na educação requer sobretudo planejamento e formação adequada dos professores, para que sejam capazes de orientar e apoiar os alunos no processo de construção de seus saberes.

Trabalhos como Gleiser (2000); Rosa e Rosa (2005); Ricardo e Freire (2007); e Moreira (2018) revelam que infelizmente, na maioria das escolas, prevalece um modelo de ensino tradicional baseado em aulas expositivas e resolução de exercícios, sem explorar a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento. Pensando em uma educação voltada para o século XXI, esse modelo de ensino não favorece a aprendizagem. Em geral, os alunos não desenvolvem interesse em aprender Física. Ao contrário do esperado para uma aprendizagem significativa, acabam desenvolvendo aversão a ela, a ponto de dizerem que a "odeiam" (Moreira, 2018)

Assim, torna-se interessante buscar estratégias pedagógicas que possam tornar o processo de ensino e aprendizagem mais atrativos e significativos para os alunos.

Nesse sentido, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) destaca

a importância do ensino da Física para o desenvolvimento da compreensão dos fenômenos naturais, tecnológicos e sociais, bem como para a formação de cidadãos críticos e participativos na sociedade. Ademais, a lei prevê ainda que o ensino de Física deve ser ministrado com base na experimentação e na contextualização dos conteúdos, de forma a estimular a curiosidade e o interesse dos estudantes. Mais recentemente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê que o ensino de Física deve ser organizado de forma a promover a integração dos conhecimentos teóricos e práticos, utilizando metodologias ativas que estimulem a curiosidade e o protagonismo dos estudantes na construção do conhecimento (Brasil, 2018).

Tal abordagem pedagógica busca promover a aprendizagem eficaz, em que o aluno é o centro do processo educativo e se torna responsável por sua própria aprendizagem, desenvolvendo habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração.

No entanto, em confronto as orientações da LDB e da BNCC, pesquisadores, a exemplo de Gadotti (2016), Frigotto (2011), têm qualificado a situação do ensino no Brasil como complexa e desafiadora, marcada por desigualdades socioeconômicas, carências estruturais e falta de investimento adequado em educação.

Como constatação dessa realidade, na avaliação do Pisa (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) de 2022, cujos os resultados¹ foram divulgados em dezembro de 2023, os estudantes brasileiros apresentaram desempenho abaixo da média da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em Leitura, Matemática e Ciências. Apenas uma pequena parcela, 2%, atingiu os níveis mais elevados de proficiência (Nível 5 ou 6) em pelo menos uma das áreas avaliadas, enquanto 43% dos alunos obtiveram pontuação abaixo do nível mínimo de proficiência (Nível 2) em todas as três áreas avaliadas - resultado abaixo da média da OCDE, que foi de 16% e 13%, respectivamente. Além disso, em Ciências, nenhum estudante obteve a pontuação mais alta de proficiência, e mais da metade, 55%, não atingiu o nível básico.

Estes dados, de fato, causam apreensão quanto ao futuro da educação. De acordo com Blikstein (2013), a educação precisa se adaptar às mudanças trazidas pela revolução tecnológica do século XXI, um fenômeno global caracterizado pela

¹ Os resultados do PISA de 2022 podem ser pesquisados a partir da página do gov.br.

rápida evolução e convergência de várias tecnologias, como a Internet, a computação em nuvem, a inteligência artificial, a internet das coisas² (IoT), a robótica e a realidade aumentada e virtual, e incorporar novas metodologias de ensino que valorizem a criatividade, a colaboração e a resolução de problemas práticos. Sob esta ótica, a educação precisa se reinventar para acompanhar as transformações do mundo atual e atender às necessidades dos estudantes e da sociedade como um todo.

Moran (2005) aponta para a necessidade de se investir em tecnologias educacionais e metodologias de ensino inovadoras, visando tornar o aprendizado mais interessante e motivador para os estudantes. Além disso, é mister destacar a importância de uma educação voltada para o desenvolvimento integral dos estudantes, incluindo o desenvolvimento de habilidades socioemocionais e a formação de cidadãos críticos e reflexivos. Abed (2016), considera que essas habilidades são fundamentais para que os alunos possam compreender e atuar de forma consciente na sociedade em que vivem, tornando-se agentes de mudança social.

Neste ponto, refletindo sobre os marcos legais da educação brasileira e sobre minha própria experiência em educação como professor, apoiada na percepção de diversos educadores, vejo nas premissas da Cultura Maker um potencial vetor para uma aprendizagem significativa da Física. Entendendo premissa como afirmações básicas ou proposições iniciais que sustentam um argumento ou raciocínio lógico. Ao longo da dissertação falaremos diversas vezes sobre este ponto.

Sendo assim, o presente estudo deseja responder: Quais elementos influenciam aprendizagem da Física? Quais teorias justificam uma possível influência da cultura maker na prática de ensino, particularmente o de Física? Como os princípios da cultura maker estão alinhadas com as competências e habilidades esperadas para o ensino de Física, segundo a BNCC? De que maneira a pesquisa contribuirá para o desenvolvimento de um produto educacional (APÊNDICE F), que vise contribuir para a atividade do docente de física no ensino médio?

Com isso em mente, elegeu-se como problema de nossa pesquisa: como potencializar o ensino de Física usando princípios da cultura maker em uma escola de

² A Internet das Coisas (IoT - Internet of Things) é uma tecnologia que permite a conexão e comunicação entre objetos físicos (como eletrodomésticos, sensores, equipamentos de segurança, entre outros) por meio da internet, sem a necessidade de interação humana direta. Essa tecnologia possibilita que esses objetos sejam controlados e gerenciados remotamente, além de permitir a coleta e análise de dados em tempo real.

tempo integral em São Luís? Seguindo este pensamento, deseja-se explorar caminhos possíveis para a integração de uma abordagem pedagógica inovadora em um ambiente de ensino-aprendizagem mais criativo e dinâmico.

Teve-se a ideia de buscar formas de engajar os alunos do ensino médio em atividades práticas que permitam a exploração dos conceitos da Física de forma mais concreta e duradoura. Além disso, pretendeu-se explorar o potencial da cultura maker para o desenvolvimento de habilidades e competências importantes para a formação de cidadãos mais preparados e engajados com o mundo contemporâneo.

Reconheceu-se que aprendizagem é um processo pelo qual os indivíduos adquirem conhecimento, habilidades, valores e atitudes por meio da experiência, do estudo e da prática (Tavares, 2004). É na escola, que os professores desempenham um papel fundamental na criação de um ambiente que favoreça uma aprendizagem eficaz aos alunos.

Como abordagem pedagógica, a cultura maker promove valores essenciais para a formação do cidadão do século XXI, como a responsabilidade social e a autonomia no aprendizado. Como base para educação, utilizando seus variados princípios é possível incentivar o estudante a ser o protagonista do seu próprio desenvolvimento intelectual.

Diante deste conjunto de ideias e informações, o objetivo principal desta pesquisa é analisar como a implementação de projetos baseados na cultura maker pode contribuir para a potencialização da aprendizagem de Física em uma escola estadual de tempo integral, desenvolvendo competências socioemocionais e cognitivas por meio de metodologias ativas. Para o alcance desse objetivo geral, definimos como objetivos específicos: (a) investigar o impacto das atividades maker na compreensão dos conceitos de Física entre os estudantes do Ensino Médio, avaliando a relação entre experimentação prática e o aprendizado teórico em um contexto de tempo integral; (b) identificar as competências desenvolvidas pelos alunos durante a execução de projetos maker, como autonomia, criatividade e resolução de problemas, alinhando-as às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e às demandas do século XXI; (c) analisar a percepção dos estudantes sobre o uso de metodologias ativas no ensino de Física, enfocando o grau de engajamento, motivação e colaboração promovidos pela cultura maker, além de suas implicações para a aprendizagem em longo prazo; e (d) elaborar um e-book orientativo de atividades práticas de Física, considerando as especificidades da rede e a legislação

educacional.

A aplicação da pesquisa e demais etapas da intervenção foi realizada numa escola pública de Ensino Médio situada no Centro, zona urbana do município de São Luís. O principal motivo da escolha foi o fato de se ter muitos anos atuado naquela instituição como professor de Física, e conhecer as várias transformações pedagógicas que a mesma tem sofrido ao longo de mais de uma década, além de ter ainda a convicção de que é possível oferecer um ensino amplo e competente.

No segundo capítulo, discute-se o conceito de cultura maker e sua importância no contexto educacional, com foco no ensino de Física. Explora-se como a prática educativa baseada na cultura maker pode estimular o desenvolvimento de habilidades fundamentais, como a criatividade, a colaboração e a resolução de problemas, destacando também a relevância dessa abordagem para o desenvolvimento de competências previstas pela BNCC. Ainda neste capítulo, apresenta-se uma revisão da literatura sobre teses e dissertações relacionadas à cultura maker e à educação maker no Ensino Médio, publicadas entre 2018 e 2023. Esta análise permite traçar um panorama atual das pesquisas acadêmicas que investigam a aplicação da cultura maker no contexto educacional brasileiro, com ênfase nas metodologias ativas e nos desafios de implementação.

No quarto capítulo, se detalha o percurso metodológico adotado na pesquisa, com a caracterização do local da intervenção, os sujeitos envolvidos e os instrumentos de coleta de dados utilizados, como questionários, observações e entrevistas. Também se explica como a intervenção foi estruturada, baseada em atividades maker práticas voltadas para o ensino de conceitos de Física.

No quinto capítulo, apresenta-se a análise dos dados obtidos, discutindo os resultados da intervenção, desde o impacto das atividades maker no aprendizado dos alunos até as percepções dos participantes sobre o uso dessas metodologias. Incluímos depoimentos dos alunos e uma avaliação das competências desenvolvidas ao longo do processo, finalizando com uma reflexão sobre o potencial da cultura maker para transformar o ensino de Física.

A referência do estudo está em Pereira (2019), Thiollent (2012) e a análise de dados será feita à luz de Bardin (2011). Assim, espera-se, por fim, que esta pesquisa desperte novas investigações do ensino de Física, contribuindo para a construção de novos conhecimentos.

2 CULTURA MAKER NA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA RELAÇÃO COM A APRENDIZAGEM DE FÍSICA

A cultura maker é um movimento que surgiu no final da década de 2000 nos Estados Unidos, como uma resposta à crescente democratização das ferramentas e tecnologias de fabricação digital. A palavra cultura tem origem no latim *colere*, que significa cultivar e a palavra *maker*, de origem inglesa, sendo comumente traduzida como criador, autor ou fazedor, então, a expressão "cultura maker" sugere a capacidade dos indivíduos de cultivarem seu próprio desenvolvimento de novos conhecimentos, convertendo-os em ações criadas por eles mesmos. Portanto, em sua essência, a cultura maker, doravante CM, trata da possibilidade de construir projetos, fabricar objetos, exercer criatividade, compartilhar e colaborar com outros.

A CM pressupõe que qualquer indivíduo, independentemente da idade ou de ser um especialista, pode vir a construir, restaurar, transformar e fabricar os mais diversos tipos de objetos e projetos, utilizando materiais de baixo custo e suas próprias mãos (Anderson, 2013).

Embora a ideia de fazer coisas com as “próprias mãos” não seja nova, a CM é distinta por meio de seus princípios, por sua ênfase na fabricação digital e um forte comunidade. A partir do surgimento de ferramentas como impressoras 3D e cortadoras a laser, desenvolveu-se um movimento que se expandiu para incluir uma ampla gama de tecnologias de fabricação digital, como máquinas de controle numérico, robótica e eletrônica. Por essa razão, Raabe *et al*, 2018, comentam que:

O movimento maker sinaliza para uma transformação social, cultural e tecnológica que nos convida a participar como produtores e não apenas consumidores. Ele está mudando a forma como podemos aprender, trabalhar e inovar. É aberto e colaborativo, criativo e inventivo, mão-na-massa e divertido. Nós não temos que nos conformar com a realidade ou aceitar o status quo podemos imaginar um futuro melhor e perceber que somos livres para fazê-lo (Raabe *et al*, 2018, p. 8).

Isto significa que a CM não trata apenas de uma mudança nos tipos de tecnologia disponíveis, mas também de uma mudança na maneira de pensar sobre tecnologia e sobre nós mesmos. O movimento maker busca capacitar indivíduos a se tornarem criadores em vez de apenas consumidores de tecnologia, enfatizando o valor da exploração, experimentação e aprendizagem pela realização. Sendo assim, a CM busca tornar a tecnologia mais democrática, acessível e compreensível, em vez de ser

vista como um objeto mágico e distante que só pode ser manipulado por especialistas. Então, como citado, a CM não apenas promove a inovação tecnológica, mas também a inovação social, econômica e educacional, tornando possível que pessoas de todas as idades, origens e níveis de habilidade possam criar, colaborar e resolver problemas de forma criativa.

No ano de 2005, a CM ganhou maior destaque quando a revista americana *Make Magazine* foi lançada. A publicação foi criada pelo empresário Dale Dougherty e rapidamente se tornou a principal fonte de informações e inspiração para os makers. A revista cobria uma ampla gama de tópicos relacionados à fabricação digital e apresentava projetos que os leitores poderiam construir por conta própria. No entanto, mais tarde seu criador declarou que, “de certa forma, o movimento *maker* é uma afirmação sobre o valor dos objetos físicos e representa novas maneiras de produzi-los e conectá-los em rede ou entre nós” (Dougherty, 2012, p. 17).

Segundo Anderson (2013), a cultura maker é um movimento que tem crescido em todo o mundo, especialmente em resposta à facilidade e acessibilidade das ferramentas digitais e tecnologias de fabricação. Esse movimento é alimentado pela democratização do acesso à informação, permitindo que qualquer pessoa possa aprender novas habilidades e técnicas de forma autônoma.

De acordo com Silveira (2018), a cultura maker é baseada em uma “filosofia de mão na massa”, em que os indivíduos são encorajados a construir coisas, a explorar e a aprender por meio da prática e da experimentação.

Em todas as afirmações percebe-se que o movimento maker, ao defender a criação e a manipulação de objetos físicos, reconhece o valor que estes têm para a vida cotidiana e para a expressão criativa. Além disso, ele busca inovar e transformar os processos de produção desses objetos, por meio de novas tecnologias e abordagens, tendo o potencial de conectar pessoas e comunidades por meio de projetos colaborativos que utilizam tecnologias digitais para compartilhar ideias e recursos.

Bevan (2017) chama a atenção para as origens do movimento, quando afirma que:

O movimento Maker tem uma história social complicada. Sua origem não foi impulsionada por engenheiros e tecnólogos, embora essas áreas tenham abraçado o movimento, mas sim pela união de um conjunto heterogêneo de comunidades organizadas em torno da autoria e da arte manual. Esse coletivo de hackers, inventores, artesãos e designers compartilha uma mentalidade de faça-você-mesmo e a necessidade de um espaço público

para troca, compartilhamento e exibição de suas habilidades e produtos (Bevan, 2017, p. 3).

A partir dessa ideia, esta nova forma de agir, conduziu a uma filosofia adotada pelos makers e ficou expressa no que ficou conhecido como Manifesto Maker, desenvolvido por Mark Hatch em 2014, e é considerado um dos principais documentos que norteiam o movimento.

O manifesto estabelece uma série de princípios que orientam o pensamento e as ações dos makers, como a importância do compartilhamento de conhecimento e da colaboração, a valorização da criatividade e da inovação, a busca pela aprendizagem contínua e a crença na capacidade das pessoas para criar soluções para seus próprios problemas. No quadro 1, na página seguinte, são listados os princípios do Manifesto Maker associados às suas respectivas ações.

Quadro 1 - Manifesto Maker e seus princípios

PRINCÍPIO	AÇÃO
Fazer	É fundamental para nos sentirmos completos. Devemos criar e expressar a nós mesmos para satisfazer nossa necessidade de fazer.
Compartilhar	Compartilhar o que fazemos e o que sabemos sobre fazer é fundamental para alcançar a sensação de completude. Não podemos fazer sem compartilhar.
Dar	Dar algo que fizemos é um ato altruísta e satisfatório, pois colocamos uma parte de nós mesmos naquilo que fazemos.
Aprender	Devemos buscar aprender sempre mais sobre nossa fabricação, seja como aprendiz ou mestre artesão. Isso garante uma vida de fabricação rica e gratificante e nos permite compartilhar.
Equipar	Ter acesso às ferramentas certas para o projeto em questão é essencial. Invista e desenvolva o acesso local às ferramentas necessárias para fazer o que deseja fazer.
Brincar	Ser brincalhão com o que estamos fazendo nos permite descobrir coisas surpreendentes, animadoras e orgulhosas.
Participar	Junte-se ao Movimento Maker e aproxime-se daqueles ao seu redor que estão descobrindo a alegria de fazer. Realize eventos e atividades com outros makers em sua comunidade.
Apoiar	Este é um movimento que requer apoio emocional, intelectual, financeiro, político e institucional. Somos responsáveis por criar um futuro melhor.
Mudar	Aceite a mudança natural que ocorrerá em sua jornada como maker, tornando-se uma versão mais completa de si mesmo ao fazer.

Fonte: A autoria (2024), a partir da livre tradução do *Maker Manifesto* em Hatch (2014)

Os princípios e ações apresentados no quadro 1, apontam para a fundamentação de uma cultura de inovação aberta e colaborativa, onde o conhecimento e as habilidades são compartilhados, e a criação de soluções é feita com ética e responsabilidade. O Manifesto Maker, portanto, não é apenas um conjunto de ideias, mas também um guia prático para a criação de um movimento colaborativo e inovador.

Hatch (2014, p. 11) declarou que o movimento maker é “mais do que fazer coisas. É sobre como podemos ser mais criativos, resolver problemas complexos, melhorar a nossa qualidade de vida e construir um mundo melhor para todos nós.”

O Manifesto Maker tem sido uma referência importante para o movimento maker, que tem ganhado cada vez mais força em todo o mundo. Desde então, a cultura maker se expandiu para incluir o *upcycling* (reutilização criativa de materiais), *hackerspaces* (espaços colaborativos de trabalho para a criação e desenvolvimento de projetos), *Fablabs* (laboratórios de fabricação), eventos de maker, como a *Maker Faire* e o movimento *MakerEd* (educação maker), tais práticas promovem o compartilhamento de conhecimentos e recursos, a resolução de problemas de forma criativa e a autonomia dos indivíduos em relação à produção de objetos e projetos.

A cultura maker também se tornou cada vez mais importante como uma fonte de inovação e empreendedorismo. Muitos makers estão criando novos produtos e empresas usando as tecnologias de fabricação digital e a filosofia de "faça você mesmo". A cultura maker também tem sido elogiada por sua capacidade de promover a aprendizagem prática e o pensamento crítico, especialmente entre jovens estudantes.

Gavassa (2020) identifica por meio do Manifesto, as chamadas premissas do *Maker*, entendendo premissa, como informações essenciais que serviram de base para entendimento do surgimento do conceito *Maker*. Destacam-se, então,

O fazer, compartilhar, aprender, equipar-se, divertir-se, participar, apoiar, mudar (...) do Manifesto *Maker* considerados como premissas do *Maker* no campo da educação são vistas como modificadores de processos tornando a aprendizagem mais relevante. Ao colocar ideias e conceitos em prática, com a mediação dos professores, aproximam as aprendizagens das demandas contemporâneas de domínio cognitivo, intrapessoal e interpessoal (Gavassa, 2020, p. 54).

Não é difícil perceber, portanto, uma relação intrínseca entre os diversos itens do Manifesto com a educação e aprendizagem. Quando se compartilha conhecimento e habilidades com outros makers ou entre outros cenários, está se criando um ambiente de aprendizagem onde todos podem aprender e crescer juntos. Isso pode levar a soluções criativas e inovadoras para problemas comuns da comunidade, como mencionado anteriormente.

Entretanto, a mesma autora destaca que,

O movimento *Maker* de fato nunca teve ligação com a educação formal, mas a facilidade de compartilhamento de ideias e produtos, assim como a

afirmação de que o fazer torna mais fácil o aprender, tem atraído cada vez mais interessados, entre eles educadores, em entendê-lo melhor (Gavassa, 2020, p. 54).

Por essa razão, considera-se importante aprofundar nosso entendimento sobre o que é aprendizagem, antes de podermos confirmar sua relação com a CM e desta com a educação.

A literatura sobre o tema, aponta que a aprendizagem é um processo contínuo que envolve a aquisição, retenção e aplicação de conhecimentos, habilidades e atitudes.

Para Piaget (1978), um dos principais teóricos da psicologia do desenvolvimento, a aprendizagem é um processo de construção de conhecimento que ocorre através da interação do sujeito com o meio ambiente. Segundo Piaget, a aprendizagem implica em uma reorganização do conhecimento prévio do indivíduo, de forma a permitir a assimilação de novas informações e experiências. Ele considera que a aprendizagem envolve a adaptação, em que o indivíduo modifica suas estruturas cognitivas para se adaptar às demandas do ambiente.

Vygotsky (1978), outro importante teórico da psicologia do desenvolvimento, afirma que aprendizagem é um processo mediado pela interação social e pela cultura. Segundo Vygotsky, o conhecimento é construído a partir das relações interpessoais e da apropriação de práticas e valores culturais compartilhados pela comunidade.

De acordo com Freire (2005), a aprendizagem é um processo de conscientização, em que o sujeito adquire novos conhecimentos e habilidades a partir de sua própria experiência e reflexão crítica sobre o mundo.

Portanto, entende-se, assim como Moreira e Masini (2009), que a aprendizagem é um processo complexo e multifacetado que envolve a participação ativa do indivíduo e a interação com o ambiente e com outras pessoas.

Sendo assim, o "Aprender", do Manifesto, reforça a importância de buscar constantemente o aprendizado, seja como aprendiz ou mestre artesão. Ao encorajar a busca pelo conhecimento e a troca de experiências, o manifesto maker está, portanto, apoiando a relação entre cultura maker e educação.

Em resumo, a cultura maker é uma filosofia que valoriza a criatividade, a colaboração e a autonomia dos indivíduos na produção de objetos, projetos e soluções. Essa cultura tem se expandido e se consolidado como uma importante alternativa aos modelos de produção em massa e ao consumo passivo. Os makers

acreditam que todos podem ser produtores e que a inovação surge a partir da experimentação e da tentativa e erro. Por esses motivos, a cultura maker tem sido cada vez mais valorizada e incentivada em diversos setores, como a educação, a indústria e o empreendedorismo.

A seguir, buscam-se mais referências teóricas para endossar a relação entre cultura maker e educação, e, mais adiante, compreenderemos como a cultura maker pode ser útil para a aprendizagem de Física no ensino médio, que é o tema desta dissertação.

2.1 Cultura maker e a prática educativa

Nos últimos anos tem-se visto grandes transformações na sociedade: mudanças políticas e econômicas, elevada produção de conhecimento e vasto incremento tecnológico que impactam na disseminação da informação quase que instantaneamente. Diante deste cenário, de céleres transformações, a formação do cidadão precisa concorrer para assegurar características como protagonismo, autonomia e competências dentro de uma sociedade dinâmica e marcada por tantas inovações.

Neste sentido, pensar em como a educação apresentada nas escolas deve ser organizada é de suma importância, pois como Moran (2005, p. 29) observa: “ensinar e aprender exige mais flexibilidade de espaço e tempo, de pessoal e de grupo, menos conteúdos fixos e processos mais abertos de pesquisa e comunicação”.

Trata-se, portanto, de uma abordagem mais flexível e adaptável no processo de educar, permitindo que os alunos aprendam de forma mais significativa e autônoma, levando em conta suas necessidades e interesses individuais, e promovendo uma participação mais ativa dos alunos em seu próprio processo de aprendizado. Desse modo, a educação não pode mais de ser vista como uma simples transmissão de conhecimento, mas como um processo contínuo que ocorre dentro do indivíduo e o leva a se apresentar ao mundo, a se comunicar com os outros e a questionar o mundo com base em suas próprias experiências (Tezani, 2011).

Esta percepção opõe-se às tradicionais aulas ministradas em um espaço e tempo fixos, com um professor apresentando conteúdos prontos e definidos para um grupo de alunos.

Para que o processo de ensino e aprendizagem seja mais efetivo, é necessário

que haja mais flexibilidade em termos de espaço e tempo, de pessoal e de grupo. Isso significa que as aulas podem ocorrer em diferentes espaços, como salas de aula, laboratórios, bibliotecas, entre outros, e em diferentes momentos, levando em conta as necessidades individuais dos alunos. Além disso, é preciso ter uma equipe de professores que possa atender às diferentes demandas dos alunos, e promover processos mais abertos de pesquisa e comunicação, em que os alunos possam ser incentivados a explorar e descobrir conhecimentos de forma autônoma e colaborativa.

Assim sendo, o modo de ensinar, de modo geral em nosso século, tem recebido várias propostas de metodologias, no intuito de conduzir um aprendizado mais condizente com os variados avanços tecnológicos, sendo os das comunicações e de aquisição de conhecimentos os mais destacados.

Entre essas metodologias, identifica-se aquelas relacionadas aos princípios da cultura *maker*, cujas raízes encontram-se na proposta “faça você mesmo” (*do it yourself*, em inglês) iniciado nos Estados Unidos do pós-segunda Guerra, onde a escassez de dinheiro e de mão de obra obrigava as pessoas a executarem atividades diversificadas de criação, conserto e fabricação de objetos.

Com o passar do tempo, as ações criativas ou *maker* (fazer, em português) foram ficando mais incrementadas e organizadas com o surgimento de feiras e encontros entre entusiastas do que se tornaria uma cultura e um movimento, sendo impulsionadas pelo Manifesto Maker, como visto na seção anterior.

Por essa razão, Gavassa *et al* (2016), afirma que

[...] todo mundo é Maker; o mundo é o que fazemos dele; se você pode sonhar com algo, você pode realizar isso; se você não pode abri-lo, você não pode tem a posse dele; ajudam-se uns aos outros para fazer algo e compartilham uns com os outros o que criaram; não são apenas consumidores, são produtores, criativos; sempre perguntam o que mais podem fazer com o que sabem; não são vencedores, nem perdedores, mas um todo fazendo as coisas de uma forma melhor. (Gavassa *et al*, 2016, p. 2).

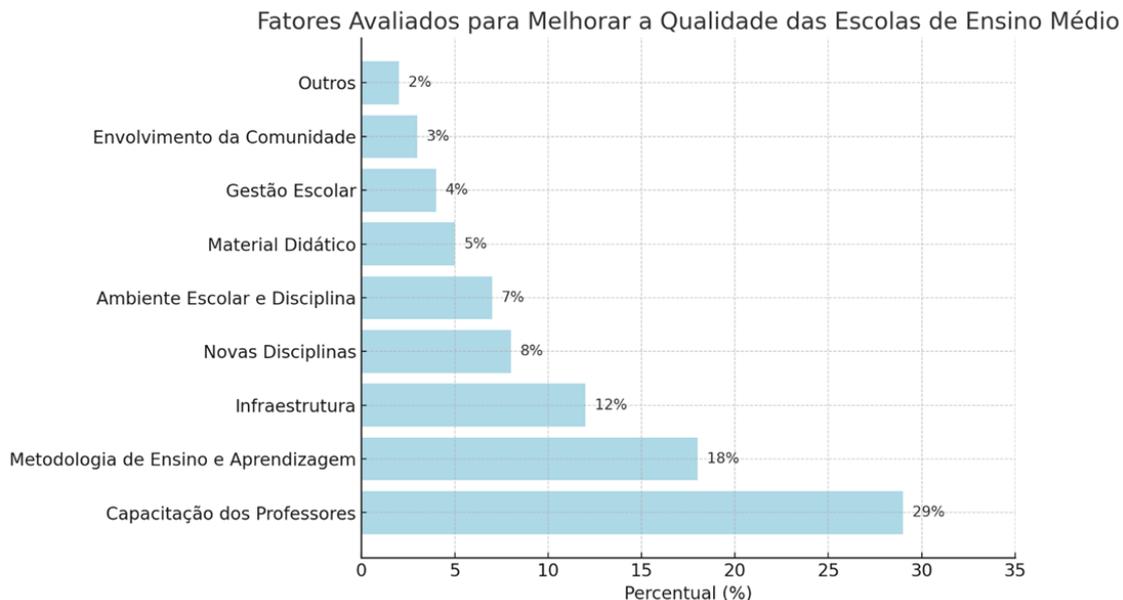
Por este viés, reside algumas de suas características: o compartilhamento de ideias e criações, o estímulo ao aprendizado, ampliação de se praticar o conhecimento, a experimentação e o teste às capacidades.

À medida que o movimento maker cresceu, ele começou a influenciar diversas áreas, incluindo a educação. Nos últimos anos, a cultura maker tem se tornado cada vez mais presente nos debates sobre inovação e educação, oferecendo novas possibilidades pedagógicas e aliando-se às novidades tecnológicas (Blikstein, 2013).

Por meio de pesquisas, os educadores perceberam que os alunos estavam cada vez mais interessados em criar e experimentar, e que essas atividades poderiam ser usadas para ensinar habilidades importantes, como resolução de problemas, pensamento crítico, criatividade e colaboração.

No Brasil, pesquisa promovida pelo Instituto Todos Pela Educação em 2022, perguntou “O que você acha mais importante para melhorar a qualidade das escolas de Ensino Médio?”. O gráfico 1 a seguir foi gerado a partir dos resultados apresentados no documento "Pesquisa de Opinião com Estudantes do Ensino Médio".

Gráfico 1 - O que você acha mais importante para melhorar a qualidade das escolas de Ensino Médio



Fonte: Adaptado do Relatório de Atividades 2022 – Todos pela Educação

A pesquisa, que contou com uma amostra de 7.798 estudantes do Ensino Médio de escolas públicas e privadas em diferentes regiões do Brasil, teve como objetivo identificar os principais fatores que os alunos acreditam ser fundamentais para melhorar a qualidade das escolas.

As respostas englobaram diversas áreas, como a capacitação de professores, infraestrutura, inclusão de novas disciplinas e a metodologia de ensino. Embora a capacitação dos professores tenha sido mencionada por 29% dos estudantes como o fator mais importante, o segundo item mais destacado foi a metodologia de ensino e aprendizagem, que recebeu 18% das respostas.

A favor do tema que ora se aborda, o destaque dado à metodologia de ensino revela uma insatisfação significativa dos alunos com as práticas pedagógicas

tradicionais e um desejo claro de que as aulas sejam mais dinâmicas, envolventes e conectadas às suas realidades. Os estudantes mencionaram a importância de aulas mais interativas e práticas, que possam aproximá-los dos desafios do mercado de trabalho e dos processos seletivos, como o vestibular. Além disso, muitos indicaram que atividades extracurriculares e abordagens de ensino que favoreçam o aprendizado ativo e colaborativo são essenciais para manter o interesse e aprofundar o entendimento dos conteúdos.

Outro aspecto relevante é o pedido por um maior aprofundamento dos temas abordados em sala de aula. Para os estudantes, é importante que as disciplinas sejam tratadas de forma mais completa e prática, indo além da teoria e conectando os conceitos à vida cotidiana e às demandas profissionais. Essa visão reflete uma busca por um ensino mais significativo, que prepare os alunos de forma integral para os desafios futuros.

Dados assim, mostram que os estudantes desejam um ensino que vá além da transmissão passiva de conteúdos, defendendo uma educação que seja mais prática, conectada às suas realidades e que ofereça oportunidades para o desenvolvimento de habilidades que serão úteis em suas trajetórias acadêmicas e profissionais. Também corroboram com Dougherty (2012) ao dizer que os professores deveriam se preocupar mais com o que o aluno pode fazer, com o que já sabem do que ficar se preocupando em como testar esses conhecimentos.

Por razões assim, uma proposta educacional chamada Educação Maker parece vir ao encontro para atender a esta demanda diferenciada e pragmática da construção do conhecimento. Moura (2019) em sua tese de doutorado, explicando sobre o termo, diz que:

[...] entende-se que a Educação *Maker* seja toda e qualquer ação ou atividade, com viés educativo que, utilizando-se das Tecnologias, conduz um processo de prototipação/construção/manutenção de um produto, físico ou digital, relacionando tal processo a um conteúdo científico (Moura, 2019, p. 25).

Ao encontro destas informações, Gavassa (2020) afirma que a educação maker

[...] surge da preocupação com o aumento e a dependência da utilização de ferramentas digitais pelas crianças, aborda a tecnologia e a possibilidade dos alunos de se apropriarem de técnicas que permitam a eles saírem do status de consumidor para produtor de tecnologia facilitada por uma abordagem interdisciplinar integrando conhecimentos e práticas de diferentes áreas do conhecimento, entre elas a engenharia (Gavassa, 2020, p. 56).

Este processo, fica ainda mais consolidado levando em conta que tanto alunos quanto professores estão sempre fazendo algo, especialmente quando estes buscam novas formas de chamar a atenção do aluno, que nesta era digital, está tão precocemente familiarizado com novas tecnologias, principalmente as digitais, especialmente considerando o que afirmava Paulo Freire que "ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção" (Freire, 1996, p. 25).

Freire (2005) destacava que o professor é um agente ativo na sala de aula, e que deve buscar sempre novas formas de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico e participativo para os alunos.

Um aspecto importante é a possibilidade de “aprender fazendo”, ou seja, usar as características da cultura *maker* como uma abordagem pedagógica “mão na massa”, como alguns se referem. Por exemplo,

O Movimento ou Cultura *Maker* se refere ao uso de uma variedade de atividades “mão na massa” (como construção de objetos usando sucata ou dispositivos eletrônicos, robótica, costura) para apoiar a aprendizagem acadêmica e o desenvolvimento de uma mentalidade que enfatiza a diversão e experimentação, a construção de conhecimento, e a colaboração e criação de comunidades (Gavassa, 2020, p. 33).

Em harmonia com esta afirmação, é possível reconhecer que pedagogicamente, a maioria dessas atividades na cultura *maker*, identificam-se com a abordagem construcionista de Seymour Papert³:

O termo construcionista significa a construção de conhecimento baseada na realização concreta de uma ação que produz um produto palpável (um artigo, um projeto, um objeto) de interesse pessoal de quem produz. Contextualizada, no sentido de o produto ser vinculado à realidade da pessoa ou do local onde vai ser produzido e utilizado (Souza, 2021, p. 36).

Isso significa, que, na sua visão, as pessoas aprendem melhor quando são desafiadas a construir algo concreto e a resolver problemas reais, em vez de apenas

³ Seymour Papert (1928-2016) foi um matemático, cientista da computação e educador sudafricano. Ele foi um pioneiro no campo da inteligência artificial e é considerado um dos principais teóricos da aprendizagem por meio de tecnologia. Papert desenvolveu a linguagem de programação Logo e escreveu vários livros sobre educação, incluindo "A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática". Sua obra influenciou profundamente a educação e a tecnologia, e ele é lembrado como um visionário que antecipou muitas das mudanças que a tecnologia trouxe para a aprendizagem e a vida cotidiana.

absorver informações passivamente. Assim, o construcionismo enfatiza a importância da construção ativa do conhecimento, na qual os indivíduos são incentivados a explorar, experimentar e construir suas próprias soluções para problemas (Papert, 1980).

Esta percepção, inicia-se quando Papert estudou como as crianças aprendem e constroem seu conhecimento através da exploração do mundo ao seu redor. Ele também começou a desenvolver ideias sobre o uso de tecnologias em apoio a aprendizagem construtivista de Jean Piaget.

De acordo com Piaget (1978), o conhecimento é construído pelos próprios indivíduos, a partir da interação com o meio ambiente. Segundo essa teoria, o sujeito constrói o seu conhecimento a partir das experiências sensoriais, motoras e cognitivas que vivencia, e não apenas a partir da assimilação de informações fornecidas por um professor. Ambas as abordagens, defendem, portanto, que o processo de aprendizagem é ativo, construtivo e depende da interação entre o sujeito e o ambiente em que está inserido.

Assim, o construcionismo enfatiza a importância do uso de tecnologias e ferramentas de construção, como computadores, robôs, kits de eletrônica, entre outros. Essas tecnologias são vistas como uma extensão da mente e das mãos dos estudantes, permitindo-lhes criar e experimentar de formas que não seriam possíveis de outra forma. Dentro dessa perspectiva, “o computador não deve ser utilizado de forma com que ele ensine a criança, e sim a criança é que deve ensinar o computador, programando-o” (Massa *et al*, 2022, p. 115).

Dessa forma, o construcionismo valoriza a exploração, a experimentação e a criatividade, e encoraja os estudantes a desenvolverem suas próprias ideias e soluções. Para Papert (1980, p. 11), “o construcionismo não é apenas sobre como construir coisas, é também sobre como construir conhecimento e construir novos caminhos para a aprendizagem”. A ideia é que, ao construir algo tangível, o aprendiz pode aprender de forma mais significativa, e que o processo de construção em si pode ser um catalisador para a aprendizagem.

Algumas implementações práticas do construcionismo incluem programas educacionais como o Logo, que foi desenvolvida por Seymour Papert e seus colaboradores para ensinar programação a crianças; o uso de kits de robótica em sala de aula; e a criação de *makerspaces* e laboratórios de fabricação digital em escolas e universidades.

A atitude construcionista no ensino tem como meta [...] ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino, enquanto se deixa todo o resto inalterado. Diferentemente da educação tradicional, onde o professor repassa instruções aos alunos, no construcionismo as crianças aprendem descobrindo por si mesmas o conhecimento que precisam, o educador é apenas um mediador. Neste sentido, Papert (2008) vislumbrou o aprendiz não somente como aquele que responde a estímulos externos, mas sim como um indivíduo ativo, capaz de analisar e interpretar fatos e ideias, e de construir o seu próprio conhecimento (Massa *et al*, 2022, p. 119).

O construcionismo tem sido implementado em diversas partes do mundo, tanto em escolas públicas quanto em instituições de ensino superior. No Brasil, algumas escolas já adotam a abordagem do construcionismo em suas práticas pedagógicas, com a criação de laboratórios de experimentação e oficinas de produção de objetos concretos.

A abordagem também tem sido aplicada em projetos de inclusão digital e social, buscando ampliar o acesso às tecnologias e estimular a criatividade e a inovação, o que vem possibilitando o uso de um ensino diferenciado e mais dinâmico, na medida em que o professor é capaz de utilizar na sala de aula um novo método pedagógico, que favorece, principalmente, o desenvolvimento das potencialidades das crianças (Fernandes *et al*, 2018, p. 7).

Além de Papert, outros educadores e teóricos, como Paulo Freire e Lev Vygotsky, também influenciaram o desenvolvimento do Construcionismo, com suas ideias sobre a importância da participação ativa do aluno no processo de aprendizagem e da interação social para a construção do conhecimento.

Tendo essa linha de pensamento, na qual o conhecimento não é transmitido de um indivíduo para outro, mas sim construído pelo aprendiz a partir da sua própria experiência e reflexão. Aprender, portanto, não é apenas adquirir informações ou habilidades, mas construir novos conhecimentos a partir dos conhecimentos prévios.

Dessa forma, à luz do que já vimos até este ponto sobre a cultura maker, através da qual a construção do conhecimento é baseada na realização de uma ação concreta que resulta em um produto palpável, desenvolvido pelo uso de tecnologias, que seja de interesse de quem o produz, concorda-se que:

[...] o uso da cultura maker potencializa a prática na qual o educando é protagonista do processo de construção de seus saberes, utilizando-se de temas de seu interesse e satisfação, permitindo também a valorização de sua experiência e a oportunidade da aprendizagem significativa a partir de seus erros e acertos dentro do processo de aquisição do conhecimento, mesmo ela não sendo pensada para escolas, sua utilização nesse espaço contribui de forma significativa e eficaz para o desenvolvimento de nossos educandos (Rodrigues; Palhano; Vieceli, 2021, sem paginação).

No momento em que se analisa essa declaração, podem ser percebidas muitas das ideias centrais presentes no Movimento Maker, incluindo as novas oportunidades que surgem na educação, tais como a promoção da imaginação, curiosidade, originalidade, criatividade e produção de algo que permita aos alunos interagir com o mundo ao seu redor. É importante destacar a relevância desses conceitos para uma educação mais atualizada e voltada para o desenvolvimento das habilidades do século XXI.

A relação entre a educação e as premissas da cultura maker, encontram elo também nas ideias de Dewey (1976), filósofo e educador americano, que defendia a ideia de que a aprendizagem se dá por meio da experiência, da reflexão e da ação, em um processo contínuo de construção do conhecimento.

De qualquer modo, contudo, o crescimento mental depende da presença de dificuldades a serem vencidas pelo exercício da inteligência. Repetamos mais uma vez. É de responsabilidade do educador ter sempre em vista estes dois pontos: primeiro, que o problema surja das condições da experiência presente e esteja dentro da capacidade dos estudantes; e, segundo, que seja tal que desperte no aprendiz uma busca ativa por informações e por novas ideias (Dewey, 1976, p. 81-82).

Sendo assim, é interessante que os professores incorporem exemplos práticos da vida real ao ensinar a teoria. Dessa forma, os alunos podem entender como os temas estudados são relevantes para sua vida diária e ampliar suas perspectivas com base em suas próprias experiências.

Essa perspectiva está em sintonia com a proposta da Educação Maker, que busca promover a aprendizagem de forma ativa e participativa, por meio da criação e produção de objetos concretos e projetos práticos. Nesse sentido, a Educação Maker se apresenta como uma atualização da proposta de Dewey, que valoriza o papel do aluno como protagonista do processo de aprendizagem.

Freire (2005) defendia o uso de situações-problema como uma estratégia pedagógica para estimular a reflexão crítica dos alunos. Seu método de ensino valorizava a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem e a reflexão crítica sobre o mundo ao seu redor. Para ele, as situações-problema devem ser escolhidas a partir de questões que envolvem a vida dos alunos, desafiando-os a pensarem em soluções criativas e a desenvolverem habilidades para analisar e solucionar problemas. Por isso, frisava que:

[...] o educador problematizador refaz, constantemente, seu ato cognoscente, na cognoscibilidade dos educandos. Estes, em lugar de serem recipientes dóceis de depósitos, são agora investigadores críticos, em diálogo com o educador, investigador crítico, também.

Na medida em que o educador apresenta aos educandos, como objeto de sua "admiração", o conteúdo, qualquer que ele seja, do estudo a ser feito, "re-admira" a "admiração" que antes fez, na "admiração" que fazem os educandos. Pelo fato mesmo de esta prática educativa constituir-se em uma situação gnosiológica, o papel do educador problematizador é proporcionar, com os educandos, as condições em que se dê a superação do conhecimento no nível da "doxa"⁴ pelo verdadeiro conhecimento, o que se dá, no nível do "logos" (Freire, 2005, p. 45).

Neste caso, ao afirmar que a prática educativa é uma "situação gnosiológica", Freire está se referindo ao fato de que o ato de educar é, antes de tudo, um processo de construção do saber.

Essa abordagem se alinha perfeitamente com os princípios da Educação Maker, que busca incentivar a criatividade, a colaboração, o pensamento crítico e a resolução de problemas por meio da prática e do trabalho em equipe. A Educação Maker também preza pelo empoderamento do aluno e pela valorização da cultura local, aspectos que se aproximam da visão de Freire sobre a educação como uma prática libertadora e emancipatória.

Portanto, compreende-se que a cultura maker mostra-se uma metodologia de ensino viável e promissora, capaz de ajudar a desenvolver habilidades e competências relevantes para o mundo atual, podendo ser aplicada nas escolas por meio de oficinas de robótica e programação; em laboratórios de fabricação digital; feiras de ciências e tecnologia e em projetos interdisciplinares.

Por incentivar a imaginação, a criatividade, a experimentação e a colaboração, a cultura maker possibilita aos alunos uma aprendizagem mais eficaz e duradoura, que valoriza a construção do conhecimento a partir da interação com o ambiente e com outras pessoas.

Além disso, a cultura maker também contribui para a formação de cidadãos mais críticos, participativos e engajados, que buscam soluções criativas e sustentáveis para os desafios contemporâneos. Dessa forma, é possível afirmar que a cultura maker apresenta-se como uma alternativa pedagógica capaz de transformar o ensino e aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, participativo e contextualizado. Diante

⁴ Paulo Freire usa o termo "doxa" para se referir às crenças e ideias pré-concebidas que uma pessoa tem sobre o mundo, muitas vezes sem questionamento crítico. Essas crenças são formadas a partir de experiências pessoais, educação e cultura em que a pessoa está inserida, e podem ser profundamente enraizadas em seu pensamento e comportamento

deste cenário, deseja-se investigar o potencial efeito do uso das premissas makers para a aprendizagem da Física, considerando que a cultura *maker* carrega consigo a influência de tecnologias e mídias que naturalmente conversam com a Física, ao mesmo tempo que instigam um ensino voltado para a cidadania, pressuposto aliado ao eixo formativo das competências para o século XXI. Antes, podem se ver quais elementos influenciam a aprendizagem da Física.

2.2 Aprendizagem da física e a cultura maker: fundamentação na BNCC

Os conceitos e princípios estudados pela Física estão na base de toda tecnologia, da engenharia, das demais ciências naturais, como a Química e Biologia, além de outras áreas científicas que usam tais conceitos, princípios e teorias para continuarem suas investigações. Então:

A Física diz não ao senso comum, às interpretações ingênuas, à aceitação cega de modelos e teorias. As interpretações físicas nunca são definitivas. A Física está permanentemente buscando melhores modelos e teorias para explicar o Universo, desde perspectivas subatômicas até macrocósmicas (Moreira, 2018, p. 77).

De acordo a afirmação supracitada, o estudo da Física reflete um princípio fundamental da ciência, que é a busca contínua por uma compreensão mais profunda e precisa do mundo natural. Na Física, em particular, as teorias e modelos são sempre submetidos a testes rigorosos e revisões constantes, à medida que novas evidências e observações são coletadas. Dessa forma, a Física se mantém em constante evolução e atualização, sempre em busca de uma compreensão mais completa do Universo.

Sob outra ótica, o estudo da Física pode contribuir significativamente para a formação de cidadãos críticos e empoderados. Neste sentido,

Saber Física passa a significar ter instrumentos conceituais para dialogar com o mundo em vários níveis, que vão desde um melhor entendimento de notícias científicas veiculadas pela mídia, até a capacidade de prever resultados de situações experimentais complexas, passando pela emissão de juízos de valor a respeito da utilização de uma dada tecnologia que pode agredir o meio ambiente e causar danos à humanidade. Nota-se, assim, que esta maneira de trabalhar a Física representa uma contribuição para a construção da cidadania, ajudando a formar pessoas críticas, reflexivas, com embasamento técnico para se posicionar e questionar posicionamentos diversos (Carvalho, 2002, p. 56).

Analisando tais informações, compreendemos como o estudo dessa ciência é

significativo para o desenvolvimento básico do ser humano. Portanto, é mister entender a relevância da oferta de um bom ensino e também de uma aprendizagem significativa, dentro de uma educação formal, por parte do aluno.

Adiante, faz-se um breve panorama do desenvolvimento do ensino de Física no Brasil. Por não se tratar propriamente do tema dessa pesquisa, destaca-se apenas o que se considere mais relevante para que se possa entender as atuais expectativas para essa aprendizagem.

O ensino de Física no Brasil tem uma história marcada por desafios e transformações ao longo do tempo. Sua introdução no país ocorre ainda no período colonial, com a vinda dos jesuítas e a criação dos primeiros colégios. No entanto, o ensino de Física nessas instituições era limitado e baseado na tradição da filosofia natural aristotélica, que predominou até o século XIX.

Com o advento da República, o ensino de Física passou a ser mais valorizado e, em 1901, foi criada a Escola Politécnica de São Paulo, que se tornou referência na formação de engenheiros e físicos no país. Na década de 1920, surgiram novos cursos de Física em outras universidades brasileiras, como a Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade de São Paulo.

Nos anos seguintes à Segunda Guerra Mundial, os Estados Unidos investiram em ciência, acreditando que ela seria a principal fonte de melhoria para a vida cotidiana e a realização das necessidades e desejos humanos. Essa forma de pensar acabou refletindo o ensino no Brasil, como característica

O ensino de Ciências, em particular o de Física, nesse período, encontrava-se fortemente vinculado aos exames de admissão ao ensino superior, apresentando uma característica propedêutica, cujos métodos de ensino encontravam-se apoiados em um ensino por transmissão de conteúdos, generalista e extremamente expositivo (Rosa; Rosa, 2012, p. 5-6).

Na década de 1960, o ensino de Física passou por uma importante transformação com a implementação nos Estados Unidos e, logo após, na América Latina, inclusive no Brasil, do projeto Physical Science Study Committee⁵, o PSSC. Esse projeto propunha uma nova abordagem para o ensino de Física, baseada em experimentação, investigação e resolução de problemas.

⁵ O Physical Science Study Committee (PSSC) foi um projeto educacional dos Estados Unidos na década de 1950, liderado por Jerrold R. Zacharias, com o objetivo de melhorar o ensino de física nas escolas secundárias do país. O projeto propôs um novo método de ensino mais experimental e prático, com materiais didáticos inovadores, que influenciou outras reformas educacionais em todo o mundo

Nesse período, o entusiasmo com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia postulou ao ensino de Ciências, em particular à Física, o lema de disciplina cujo objetivo estava na inserção dos jovens nas carreiras científicas. Entretanto, com o aumento significativo dos conteúdos de Física a serem ensinados na formação básica dos estudantes, os professores e, conseqüentemente, os investigadores de educação, passaram a se preocupar com o baixo desempenho desses estudantes. Como consequência, promovem-se conferências, encontros, simpósios, cursos de Pós-graduação e publicações em periódicos, com o intuito de discutir tal problemática, estabelecendo, no Brasil, o início do ensino de Física como área de pesquisa (Rosa; Rosa, 2012, p. 1-2).

Nos anos seguintes, o ensino de Física no Brasil foi influenciado pela ditadura militar, que implantou políticas educacionais que valorizavam a formação de mão de obra técnica e desvalorizavam as humanidades. Essa visão tecnicista foi criticada por diversos movimentos de professores e pesquisadores, que reivindicavam uma abordagem mais crítica e socialmente engajada para o ensino de Física.

Nos anos de 1980, o ensino de Ciências tomou uma dimensão de produção do conhecimento voltada para os avanços tecnológicos. Já se tornava impossível separar ciência de tecnologia, e iniciou-se uma discussão em torno dos benefícios dessa associação para os homens e para a sociedade. Vários debates surgiram questionando as experiências feitas em laboratórios, principalmente com seres vivos, despertando preocupação com a destruição da natureza e com os efeitos do armamento nuclear, além de muitos outros, que, em função da tecnologia associada à ciência, podiam pôr em risco a própria existência humana (Rosa; Rosa, 2012, p. 1-2).

A partir de 1996, com a aprovação e o decreto da LDB, a estrutura e o funcionamento do ensino nacional passaram por uma grande reforma e com ele o ensino de Física. Além disso de forma complementar a LDB, Como complementação à LDB, o Ministério da Educação e Cultura (MEC), elaborou os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), com o objetivo de servir de operacionalização da proposta da LDB para o Ensino Médio.

Em suma, a LDB, os PCNEM e seus correlatos, apontam para um novo ensino de Física, cuja essência está em conferir habilidades úteis, tanto para os que pretendem continuar seus estudos, como para aqueles que, após o Ensino Médio, entrarão para o mercado de trabalho. Entre as habilidades apregoadas para este nível de escolarização, destaca-se a necessidade de que os alunos aprendam a aprender, como forma de garantir a eles acesso aos conhecimentos e ao seu aperfeiçoamento. Ensinar a aprender nos remete a estratégias de aprendizagem, uma vez que serão elas, em última instância, que proporcionarão condições para que os estudantes construam seus modos próprios de aprender e assim se tornem aptos a continuar o processo de aprendizagem além dos bancos escolares. (Rosa; Rosa, 2012, p. 11-12).

O marco final dessa retrospectiva ocorre em 2018, com a aprovação da BNCC, que tem como objetivo promover uma educação mais integrada e alinhada com as

demandas do mundo contemporâneo, preparando os estudantes para a vida e o mundo do trabalho. Seu desenvolvimento concorre para sustentar a mudança prevista na estrutura do ensino médio, oriunda da Lei nº 13.415/2017 que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e definiu uma nova organização curricular, mais flexível, e a oferta de diferentes possibilidades de escolhas aos estudantes, os itinerários formativos, com foco nas áreas de conhecimento e na formação técnica e profissional.

A BNCC destaca um novo ensino de Física ao propor um ensino mais integrado, contextualizado e que priorize a experimentação e a resolução de problemas. Sua redação propõe uma abordagem interdisciplinar, em que a Física é vista como uma ciência fundamental para a compreensão do mundo e sua relação com outras áreas do conhecimento. Nesse sentido, a BNCC destaca a importância de se trabalhar temas transversais, como a energia, a matéria, as interações, a tecnologia e a sociedade, entre outros, descritos como objetos de conhecimento, isto é, são os conteúdos específicos de cada área do conhecimento que devem ser desenvolvidos pelos estudantes ao longo de sua formação escolar.

O Quadro 2, a seguir, apresenta exemplos desses objetos e as respectivas habilidades e competências relacionadas para a 1ª série do ensino médio.

Quadro 2 - Organização Curricular na BNCC para o componente curricular Física

Série	Competência Específica	Habilidades	Unidade Temática	Objetos De Conhecimento	Conteúdos
1ª	2 e 3	EM13CNT101 EM13CNT102 EM13CNT103 EM13CNT104	VIDA, TERRA E COSMOS	Referencial; Movimento, repouso e trajetória; Espaço, deslocamento, tempo e velocidade; Aceleração;	Movimento Uniforme, repouso e trajetória; Espaço, deslocamento, tempo e velocidade; Aceleração
	2 e 3	EM13CNT101 EM13CNT102 EM13CNT103 EM13CNT105	VIDA, TERRA E COSMOS	Leis de Newton	Força normal; Força de atrito; Força de tração; Força elástica; Força centrípeta
	1 e 2	EM13CNT101 EM13CNT102 EM13CNT103 EM13CNT106	VIDA, TERRA E COSMOS	Cinemática vetorial e mecânica celeste	Cinemática: escalar; vetorial; Movimento circular. Lei da gravitação universal
		EM13CNT101 EM13CNT102	VIDA, TERRA E COSMOS	Dinâmica e hidrostática	Energia; Conservação da quantidade de movimento.

	2 e 3	EM13CNT103 EM13CNT107	Empuxo, Princípio de Arquimedes, Princípio de Pascal e Teorema de Stevin.
--	-------	--------------------------	---

Fonte: Adaptado a partir de Maranhão (2022)

No quadro, vê-se um código alfanumérico das Habilidades na BNCC. O primeiro par de letras EM indica a etapa de Ensino Médio; o primeiro par de números: 13, indica que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio, conforme definição dos currículos; a segunda sequência de letras: CNT, indica a área ou o componente curricular representado, neste exemplo Ciências da Natureza e suas Tecnologias; os números finais: 101, indicam a competência específica à qual se relaciona a habilidade (que corresponde ao 1º número: 1) e a sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência (dois últimos números: 01).

As informações apresentadas no Quadro 2 estão no Documento Curricular do Território Maranhense (Maranhão, 2022), em atendimento às orientações da Lei 13.415/2017, que versa sobre a obrigatoriedade das secretarias estaduais de ensino de todo o país adequarem os seus currículos a uma Base Nacional Comum Curricular.

A proposta apresentada no quadro, de acordo com BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, de modo que os estudantes desenvolvam habilidades e competências relacionadas a esses objetos de conhecimento, como a capacidade de fazer cálculos, de analisar situações-problema e de compreender conceitos abstratos. Segundo o documento,

Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Dessa forma, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas, bem como reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Brasil, 2018, p. 546).

O trecho acima mencionado sugere que, ao compreender e interpretar leis, teorias e modelos, os estudantes podem aplicá-los para solucionar problemas individuais, sociais e ambientais. Em outras palavras, o aprendizado desses conceitos possibilita que os estudantes tenham uma visão crítica e consciente da aplicação das ciências e tecnologias na sociedade.

Para um melhor entendimento, o Quadro 3, a seguir, apresenta o detalhamento das competências específicas para Ciências da Natureza, entre as quais, o componente curricular Física, faz parte.

Quadro 3 - Competências específicas de CNT para o ensino médio
Competências específicas de Ciências da Natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio

- 1.** Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
- 2.** Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
- 3.** Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Fonte: Brasil (2018)

No quadro acima, as competências específicas enfatizam que:

As análises, investigações, comparações e avaliações contempladas nas competências e habilidades da área podem ser desencadeadoras de atividades envolvendo procedimentos de investigação. Propõe-se que os estudantes do Ensino Médio ampliem tais procedimentos, introduzidos no Ensino Fundamental, explorando, sobretudo, experimentações e análises qualitativas e quantitativas de situações-problema (Brasil, 2018, p. 551).

Sendo assim, propõe-se que os estudantes do Ensino Médio sejam incentivados a explorar procedimentos de investigação mais avançados, como experimentações e análises qualitativas e quantitativas. Para realizar essas atividades, os estudantes precisam desenvolver habilidades de investigação, que foram introduzidas no Ensino Fundamental e agora, ampliadas no Ensino Médio. Dessa forma, eles poderão aprofundar seu conhecimento sobre as Ciências da Natureza e suas Tecnologias e aplicar esses conhecimentos na resolução de problemas reais. Como exemplo, o Quadro 4 apresenta as habilidades correspondentes a competência específica 1:

Quadro 4 - Habilidades relativas a Competência 1 da BNCC para CNT

Habilidades
(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.
(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.
(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.

Fonte: Brasil (2018)

O exposto até este ponto demonstra como BNCC se preocupa em garantir uma formação integral e de qualidade, que contribua para o desenvolvimento pessoal e social dos estudantes e para a formação de cidadãos críticos, conscientes e responsáveis. O texto da BNCC apresenta uma abordagem de ensino de ciências que valoriza o contexto e a crítica, porém há uma contradição em relação à sua proposta, visto que a estrutura e a legislação isolam as áreas do conhecimento, deixando de estabelecer as componentes curriculares como base para o ensino. Porém, neste trabalho não discutiremos estes pontos. No entanto, aprofundaremos nosso entendimento sobre o processo de ensino e aprendizagem de Física, no ensino Médio,

norteado pelos itens destacados anteriormente, isto é, as competências e habilidades propostas na BNCC.

Mesmo diante de tantas orientações e alguns avanços, diversos artigos científicos na área da educação, apontam para um ensino de Física isolado e com pouca interatividade com a realidade do aluno, muitas vezes priorizando a teoria em detrimento da prática (Moreira, 2018). Nessa mesma direção Rosa e Rosa (2005, p. 6), afirmam que na maior parte das escolas, temos um “ensino voltado para a transmissão de informações através de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para a resolução de exercícios algébricos”.

Diante desse cenário, destaco a própria vivência como professor de Física por mais de 20 anos, tanto em escolas públicas quanto particulares, onde de fato constatei o desinteresse por parte dos alunos, escassez de recursos didáticos modernos para aulas práticas e pressão pelo cumprimento apenas da carga horária. Como consequência,

Infelizmente, o ensino de Física, de um modo geral, leva a uma integração negativa de pensamentos, sentimentos e ações, na qual os alunos não gostam da Física e, quando possível, evitam-na, uma vez que apenas desejam passar nas provas, repetindo nelas, mecanicamente, “o que foi dado em aula” (Moreira, 2018, p. 78).

Levando em consideração esta afirmação, é importante que o ensino de Física adote uma abordagem mais abrangente, que valorize a investigação, a experimentação e a contextualização dos temas estudados, permitindo que os estudantes se engajem de forma mais envolvente e se sintam motivados a aprender, promovendo uma aprendizagem eficaz.

Com tantos aspectos envolvidos, diversas teorias de aprendizagem podem ser aplicadas ao ensino de física, como a teoria sociocultural de Vygotsky e a teoria da atividade de Leontiev.

Já a teoria sociocultural de Vygotsky enfatiza a importância do contexto social e cultural no processo de aprendizagem, defendendo que o conhecimento é construído por meio da interação social e da troca de experiências entre os indivíduos (Vygotsky, 1978).

Por sua vez, a teoria da atividade de Leontiev destaca a importância da atividade prática no processo de aprendizagem, enfatizando a importância do contexto e da interação entre o indivíduo e o ambiente em que ele está inserido. Segundo essa teoria, o conhecimento é construído a partir das ações e atividades realizadas pelo

indivíduo em seu ambiente (Leontiev, 1978).

Ao aplicar essas teorias ao ensino de física, é possível desenvolver estratégias de ensino que levem em consideração a construção de significados pelos alunos, a interação social e a atividade prática. Isso pode incluir o uso de atividades experimentais, discussões em grupo, projetos de pesquisa e outras práticas que permitam a construção ativa do conhecimento pelos alunos (Novak, 1977; Lave; Wenger, 1991).

Essas teorias oferecem diferentes perspectivas sobre como a aprendizagem em física pode ser efetiva e duradoura, e como os alunos podem desenvolver seu conhecimento por meio da interação com outros indivíduos, do uso de tecnologias e da construção de significados.

Ao mesmo tempo, reconhecemos que a aprendizagem em Física é um processo complexo que envolve não apenas a aquisição de conhecimentos conceituais, mas também o desenvolvimento de habilidades e atitudes relacionadas à investigação científica e à resolução de problemas. Segundo Gleiser (2000), a aprendizagem em Física deve ser orientada para a compreensão dos fenômenos naturais a partir da construção de modelos explicativos baseados em conceitos científicos.

Para que a aprendizagem em Física ocorra dessa forma, é importante que os estudantes possam estabelecer relações entre os conceitos físicos e os fenômenos cotidianos, bem como aplicar esses conceitos na resolução de problemas e na formulação de explicações científicas para os fenômenos observados (Moreira, 2010).

Além disso, a aprendizagem em Física também envolve a compreensão da natureza e do método científico, bem como o desenvolvimento de habilidades investigativas e críticas (Gaspar, 2014). Assim, é importante que os estudantes tenham a oportunidade de realizar experimentos, coletar dados, analisá-los e interpretá-los, de forma a compreender o papel da observação e da experimentação na construção do conhecimento científico.

Neste sentido, a cultura maker tem uma forte relação com a aprendizagem de Física, pois valoriza a abordagem prática e a experimentação como formas de aprender e construir conhecimento. Através do movimento maker, os estudantes são incentivados a serem criativos, a explorarem materiais e tecnologias para desenvolverem soluções para problemas reais.

Segundo Moreira (2018), a aprendizagem significativa em Física é alcançada

quando os estudantes são estimulados a relacionar novas informações com seu conhecimento prévio, a partir de um processo de reflexão e reconstrução de conceitos. Nesse sentido, a cultura maker pode ser uma estratégia para promover a aprendizagem significativa em Física, já que a experimentação e a construção de protótipos possibilitam aos estudantes a aplicação prática dos conceitos teóricos, tornando a aprendizagem mais concreta e significativa.

Além disso, Gaspar (2014) destaca que a teoria da atividade, que tem como foco a resolução de problemas práticos e reais, pode ser aplicada ao ensino de Física e ajudar os estudantes a compreenderem a importância e a aplicação dos conceitos físicos na vida cotidiana. Dessa forma, a cultura maker pode ser vista como uma abordagem alinhada com a teoria da atividade, pois estimula os estudantes a trabalharem com desafios práticos e a buscarem soluções criativas e inovadoras.

Gleiser (2000) também destaca a importância da abordagem experimental no ensino de Física, pois permite aos estudantes desenvolverem habilidades e competências necessárias para a resolução de problemas e a aplicação dos conceitos teóricos em situações práticas. A cultura maker, por sua vez, promove a experimentação e a criação de protótipos como forma de aprendizagem, o que pode contribuir para o desenvolvimento dessas habilidades e competências.

Portanto, a cultura maker pode ser uma estratégia promissora para promover a aprendizagem significativa em Física, pois estimula a experimentação, a criação de protótipos e a aplicação prática dos conceitos teóricos, o que pode tornar o processo de aprendizagem mais concreto e significativo para os estudantes.

Entre as habilidades específicas da física na BNCC do ensino médio, estão a compreensão de conceitos fundamentais como energia, força, movimento e ondas, aplicando-os em situações reais e resolvendo problemas relacionados a esses conceitos. Os estudantes também devem analisar e interpretar dados experimentais e realizar experimentos simples que envolvam conceitos de física.

A BNCC do ensino médio destaca ainda a importância do desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como a capacidade de trabalhar em grupo, de se comunicar de forma clara e eficaz e de desenvolver o pensamento crítico e criativo. Tais habilidades são fundamentais para a formação de cidadãos críticos, capazes de contribuir para a sociedade de forma ativa e consciente.

Em linhas gerais, os princípios da cultura *maker*, quando aplicados à educação voltam-se para a resolução de problemas elaborados pelos próprios alunos, com

objetivos alinhados à várias das competências exigidas na BNCC para o estudante, como por exemplo:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BNCC, 2018, p. 9).

Ou seja, um conteúdo deixaria de ser um conjunto de teorias e informações e tornar-se-ia um movimento de atitudes voltadas para que os alunos tenham vontade de aprender e percebam a relevância dos processos e estratégias de aprendizagem.

O estudo apresentado até este momento sobre cultura maker e sua presença no processo educativo, permite afirmar que a aprendizagem de Física e a educação maker têm uma relação bastante estreita, uma vez que a educação maker enfatiza a construção do conhecimento por meio da experimentação, da prototipagem e do aprendizado prático, e que atualmente são elementos-chave no estudo da Física.

Sendo assim, destacam-se alguns trechos específicos da BNCC que versam sobre a aprendizagem de Física, analisando-os em relação com as premissas maker:

Compreender os princípios físicos que regem os fenômenos naturais e tecnológicos, selecionando, organizando e interpretando informações, dados e evidências qualitativas e quantitativas, utilizando modelos e teorias físicas para explicar esses fenômenos e suas aplicações em diferentes contextos pessoais, sociais e ambientais (Brasil, 2018, p. 467).

A BNCC destaca a importância do uso de modelos e teorias físicas para explicar fenômenos naturais e tecnológicos em diferentes contextos. A cultura maker, por sua vez, oferece um ambiente propício para a aplicação desses modelos e teorias em projetos práticos que envolvem a construção de objetos e dispositivos.

Realizar experimentos científicos, planejando-os, utilizando instrumentos de medida, equipamentos e materiais diversos, registrando e analisando dados e informações, elaborando hipóteses, levantando variáveis e controlando-as para a verificação de previsões, conclusões e comunicação de resultados, argumentando com base em evidências (Brasil, 2018, p. 469).

A citação acima enfatiza a importância das habilidades experimentais na aprendizagem de Física. A cultura maker pode ser uma excelente oportunidade para os estudantes colocarem em prática essas habilidades, por meio da construção de dispositivos e objetos que requerem experimentação e análise de dados.

Criar projetos, a partir de conhecimentos científicos, tecnológicos e culturais, articulando princípios e conceitos da Física para solucionar problemas técnicos e sociais, considerando critérios estéticos, éticos, ambientais e de impacto social (Brasil, 2018, p. 471).

Este fragmento enfatiza a relevância da integração entre saberes científicos e tecnológicos para a resolução de questões técnicas e sociais. A cultura maker pode oferecer um ambiente rico para o desenvolvimento desses projetos, permitindo que os estudantes trabalhem de forma colaborativa e criativa, aplicando conhecimentos de Física e outras áreas.

Desenvolver atitudes de investigação, reflexão, criatividade e resolução de problemas, considerando a complexidade do mundo contemporâneo e as interações entre a Física, a tecnologia e a sociedade, com vistas à formação de cidadãos críticos, éticos e responsáveis (Brasil, 2018, p. 472)

Este item ressalta a importância de desenvolver competências em indivíduos que possam avaliar criticamente as relações entre a Física, a tecnologia e a sociedade, tornando-os éticos e responsáveis. A cultura maker pode contribuir para o desenvolvimento dessas atitudes, ao incentivar a experimentação, a investigação e a reflexão crítica sobre bem estar social, industrialização e consumo.

Reconhecer a importância da Física como campo de conhecimento que tem contribuído significativamente para o avanço da tecnologia e da ciência em geral, bem como para a compreensão do mundo natural e social, e identificar as implicações das tecnologias para a sociedade e para o meio ambiente (Brasil, 2018, p. 474).

À luz desse rol de itens, é possível perceber como as premissas da cultura maker estão alinhadas com as competências e habilidades esperadas para o ensino de Física, segundo a BNCC. Nos vários tópicos, apresentados até o momento, a CM preza pelo aprendizado por meio do fazer, do compartilhamento de conhecimento e experiências, desenvolvimento da criatividade e da inovação, trabalho colaborativo e criativo para solucionar problemas técnicos e sociais, e a autonomia e protagonismo do aluno na aprendizagem. Todas essas premissas podem ser usadas para nortear o uso da cultura maker no ensino de Física, tornando o processo de aprendizagem mais significativo e estimulante para os estudantes.

No quadro 5 a seguir, estabelecemos a relação entre habilidades selecionadas da BNCC para o ensino de Física e as características maker, combinadas com as respectivas premissas da CM.

Quadro 5 - Relação entre as habilidades previstas para o ensino de Física segunda a BNCC e as premissas na Educação Maker

Habilidade da BNCC para Física	Característica Maker Associada	Premissa da Cultura Maker
Compreender os princípios físicos que regem os fenômenos naturais e tecnológicos	Uso de modelos e teorias físicas para explicar fenômenos em projetos práticos	Aprender fazendo, experimentar e explorar ideias
Realizar experimentos científicos	Construção de objetos que requerem experimentação e análise de dados	Compartilhamento de conhecimento e experiências
Interpretar informações, dados e evidências qualitativas e quantitativas	Criação e utilização de tecnologias em diferentes contextos	Desenvolvimento da criatividade e da inovação
Comunicar resultados e argumentar com base em evidências	Trabalho colaborativo e criativo para solucionar problemas técnicos e sociais	Valorização do trabalho em equipe e do compartilhamento de ideias
Aplicar conhecimentos científicos, tecnológicos e culturais para solucionar problemas técnicos e sociais	Articulação entre conhecimentos para a solução de problemas	Autonomia e protagonismo do aluno na aprendizagem

Fonte: A autoria (2023)

Considerando a harmonia entre os tópicos destacados, é possível reconhecer como a cultura maker favorece o reconhecimento da importância da Física como um campo de conhecimento que está presente em nossas vidas cotidianas, além de permitir que os estudantes identifiquem as implicações das tecnologias para a sociedade e para o meio ambiente e cidadania.

Na próxima seção apresenta-se uma revisão da literatura de teses e dissertações que abordam o tema da cultura maker ou que estabelecem uma conexão entre a cultura maker e a educação. A análise dessas produções acadêmicas será enriquecida com comentários alinhados ao pensamento de teóricos já discutidos nas seções anteriores, como Paulo Freire, Edgar Morin e Seymour Papert. Além disso, faremos reflexões que dialogam com os princípios e diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), buscando evidenciar como a cultura maker pode contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais no contexto educacional contemporâneo.

2.3 Revisão de literatura de teses e dissertações acerca da cultura maker e educação maker aplicada ao ensino médio no período de 2018 a 2022

Nesta seção será discutida a relação entre dois elementos importantes: a cultura maker e a educação, por meio de uma revisão bibliográfica no período de 2018 a 2023.

A revisão bibliográfica, que deve ser realizada no início da pesquisa, permite ao pesquisador identificar o estado da arte do conhecimento sobre o tema em questão e identificar as lacunas existentes na literatura. Através da revisão bibliográfica, o pesquisador pode ainda selecionar e justificar a escolha do referencial teórico a ser utilizado, o que é fundamental para a definição do problema de pesquisa e para a formulação das hipóteses (Gil, 2010, p. 44).

Portanto, uma revisão bibliográfica completa e sistemática é uma parte essencial da dissertação, e deve ser realizada com atenção e rigor metodológico.

Ao realizar uma busca por trabalhos relacionados a um determinado tema, é fundamental priorizar os mais recentes e publicados em veículos de comunicação científica reconhecidos pela comunidade acadêmica. Isso permite ao pesquisador identificar o que tem sido investigado sobre o tema e também identificar eventuais lacunas, auxiliando-o a se manter atualizado sobre o assunto em questão. Dessa forma:

É importante que se tenha em mente que os trabalhos publicados mais recentemente têm maior probabilidade de conter informações atualizadas e mais precisas. A busca por trabalhos recentes e publicados em veículos de comunicação científica reconhecidos pela comunidade acadêmica é fundamental para que o pesquisador possa ter acesso às informações mais confiáveis e relevantes sobre o tema em questão (Gil, 2010, p. 46).

Sendo assim, esta seção apresenta uma revisão bibliográfica baseada em palavras-chave relevantes, tais como cultura maker, movimento maker, educação maker e ensino médio, com o intuito de examinar o que tem sido pesquisado sobre o assunto nos últimos cinco anos (2018-2023). A busca foi realizada nas plataformas de pesquisa da BDTD e Google Acadêmico, dando prioridade aos artigos publicados em veículos de comunicação científica reconhecidos pela comunidade acadêmica.

Inicialmente, a pesquisa por cada termo individualmente não contribuiu muito para o tema de pesquisa proposto. Portanto, para refinar os resultados, a busca foi aprimorada combinando as palavras-chave. Por exemplo, ao pesquisar sobre "cultura maker", acrescentou-se a palavra "educação". No entanto, apesar da grande quantidade de resultados de pesquisa, os estudos envolvendo a cultura maker em português ainda são limitados, o que exigiu uma busca refinada combinando palavras-

chave.

Os trabalhos selecionados se concentram em como a cultura maker é utilizada em espaços formais de educação do ensino médio, bem como na aprendizagem em espaços maker, para responder questões específicas, como seus objetivos, funcionamentos e experiências feitas nesse sentido.

Durante a realização da revisão da literatura, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão, juntamente com a seleção do banco de dados e dos descritores utilizados nas buscas, com o objetivo de selecionar apenas os aspectos relevantes para a busca das teses e dissertações.

Os critérios utilizados estão apresentados no quadro seguinte:

Quadro 6 - Critérios de inclusão e exclusão da pesquisa de teses e dissertações sobre cultura maker e aprendizagem

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO
Teses e dissertações disponíveis no Banco de Teses e Dissertações	Estudos disponíveis em bases não selecionadas e de caráter não científico;
Teses e dissertações disponíveis no Catálogo da CAPES	
Teses e dissertações disponíveis no Google Acadêmico	
Estudos escritos em língua portuguesa (Brasil);	Estudos escritos em língua estrangeira;
	Livros ou parte deles;
	Material pesquisado fora do intervalo 2018 a 2023.

Fonte: A autoria (2023)

Com base nessa estratégia, foi elaborado o quadro 7 contendo as principais referências encontradas. Em seguida, realizou-se uma revisão sobre o que cada uma dessas referências oferece para a elaboração deste trabalho.

Quadro 7 - Quadro da Revisão Bibliográfica

Tipo	Base De Dados	Palavra-Chave	Ano	Título	Autor	Universidade
Dissertação	BDTD	Cultura Maker	2019	Cultura Maker: Uma nova possibilidade no processo de ensino e aprendizagem	Azevêdo, Luciana de Sousa	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Dissertação	BDTD	Cultura Maker, docência	2020	Cultura maker e modos de ser docente no século XXI: proposta de um percurso criativo	Ferreira, Diego Henrique Zerwes	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Dissertação	Google Acadêmico	Cultura Maker, educação	2022	Cultura Maker na educação: uma abordagem integrada ao ensino	De Paula, Bruna Braga	UNIFESP
Dissertação	Google Acadêmico	Educação Maker, Ensino de Física	2021	O ENSINO DE FÍSICA: um olhar para a educação Maker	Gonçalves, Diângelo Crisóstomo	Universidade Estadual de Goiás
Tese de doutorado	BDTD	Espaço maker, Educação Básica	2020	As percepções de educadores sobre a utilização do espaço maker na Educação Básica	Menezes, Maria Eduarda de Lima	PUC-SP
Dissertação	CAPES	Material Didático, Física, Ensino Médio	2019	Desenvolvimento de material didático no contexto educacional: Exemplos na disciplina de Física para o Ensino Médio	Arantes, Giordano Muneiro	Universidade Estadual de Campinas
Dissertação	CAPES	Cultura Maker, Robótica Educacional, Ensino de Física	2020	Cultura Maker e Robótica Educacional no Ensino de Física: Desenvolvendo um semáforo automatizado no Ensino Médio	Araujo, Amilson	Universidade Federal de Alagoas

Fonte: A autoria (2023)

Na dissertação de Luciana de Sousa Azevêdo, intitulada *Cultura Maker: Uma nova possibilidade no processo de ensino e aprendizagem*, defendida em 2019, objetivou analisar o uso da Cultura Maker com alunos do quinto ano do Ensino Fundamental por meio de uma sequência didática em Matemática. Embora a pesquisa tenha como sujeitos estudantes do ensino fundamental, a relevância e o contexto são condizentes e podem nortear os trabalhos no ensino médio.

A pesquisa foi realizada em uma escola particular com uma sala Maker, e utilizou uma abordagem metodológica qualitativa com nuances de pesquisa exploratória e pesquisa-ação. Após a aplicação da sequência didática, foi aplicado um questionário com perguntas fechadas para os alunos e um com perguntas abertas para o professor, seguido de uma entrevista com os alunos mais participativos. Azevêdo (2019) destacou que o uso da sala Maker com a sequência didática fomentou a autonomia, o trabalho colaborativo, a resolução de problemas, o pensamento crítico, o engajamento dos estudantes e o gerenciamento do tempo, permitindo o desenvolvimento de habilidades que não são trabalhadas no ensino tradicional. Segundo a autora, a Cultura Maker pode oferecer oportunidades para o protagonismo dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, tornando-se um caminho possível para ser desenvolvido no sistema educacional vigente.

Acerca do termo “protagonismo dos alunos”, Paulo Freire, em sua obra "Pedagogia da Autonomia" (2000), defende a ideia de que o aluno deve ser o protagonista de seu próprio processo de aprendizagem. Ele acredita que o papel do professor é o de mediar esse processo, ajudando o aluno a construir seu conhecimento de forma crítica e reflexiva. Ao mesmo tempo, o filósofo e sociólogo Edgar Morin, em sua obra "Os sete saberes necessários à educação do futuro" (2011), destaca a importância da transdisciplinaridade e da formação de indivíduos capazes de compreender a complexidade do mundo contemporâneo. Para ele, o protagonismo dos alunos no processo de ensino e aprendizagem é essencial para a construção de uma educação mais integrada e conectada com a realidade.

Na dissertação *Cultura maker e modos de ser docente no século XXI: proposta de um percurso criativo*, de Diego Henrique Zerwes Ferreira, defendida em 2020 investigou os pressupostos teóricos e pedagógicos da cultura maker e como ela afeta estudantes e professores. A dissertação utilizou pesquisa bibliográfica e entrevistas com professores em uma escola particular que já trabalharam com atividades maker com seus alunos.

Em suas considerações finais, Ferreira (2020) destacou que, devido à falta de motivação dos estudantes em salas de aula tradicionais, outras abordagens de ensino são necessárias para proporcionar formas diversas de aprendizagem, e que as atividades “mão na massa” desenvolvidas durante a pesquisa se aproximam dos pressupostos teóricos e pedagógicos da cultura maker, ao darem vazão à curiosidade e ao diálogo entre os estudantes e professores.

Sobre o termo diálogo entre os estudantes e professores, encontra-se uma referência em Paulo Freire. Na sua obra *Pedagogia do Oprimido*, Freire (2005), destaca a importância do diálogo horizontal entre professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem. Ele acredita que o diálogo é fundamental para a construção do conhecimento crítico e reflexivo, permitindo que os estudantes se tornem sujeitos ativos em sua própria educação.

A dissertação *Cultura Maker na educação: uma abordagem integrada ao ensino* de Bruna Braga de Paula, defendida em 2022, teve como objetivo refletir sobre a utilização da cultura maker na educação e identificar os recursos e infraestrutura necessários para sua aplicação em sala de aula. Para isso, foram estudados os tipos de aplicabilidades existentes, o público que utiliza essa abordagem, como acontece essa exploração, e quais são as ferramentas e infraestrutura disponíveis no mercado. Na dissertação, ela verificou a carência de mais pesquisas sobre o uso da abordagem maker no ambiente educacional, a fim de contribuir para a transição do ensino convencional para um ensino mais flexível, inovador e significativo para as aulas de Matemática e, por conseguinte, para outras áreas do conhecimento, por meio da exploração prática e do uso de recursos tecnológicos.

A dissertação de Diângelo Crisóstomo Gonçalves, *O Ensino de Física: Um olhar para a educação maker*, de 2021, teve como objetivo uma prática pedagógica que contribua com o modelo tradicional de educação e gere conhecimento através do uso de métodos de ensino mais flexíveis. Ele destacou que a proposta de educação Maker, combinada com tecnologias digitais e manuais, é capaz de criar condições motivadoras para sua aplicação em sala de aula e ajudar na aprendizagem dos conteúdos de Física. A pesquisa participante teve como sujeitos 504 estudantes de ensino médio de 1ª série e 3ª série. Em suas considerações finais, o autor destacou que

A adoção da educação Maker como proposta de ensino, não significa excluir outras formas, como, por exemplo, as tradicionais aulas expositivas, mas permitir que não se fique somente nelas, tendo o professor a oportunidade de

melhorar sua prática pedagógica, tendo o aluno à oportunidade de aprender para toda a vida. (Gonçalves, 2021, p. 130)

Neste sentido, Freire (2000) defendia a ideia de que a educação é um processo contínuo e que deve ocorrer ao longo de toda a vida. Para ele, a aprendizagem não é algo que se encerra ao final do ciclo escolar, mas sim um processo que deve ser estimulado continuamente.

Essa visão da educação como um processo que se estende por toda a vida está relacionada com a ideia de que a aprendizagem é um processo dinâmico e que o conhecimento está em constante transformação, e, portanto, deve ser constantemente atualizado.

Morin (2011) corrobora para tal percepção, ao expressar a ideia de aprendizagem ao longo da vida. Ele destacou a importância de uma educação que forme indivíduos capazes de aprender continuamente e que se adaptem às mudanças do mundo.

Corroborando com esta visão, Dewey (1979) argumentava que a educação deve estar diretamente relacionada à vida e aos interesses dos alunos, de modo a tornar o aprendizado mais significativo e relevante. Ele acreditava que, ao permitir que os alunos escolham o que estudar, isso não apenas aumenta a motivação e o engajamento, mas também ajuda a desenvolver a responsabilidade e a autonomia. Dewey via a educação como um processo dinâmico, no qual o conhecimento é construído em conjunto, entre professor e aluno, em um ambiente de diálogo e cooperação mútuos. Ele enfatizava que os alunos devem ser encorajados a buscar conhecimento além do que é apresentado em sala de aula, incentivando a curiosidade e a busca ativa pelo saber.

A tese de doutorado de Maria Eduarda de Lima Menezes, intitulada As percepções de educadores sobre a utilização do espaço maker⁶ na Educação Básica, de 2020, busca entender as percepções de educadores sobre a utilização do espaço maker na Educação Básica. Ela destaca que o Maker é um movimento que vem ganhando espaço nas escolas e é uma extensão da cultura DIY⁷. O estudo foi

⁶ Espaço maker é um ambiente físico ou virtual que oferece recursos, ferramentas e equipamentos para que pessoas possam criar, projetar e construir coisas por conta própria. Esses espaços podem variar em tamanho e recursos, mas geralmente incluem tecnologias como impressoras 3D, cortadoras a laser, ferramentas de prototipagem eletrônica, além de software de design e programação. O objetivo desses espaços é fornecer um ambiente colaborativo para que as pessoas possam desenvolver habilidades e criar projetos que antes eram difíceis ou impossíveis de realizar sozinhas.

⁷ DIY, do inglês, é uma sigla que significa "Do It Yourself" ou "Faça Você Mesmo".

realizado em duas escolas de São Paulo, uma privada e outra pública, utilizando entrevistas, observação e um questionário online. Os resultados apontam que há uma proposta de educação maker nas duas escolas pesquisadas e estão em processo de integração com o currículo, proporcionando aprendizagem para alunos e professores, com potencial para o desenvolvimento de competências socioemocionais e de aspectos como autonomia, colaboração, criticidade, compartilhamento e criatividade. Por fim, a autora, conclui que, a educação maker também apresenta desafios diários e um *continuum* de ressignificação de conceitos, de tempo, de aprender e ensinar nesta nova cultura.

Menezes (2020), em suas considerações finais conclui também que

Os conhecimentos prévios dos alunos também podem ser levados em consideração, assim como o reconhecimento do erro, como uma etapa do processo de aprendizagem, porém isso não é garantido pelo espaço maker, mas pela postura do professor. Quando os alunos estão trabalhando em pares, eles se apoiam e fortalecem a capacidade de ampliar suas ideias e ressignificá-las em uma perspectiva mais democrática (Menezes, 2020, p. 183).

Tal afirmação é amparada por Vygotsky (1978), que destaca a importância do diálogo e da interação social na construção do conhecimento. Segundo essa teoria, o aprendizado ocorre a partir da interação entre o indivíduo e o ambiente, sendo mediado pela interação social e pelo uso de instrumentos culturais. Nesse sentido, a postura do professor, ao incentivar a troca de ideias e a colaboração entre os alunos, é fundamental para o processo de aprendizagem e para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais. Além disso, a teoria vygotskyana também destaca a importância dos conhecimentos prévios dos alunos, que devem ser considerados pelo professor no planejamento das atividades pedagógicas.

Por essa razão, Menezes (2020), enfatizou que os educadores envolvidos na pesquisa veem o espaço maker como um ambiente potencial para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, tais como autonomia, colaboração, criticidade, compartilhamento e criatividade dos estudantes.

Ao analisar apenas estes aspectos, concorda-se com a autora, quando a mesma afirma que é importante destacar que o espaço maker, e por conseguinte as premissas maker, traz uma nova dinâmica para a escola, o que pode ser um desafio para muitos alunos e professores que ainda estão se adaptando a essa realidade. É fundamental, portanto, que a comunidade escolar trabalhe de forma colaborativa para desenvolver uma nova cultura e uma nova organização que possibilitem a efetivação

desse novo modelo educacional (Menezes, 2020).

O trabalho de Giordano Muneiro Arantes traz uma contribuição significativa para a integração da cultura maker no ensino de Física, destacando a importância do desenvolvimento de material didático que seja ao mesmo tempo inovador e acessível para o ensino médio.

A dissertação apresenta uma abordagem prática e criativa ao incorporar tecnologias como Arduino⁸ e App Inventor⁹ para a construção de protótipos, promovendo o envolvimento dos alunos em atividades de "aprender fazendo", característica central da cultura maker. Além disso, o autor fundamenta suas propostas na metodologia construcionista de Seymour Papert, que vê a tecnologia como um meio para que o aluno construa ativamente seu conhecimento, alinhando-se perfeitamente com os princípios da pedagogia maker.

Um ponto relevante para nossa pesquisa é a conexão explícita entre essas práticas e as competências exigidas pela BNCC, o que reforça a aplicabilidade prática e pedagógica dessas ferramentas no contexto atual da educação brasileira. O trabalho, ao propor a criação de materiais didáticos e metodologias centradas na inovação e experimentação, oferece uma base sólida para explorar como a cultura maker pode ser utilizada não apenas para transmitir conteúdos de Física, mas também para desenvolver habilidades fundamentais nos estudantes, como pensamento crítico, resolução de problemas e autonomia. Em suma, essa dissertação enriquece o campo da pesquisa ao demonstrar como a integração entre tecnologia e educação pode transformar o ensino de Física, tornando-o mais dinâmico, interativo e conectado às necessidades e interesses dos alunos no século XXI.

O trabalho de Amilson Araujo, intitulado *Cultura Maker e Robótica Educacional no Ensino de Física: Desenvolvendo um Semáforo Automatizado no Ensino Médio*, destaca a relevância da robótica educacional como uma ferramenta interdisciplinar para o ensino de Física e Matemática no ensino médio. A proposta do projeto, que envolveu a construção de um semáforo automatizado, não apenas proporcionou uma compreensão prática dos conceitos de cinemática, mas também promoveu a

⁸ Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar. É amplamente utilizada para criar projetos interativos, recebendo entradas de sensores e controlando luzes, motores e outros atuadores

⁹ App Inventor é uma plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis criada pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology), que permite aos usuários criar aplicativos para Android de forma visual e intuitiva, utilizando blocos de programação em um ambiente de navegador.

criatividade, o trabalho em equipe e o desenvolvimento de competências tecnológicas.

A abordagem maker, amplamente utilizada, engajou os alunos em atividades de "aprender fazendo", o que trouxe uma vivência científica prática e motivadora para o processo de aprendizagem. A interação com kits de robótica, como o Modelix¹⁰, possibilitou uma maior familiaridade com componentes eletrônicos e programação, facilitando a conexão entre teoria e prática. O uso da robótica educacional como metodologia ativa no ensino de Física e Matemática reforça a importância de projetos que aliam tecnologia e aprendizado, preparando os alunos para os desafios do século XXI.

Ao término dessa revisão, foi constatado que a cultura maker na educação tem se mostrado uma abordagem promissora para o desenvolvimento de habilidades criativas, críticas e de resolução de problemas em estudantes. No entanto, apesar do crescente interesse pelo assunto, é notável que muitas pesquisas em teses e dissertações ainda carecem de uma descrição detalhada das ações práticas realizadas para a implementação da cultura maker no contexto educacional.

Em grande parte, as pesquisas se concentram na fundamentação teórica e na análise dos impactos da cultura maker na aprendizagem dos estudantes. Isso pode ser explicado pelo fato de que a abordagem é relativamente nova e ainda em desenvolvimento, e, portanto, a teoria precisa ser melhor compreendida para que as práticas sejam bem-sucedidas. É importante destacar que, para que a cultura maker seja efetivamente implementada nas escolas, é necessário que haja um maior detalhamento das práticas e estratégias utilizadas. Esse detalhamento pode incluir a descrição dos materiais e equipamentos utilizados, das metodologias empregadas, dos desafios enfrentados e das soluções encontradas.

Em resumo, embora as pesquisas sobre a cultura maker na educação já sejam numerosas, ainda há espaço para aprofundamento na descrição das práticas e estratégias utilizadas.

A seguir, apresenta-se o percurso e características metodológicas da pesquisa.

¹⁰ A Modelix é uma empresa brasileira que se destaca na área de robótica educacional. Ela desenvolve e comercializa kits de robótica voltados para escolas, oferecendo materiais e softwares que facilitam o ensino de programação e a construção de projetos robóticos. Além disso, a Modelix oferece treinamento para professores e conteúdos didáticos adaptados para diferentes faixas etárias, promovendo um aprendizado prático e interativo.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia da pesquisa, segundo Pimenta (2005), é o caminho percorrido pelo pesquisador para alcançar os objetivos do seu estudo. Ela define como a pesquisa será realizada, quais métodos e técnicas serão utilizados para coleta e análise de dados, e como os resultados serão interpretados. Por outro lado, segundo Creswell (2014), o pesquisador pode escolher o método de pesquisa mais adequado ao seu estudo, combinando diferentes métodos e técnicas, levando em consideração as características do problema a ser investigado, os recursos disponíveis e as diferentes perspectivas teóricas.

Portanto, visto que existem diferentes maneiras de alcançar o objetivo pretendido, é responsabilidade do pesquisador selecionar o caminho mais apropriado, com os métodos e instrumentos que melhor se adequem à sua pesquisa. Nesse contexto, apresentam-se a caracterização dos aspectos metodológicos, o percurso seguido e os sujeitos envolvidos na pesquisa.

3.1 Caracterização dos aspectos metodológicos da pesquisa

Inspirado pela crescente demanda por métodos de ensino que promovam uma aprendizagem mais significativa e engajada, este estudo se volta para a cultura maker como meio para favorecer a aprendizagem de Física no ensino médio. A cultura maker, com sua ênfase no "faça você mesmo" e na experimentação, oferece um terreno fértil para o desenvolvimento de competências essenciais, como criatividade, pensamento crítico e colaboração. Por isso, o objetivo central desta pesquisa é investigar as potencialidades da aplicação das premissas da cultura maker no ensino de Física em uma escola pública de ensino médio em São Luís, visando aprimorar a aprendizagem dos alunos.

A nosso favor, existe a possibilidade de que a colaboração entre a educação básica e o ensino superior promova avanços significativos no processo educativo das escolas no Brasil. Isso se deve ao fato de que os professores da educação básica trazem consigo uma vasta experiência de campo, enquanto os acadêmicos podem oferecer uma base teórica sólida. Essa sinergia entre teoria e prática tem o potencial de gerar insights valiosos sobre quais abordagens pedagógicas são mais efetivas em ambiente escolar.

Para garantir tal relação, O Programa de Mestrado Profissional em Gestão do Ensino da Educação Básica da Universidade Federal do Maranhão destaca-se como um cenário propício para a realização deste estudo. Tendo por objetivo capacitar profissionais para desenvolverem conhecimentos, competências e habilidades específicas voltadas para o ensino da Educação Básica, o programa enfatiza a constante integração e atualização dos avanços científicos e das inovações tecnológicas no campo educacional (Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica, 2019).

Dessa forma, o programa proporciona um espaço onde práticas educativas podem ser analisadas, aprimoradas e renovadas por meio de metodologias inovadoras, incluindo a cultura maker. Este estudo se alinha a iniciativas colaborativas voltadas para o aperfeiçoamento do ensino e da aprendizagem, ressaltando a relevância de estratégias pedagógicas que engajem os estudantes com os fundamentos da ciência e tecnologia de forma criativa e motivadora.

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, reconhecendo a complexidade das dinâmicas em ambientes educacionais e enfatizando a necessidade de uma compreensão aprofundada dos mecanismos de ensino e aprendizagem. A abordagem qualitativa, conforme elucidada por Bogdan e Biklen (2013), destaca-se pela coleta de dados em ambientes naturais, conferindo ao pesquisador o papel de instrumento chave na investigação. Este método é descritivo, com dados coletados sob a forma de palavras ou imagens, e enfatiza o processo em detrimento dos resultados ou produtos. A escolha por essa abordagem justifica-se pela necessidade de uma análise profunda e contextualizada do impacto das atividades maker no processo de aprendizagem em Física, permitindo um entendimento rico das dinâmicas educacionais e dos significados construídos pelos participantes.

Adota-se a metodologia de pesquisa-intervenção pedagógica, dada sua eficácia não apenas na observação e análise das práticas educacionais existentes, mas também na facilitação da implementação de inovações de maneira direta.

De acordo com Pereira (2016, p. 107) “A pesquisa de intervenção pedagógica está fundamentada também na pesquisa-ação, mas, ao mesmo tempo, distancia-se dela e assume feições próprias a partir do campo educativo”. Essa afirmação aponta para a relação entre a pesquisa de intervenção pedagógica e a pesquisa-ação, que são duas abordagens de pesquisa que compartilham algumas semelhanças. Ambas buscam a transformação da realidade por meio da ação do pesquisador, envolvendo

os sujeitos da pesquisa no processo e tendo como objetivo a melhoria da prática educativa.

Por sua vez, a pesquisa de intervenção, detalhada por Damiani *et al* (2013), é definida por seu foco em produzir mudanças e resolver problemas práticos, adotando um caráter aplicado sustentado por um rigoroso diálogo teórico. Sendo assim,

A pesquisa de intervenção pedagógica é definida como uma pesquisa que envolve o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações pedagógicas) destinadas a produzir avanços melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam, e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências (Damiani *et al*, 2013, p. 58).

A autora destaca ainda que embora existam semelhanças entre as pesquisas de intervenção e as pesquisas-ação, elas se diferenciam em aspectos cruciais. Enquanto a pesquisa-ação tende a ter metas emancipatórias envolvendo ativamente todos os participantes em cada fase do projeto, a pesquisa de intervenção não se foca necessariamente nesses objetivos. Na pesquisa de intervenção, é o investigador quem primeiramente identifica o problema e formula estratégias para resolvê-lo, mantendo-se, no entanto, receptivo a feedbacks e sugestões externas.

Tendo em vista as similaridades entre a pesquisa de intervenção e a pesquisa-ação, o quadro 8 a seguir destaca alguns passos norteadores da pesquisa.

Quadro 8 - Etapas da pesquisa de intervenção pedagógica

Etapas da pesquisa de intervenção pedagógica
1. Identificação do problema da instituição que precisa ser solucionado através da aplicação de instrumentos como: questionário, entrevista, observação, dentre outros. A intervenção se dá a partir do desejo do grupo de mudança, solucionando e produzindo conhecimento sobre a sua realidade educativa.
2. Organização e discussão das informações oriundas do procedimento aplicado, identificando o problema a ser solucionado. Nessa fase, sempre será preciso retornar ao ambiente aonde a intervenção vai se dar para que os participantes possam aderir à proposta e confirmar se, concretamente, o problema a ser solucionado é o que foi identificado, com seus motivos e necessidades. Portanto, os instrumentos têm questões que identificam o problema, as causas e as expectativas que o grupo tem e se já houve outros processos de intervenção.
3. A intervenção pedagógica precisa ser planejada de maneira racional, posto que o processo pedagógico de aprendizagem tem uma intencionalidade.

Fonte: A autoria a partir de Pereira (2016)

Por fim, a pesquisa de intervenção pedagógica também pode se valer de outras abordagens teóricas que não são necessariamente utilizadas na pesquisa-ação, como a teoria da aprendizagem significativa ou a teoria sociocultural.

Neste estudo, o pesquisador, aliado ao professor titular das turmas envolvidas na pesquisa, busca incorporar práticas pedagógicas inovadoras fundamentadas nos princípios da cultura maker, cuja relevância para o ensino de ciências tem sido documentada em pesquisas recentes, tais como vimos nas seções anteriores.

3.2 Percurso metodológico

O percurso metodológico segue várias etapas, iniciando com a definição do problema de pesquisa e a formulação dos objetivos. A revisão de literatura proporciona o embasamento teórico necessário, focando na cultura maker e sua aplicabilidade no ensino de Física, à luz das propostas estabelecidas na BNCC e documentos orientativos do Estado.

Após identificar o problema de pesquisa e definir os objetivos, o próximo passo foi revisar a literatura relacionada ao tema. Em seguida, desenvolvemos os métodos para coletar os dados necessários para o estudo: observações, questionários e entrevistas, complementados pela análise das produções dos estudantes geradas durante a intervenção. As observações foram feitas sistematicamente durante a formulação e implementação da intervenção pedagógica.

A adoção dessa metodologia possibilita uma análise mais profunda dos dados coletados, permitindo não apenas a avaliação da eficácia das intervenções pedagógicas, mas também o enriquecimento da interpretação desses resultados com nuances e detalhes que apenas o contato direto através de entrevistas pode proporcionar.

Um questionário com perguntas fechadas foi aplicado de forma eletrônica (Google Forms) no começo do estudo aos estudantes de ambas as turmas para coletar dados iniciais.

De acordo com Chaer, Diniz e Ribeiro (2011),

O questionário é uma técnica bastante viável e pertinente para ser empregada quando se trata de problemas cujos objetos de pesquisa correspondem a questões de cunho empírico, envolvendo opinião, percepção, posicionamento e preferências dos pesquisados (Chaer; Diniz; Ribeiro, 2011, p. 251).

Em se tratando de um questionário aplicado via formulário eletrônico (Google Forms) entende-se que, em pesquisas científicas, oferece vantagens significativas, incluindo acessibilidade ampla, custo reduzido e eficiência na coleta e análise de dados. De acordo com (Andres *et al*, 2020, p. 3) “a plataforma é bem didática e versátil e oferece vários caminhos para a apreciação dos dados”. Além disso, facilitam a obtenção de respostas de uma amostra geograficamente diversa, melhoram a precisão dos dados ao minimizar erros de entrada manual e permitem a análise em tempo real. Ademais, promovem o anonimato dos respondentes, potencialmente aumentando a honestidade das respostas. A facilidade de distribuição e a capacidade de alcançar muitos participantes tornam os questionários eletrônicos ferramentas indispensáveis na pesquisa moderna (Andres *et al*, 2020).

Nessa etapa, as perguntas foram elaboradas a partir da experiência do pesquisador enquanto professor, apoiado nas observações de Moreira (2018), Rosa e Rosa (2005) e Gleiser (2020), notadamente referências em ensino e aprendizagem de Física.

Escolheram-se perguntas fechadas cuja escolha é justificada pela eficácia desta técnica em coletar dados de forma estruturada e quantificável. Tal método facilita a análise estatística, permitindo uma interpretação objetiva dos dados coletados. Questões fechadas proporcionam respostas diretas e facilmente categorizáveis, fundamentais para estudos que buscam identificar tendências gerais ou comparar percepções entre diferentes grupos de alunos. Além disso, este tipo de questionário minimiza ambiguidades nas respostas e reduz o tempo necessário para a coleta e análise dos dados (Chaer, Diniz, Ribeiro, 2011).

O tratamento e análise dos dados para este momento baseou-se na estatística descritiva das respostas. Trata-se de um método amplamente utilizado para descrever as características básicas dos dados em um estudo que fornece resumos simples sobre a amostra e as medidas e que juntamente com a análise gráfica simples, ela forma a base da análise quantitativa de dados (Amorim, 2014).

Pretende-se desse modo, a partir da análise, conduzir para um momento, no qual pudéssemos avaliar qual a proposta de atividade fosse mais condizente com o cenário.

Além disso, utiliza-se uma abordagem de observação participante visando aprofundar nosso entendimento sobre diversos aspectos do cotidiano estudantil. Essa técnica “envolve a inserção do observador no contexto social que deseja estudar. O

observador assume o papel de participante, coletando dados de forma direta e interativa” (Marconi, Lakatos, 2003, p. 79). Assim, mergulha-se nas práticas cotidianas, comportamentos, interações e métodos pedagógicos observados na sala de aula, alcançando uma compreensão ampla das interações entre alunos e entre alunos e professor, identificando como os estudantes se engajam com o conteúdo ensinado e capturando qualquer informação suplementar que emergisse como valiosa para nossa investigação.

A proposta de intervenção foi a realização de duas oficinas com características maker. O professor titular da sala sugeriu alguns temas que estivessem de acordo com o planejamento didático referente ao período, bem como agregasse mais valor ao que já havia sido trabalhado durante as aulas.

Ao final, os estudantes foram incentivados a demonstrar seus trabalhos em uma exposição no pátio da escola, podendo ser inquiridos sobre suas experiências durante o processo. Aproveita-se esse momento para perguntar a alguns observadores dessa exposição suas impressões sobre os trabalhos e comportamento dos estudantes. Usando as sugestões de Luckesi (2014), em relação à avaliação de aprendizagem, foram analisadas as produções realizadas pelos alunos com a intenção de identificar sinais de evolução em conhecimentos sobre os temas de Física.

Desse modo, pode-se apreciar a evolução da aprendizagem dos alunos sobre aqueles conhecimentos, tanto pelo comportamento dos estudantes durante as oficinas, quanto através de um novo questionário, pós-atividades, dessa vez de forma presencial e escrita. O questionário após as atividades ajuda a avaliar o impacto das mesmas sobre os estudantes. Este tipo de questionário pode medir mudanças no conhecimento, habilidades e atitudes dos estudantes, proporcionando uma visão clara dos resultados de aprendizagem e da eficácia das atividades pedagógicas implementadas.

Para este questionário, buscou-se captar informações mais qualitativas, com algumas perguntas fechadas usando escala de Likert. A escolha da escala Likert para o questionário aplicado aos estudantes que participaram das oficinas maker no ensino de Física é fundamentada na eficácia desta escala em medir atitudes, percepções e opiniões de maneira quantitativa. Likert (1932), no seu trabalho pioneiro, introduziu essa escala como um método robusto para a pesquisa em ciências sociais, permitindo aos pesquisadores capturar a intensidade das respostas dos participantes a declarações específicas. A escala Likert é amplamente reconhecida por sua

capacidade de transformar juízos de valor em dados quantitativos mensuráveis, facilitando a análise estatística e a interpretação dos resultados (Boone e Boone, 2012).

Após a análise dos questionários pós-atividades entrevistei dois estudantes com alto grau de engajamento para ratificar as respostas do questionário pós-atividades e captar a opinião dos estudantes sobre as atividades. As entrevistas foram projetadas para explorar mais profundamente as experiências, percepções e sugestões desses estudantes sobre as atividades realizadas. O critério de seleção baseou-se no nível de participação e interesse demonstrado durante as sessões práticas, bem como nas respostas aos questionários.

Para esta etapa, as informações foram analisadas seguindo as etapas descritas por Bardin (2011), que propõe um método rigoroso para a Análise de Conteúdo em pesquisas qualitativas. Esse método é composto por três fases principais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Na fase de pré-análise, os dados são organizados e preparados para a análise. Isso envolve a leitura inicial do material, a definição dos objetivos específicos da análise, e a escolha das unidades de registro que serão utilizadas, como palavras, frases ou parágrafos.

Durante a exploração do material, os dados são codificados e categorizados. Nesta fase, as unidades de registro identificadas são classificadas em categorias ou temas que emergem da análise ou que foram definidos previamente pelo pesquisador. Esse processo permite uma organização sistemática dos dados, possibilitando a identificação de padrões, frequências e relações entre as categorias.

Na fase de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, as categorias identificadas são analisadas em profundidade, permitindo a interpretação dos dados à luz dos objetivos da pesquisa. Aqui, o pesquisador extrai inferências significativas, identificando os temas centrais que emergem dos dados e relacionando-os com o referencial teórico adotado. Essa fase culmina na formulação das conclusões, que refletem os principais achados do estudo.

Embora essas fases sejam apresentadas em uma sequência, elas podem ser revisitadas e ajustadas ao longo do estudo, conforme necessário, para garantir que a análise atenda plenamente às expectativas e objetivos do pesquisador.

3.3 O local da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola de tempo integral da rede estadual de ensino em São Luís, Maranhão. Como parte da rede de 108 escolas dessa modalidade, buscou-se uma escola compromissada com uma educação integral que valoriza tanto o desenvolvimento acadêmico quanto pessoal dos estudantes, combinando com uma infraestrutura e um ambiente escolar que apoiam a realização de projetos educacionais inovadores, como os propostos pela cultura maker.

A escolha do local para a realização desta pesquisa recaiu sobre o Centro Educa Mais João Francisco Lisboa, situado à rua Oswaldo Cruz, s/nº no Canto da Fabril, próximo ao centro histórico da cidade de São Luís. O espaço ocupa uma área de aproximadamente 2.000 m² e atualmente atende a 495 estudantes matriculados no ensino médio, funcionando integralmente em tempo integral. No ano letivo de 2023, a instituição organizou-se em 6 turmas de 1ª série, 6 turmas de 2ª série e 4 turmas de 3ª série, refletindo seu compromisso com uma educação abrangente e atualizada.

Figura 1 - Fachada do Centro Educa Mais João Francisco Lisboa



Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

Em 2018, o estabelecimento educacional passou por uma transformação significativa em seu modelo de funcionamento, adotando o sistema de ensino em tempo integral inicialmente na 1ª série e se afastando gradativamente do modelo de tempo parcial. Essa mudança, conforme delineado no Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola, evidencia um novo paradigma na educação estadual, cuja finalidade é ampliar a perspectiva dos jovens e adolescentes, incentivando-os a vislumbrar um

futuro repleto de possibilidades anteriormente consideradas inatingíveis ou limitadas a um contingente restrito da população. A estratégia educacional da escola, alinhada à de outras instituições de tempo integral da rede, concentra-se na implementação de ações integradas que englobam os principais agentes formadores dos estudantes: família, educadores, gestores e a comunidade local.

Figura 2 - Acesso interno do Centro Educa Mais João Francisco Lisboa



Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

O cotidiano dos alunos é marcado por uma rotina de atividades educacionais distribuídas ao longo de 9 tempos de aula, cada um com 50 minutos de duração. Além dos componentes curriculares previstos pela BNCC, a escola oferece uma gama variada de disciplinas que incluem eletivas, aprofundamentos e nivelamentos, assim como tutorias, estudos orientados e práticas experimentais. Este arranjo curricular fomenta o desenvolvimento de habilidades de liderança e protagonismo juvenil, estimuladas por meio da participação em clubes e outras iniciativas estudantis.

Para suportar essa ampla variedade de atividades, a infraestrutura da escola é notável, contando com 28 salas de aula razoavelmente climatizadas e iluminadas, cada uma com capacidade para acomodar 35 estudantes. A instituição dispõe de espaços temáticos específicos, dois auditórios climatizados para eventos de maior porte, uma quadra poliesportiva coberta, uma biblioteca com um acervo diversificado e espaços destinados ao uso de computadores com acesso à internet. A escola também possui laboratórios equipados para as disciplinas de Biologia, Física, Química e Matemática, além de uma cozinha e refeitório para as refeições diárias.

Figura 3 - Sala de aula do Centro Educa Mais João Francisco Lisboa



Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

O corpo docente da escola é composto por 38 professores, entre efetivos e contratados, que cumprem uma jornada diária de 8 horas, promovendo uma pedagogia de presença que valoriza a proximidade e a empatia com os alunos. Este modelo pedagógico transforma o professor em um mentor capaz de inspirar os alunos a alcançarem seu pleno potencial.

Abaixo está uma tabela que organiza os 38 professores do Centro Educa Mais João Francisco Lisboa, classificando-os entre efetivos e contratados, e segundo sua graduação acadêmica, como especialistas e mestres:

Tabela 1 - Corpo docente do Centro Educa Mais João Francisco Lisboa

Categoria	Total	Especialistas	Mestres
Efetivos	27	20	7
Contratados	11	9	2

Fonte: Dados do PPP da escola (2023)

a) Efetivos: Constituem a maioria do corpo docente, com 27 professores. Dentre eles, 20 possuem especialização em suas áreas de ensino, enquanto 7 avançaram ainda mais em sua formação acadêmica, alcançando o título de mestre.

b) Contratados: Completam o quadro com 11 professores, sendo que 9 são especialistas e 2 possuem formação em nível de mestrado.

Este cenário reforça uma das condições da escola com respeito a qualidade do ensino, valorizando professores qualificados e dedicados à educação integral dos estudantes. A combinação de experiência e formação acadêmica desses profissionais

constitui uma base sólida para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras e eficazes.

Nesse contexto, o Centro Educa Mais João Francisco Lisboa se apresenta como um cenário ideal para a implementação de práticas pedagógicas inovadoras tais como a cultura maker, oferecendo um terreno fértil para investigar como essas abordagens podem enriquecer e revitalizar a aprendizagem de Física, contribuindo para uma experiência educacional mais envolvente e produtiva para os estudantes.

3.4 Os participantes da pesquisa

Os participantes deste estudo foram selecionados dentre os alunos da 1ª série do ensino médio do Centro Educa Mais João Francisco Lisboa, uma escola pública de tempo integral localizada na cidade de São Luís-MA. A pesquisa concentrou-se em duas turmas específicas, identificadas para fins deste estudo como Turmas 100 e 101, com um total de 45 estudantes, na faixa etária de 14 a 16 anos, exceto por um estudante de 17 anos, refletindo certa heterogeneidade.

A Turma 100, composta por 22 alunos, sendo 11 homens e 11 mulheres, e a Turma 101, com 23 alunos, 13 homens e 10 mulheres, foram escolhidas com base na sugestão do professor de Física, levando em conta a boa frequência dos estudantes, mas também o interesse demonstrado pelos alunos e a disponibilidade de horários para a realização das oficinas. A seleção destes sujeitos seguiu um critério de conveniência, metodologia comum em pesquisas educacionais, que leva em consideração as limitações impostas pelo contexto escolar. Tal abordagem permite uma interação direta com o ambiente educativo em seu funcionamento regular, facilitando a observação e intervenção dentro de um quadro real e imediato das práticas pedagógicas (Gil, 2019).

Outro fator para a escolha dos participantes dessa pesquisa é referente a essa fase do ensino médio representa uma oportunidade única para o docente empenhar-se no desenvolvimento e na implementação de estratégias pedagógicas inovadoras e efetivas, visando a promoção de um aprendizado significativo e de alta qualidade. Este é um momento importante, onde os fundamentos da Física são sistematizados, desempenhando um papel essencial na compreensão dos fenômenos naturais que circundam os estudantes. Além disso, a 1ª série do ensino médio é marcada por ser uma etapa de transição significativa na vida escolar dos alunos, inaugurando uma

nova fase em sua jornada acadêmica. Entender as necessidades, expectativas e dificuldades enfrentadas pelos alunos neste período é crucial para assegurar a eficácia do ensino de Física, bem como para promover uma base sólida para o sucesso contínuo dos alunos nas etapas subsequentes de sua educação.

No início da investigação, um questionário foi distribuído aos alunos de ambas as turmas envolvidas nas oficinas maker, obtendo um retorno dos 65 participantes no total. O intuito foi obter um perfil de interesse e vontade de participar em ações de melhoria pedagógica. A análise das respostas coletadas revelou detalhes interessantes sobre a demografia e as atitudes prévias dos estudantes em relação ao aprendizado de Física através de métodos não convencionais.

Tabela 2 - Faixa etária dos alunos participantes da pesquisa

Turma	Alunas				Alunos			
	14 anos	15 anos	16 anos	17 anos	14 anos	15 anos	16 anos	17 anos
100	6	5	0	0	8	5	0	0
101	4	4	2	0	6	4	2	1

Fonte: Dados da pesquisa

Na Turma 100, a faixa etária predominante era de 14 a 15 anos. Em contraste, a Turma 101 mostrou uma distribuição etária um pouco mais ampla, de 14 a 16 anos. Os alunos da Turma 101 se destacaram por sua resposta entusiástica às atividades práticas, demonstrando uma clara preferência por uma abordagem de aprendizado mais interativa em detrimento das tradicionais aulas expositivas. A turma 100, com alunos um pouco mais acanhados exibiu respostas mais comedidas em relação as aulas e em relação a metodologia do professor. De modo geral, conforme o professor apontara, esse grupo de alunos demonstrou uma curiosidade e um espírito de colaboração notável.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Após o início do ano letivo de 2023, marcado por uma paralisação dos professores que reivindicavam melhorias salariais, especificamente durante os meses de março e abril, iniciativas fundamentais foram tomadas para lançar as bases do estudo em evidência nas turmas selecionadas. A apresentação do pesquisador aos alunos marcou o começo dessas atividades, ocasião na qual o projeto de pesquisa foi apresentado detalhadamente, incluindo seus objetivos e a importância da participação dos estudantes.

Esse período, que coincidiu com o final do primeiro trimestre do ano letivo, foi crucial para ajustar os estudantes ao novo ambiente de pesquisa. Avançou-se para a fase de coleta de dados preliminares, aplicando um questionário inicial aos alunos. Este passo inicial foi essencial para reunir informações importantes que fundamentariam a primeira etapa da análise dos dados coletados, delineando os resultados a serem discutidos posteriormente no trabalho.

4.1 Diagnóstico do questionário pré-atividades

O questionário pré-atividades (Apêndice A) foi desenvolvido com o objetivo de diagnosticar o perfil inicial dos estudantes em relação ao aprendizado de Física, antes da implementação de uma intervenção pedagógica baseada na cultura maker. Esta ferramenta visa captar as percepções, dificuldades, interesses e o entendimento prévio dos alunos sobre conceitos físicos, permitindo uma personalização da intervenção de modo a atender melhor às necessidades individuais e coletivas da turma. As questões foram cuidadosamente elaboradas, fundamentadas em teorias educacionais que enfatizam a importância de considerar o contexto e os saberes prévios dos alunos no processo de aprendizagem, garantindo assim uma abordagem mais eficaz e significativa.

Na sua estruturação, visou-se alcançar três objetivos específicos: identificar o interesse e a motivação dos estudantes em relação ao estudo de Física; mapear as dificuldades que os alunos enfrentam ao lidar com os conceitos físicos e com a aplicação destes no cotidiano; e entender as preferências metodológicas dos estudantes, especialmente no que diz respeito ao uso de abordagens práticas e interativas no ensino de Física. Essas dimensões foram escolhidas por serem centrais

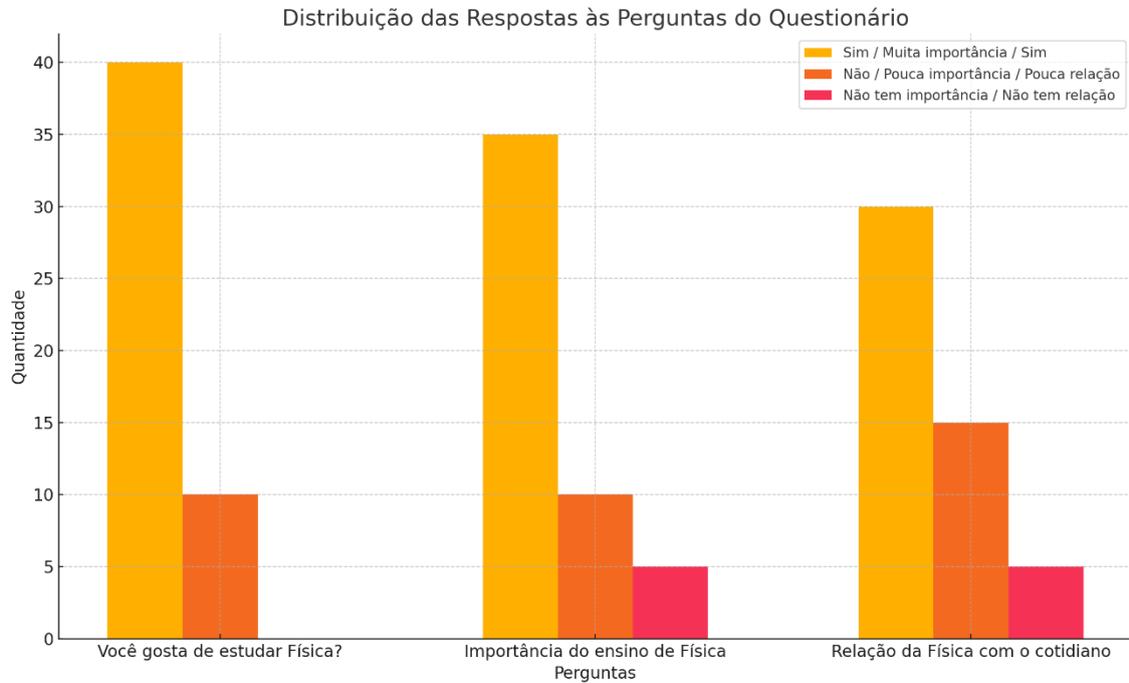
para a implementação da cultura maker, que se caracteriza por um aprendizado ativo e contextualizado.

A elaboração do questionário foi guiada por referenciais teóricos sólidos que destacam a importância dos conhecimentos prévios e da motivação no processo de aprendizagem. Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968), a identificação dos conhecimentos que os estudantes já possuem é crucial para a construção de novos saberes. Portanto, as perguntas iniciais, que exploram o gosto dos alunos pela Física e a relação que veem entre Física e Matemática, têm como objetivo mapear essas estruturas cognitivas pré-existentes. Além disso, as questões relacionadas às dificuldades enfrentadas pelos alunos foram inspiradas na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de Vygotsky (1978), que sugere a necessidade de compreender o estágio atual de desenvolvimento do aluno para oferecer desafios educacionais adequados. Com base nisso, o questionário investiga as áreas onde os alunos sentem mais dificuldades, como a interpretação teórica ou a aplicação prática dos conceitos físicos, fornecendo dados essenciais para o planejamento das atividades maker.

As perguntas que indagam sobre a importância do ensino de Física para os alunos e sua relação com o cotidiano foram formuladas com base nos princípios da Aprendizagem Experiencial de Dewey (1938). Essa abordagem teórica valoriza a conexão entre teoria e prática, enfatizando que a aprendizagem é mais eficaz quando os estudantes podem relacionar o conteúdo acadêmico com suas próprias experiências de vida. Ao questionar os alunos sobre a relevância da Física em suas vidas e em relação às tecnologias que utilizam, busca-se compreender em que medida o ensino atual de Física é percebido como significativo pelos estudantes. Outro aspecto abordado no questionário é a preferência metodológica dos alunos, especificamente sua inclinação por abordagens práticas e experimentais. Aqui, a fundamentação teórica recai sobre o Construcionismo de Papert (1980), que defende que o aprendizado é potencializado quando os alunos estão engajados na construção de projetos tangíveis. As perguntas que sondam as preferências dos alunos em relação ao uso de laboratórios, experimentos e projetos práticos estão alinhadas com essa visão, preparando o terreno para a intervenção baseada na cultura maker.

O Gráfico 2 apresenta a distribuição das respostas a três perguntas do questionário sobre a percepção dos alunos em relação ao ensino de Física.

Gráfico 2 - Distribuição das respostas a três perguntas do questionário sobre a percepção dos alunos em relação ao ensino de Física



Fonte: Dados da pesquisa

As perguntas foram: "Você gosta de estudar Física?", "Qual a importância do ensino de Física para você?" e "A Física estudada na escola tem relação com o seu cotidiano e suas tecnologias?"

As respostas foram categorizadas em três opções para cada pergunta. Para a primeira pergunta: "Sim", "Não". Para a segunda pergunta: "Muita importância", "Pouca importância" e "Não tem importância". Por último: "Sim", "Pouca relação" e "Não tem relação".

Os dados apontados pelas respostas revelam uma gradual desconexão entre a percepção da importância da Física e o interesse dos alunos em estudá-la. Embora a maioria afirme gostar de estudar Física, muitos não reconhecem sua importância no ensino, o que pode indicar uma falha na abordagem pedagógica ou na contextualização do conteúdo.

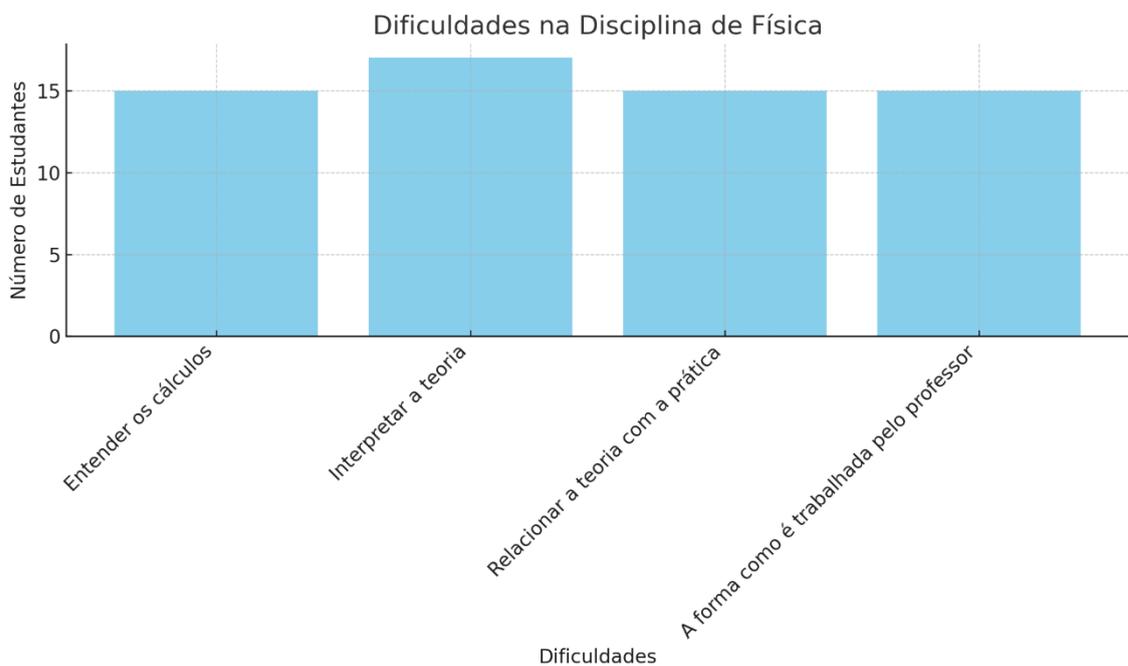
Além disso, a maioria dos alunos não vê uma forte conexão entre a Física estudada na escola e o cotidiano, o que sugere que os professores poderiam trabalhar melhor em contextualizar o conteúdo de Física com exemplos do dia a dia e aplicações práticas.

Esses dados apontam para uma necessidade crítica de tornar o ensino de

Física mais acessível e relevante, destacando a importância de estratégias didáticas que simplifiquem conceitos complexos e demonstrem a aplicabilidade da Física no cotidiano dos alunos (Moreira, 2018). Ressaltar a conexão dos conteúdos de Física com situações reais e cotidianas pode ser um caminho eficaz para aumentar o interesse dos alunos e mostrar a aplicabilidade dos conceitos aprendidos.

Perguntou-se também aos estudantes: “Qual é a sua maior dificuldade na disciplina de Física?” O gráfico 3 seguir demonstra as respostas obtidas.

Gráfico 3 - Respostas a pergunta "Qual é a sua maior dificuldade na disciplina de Física?"

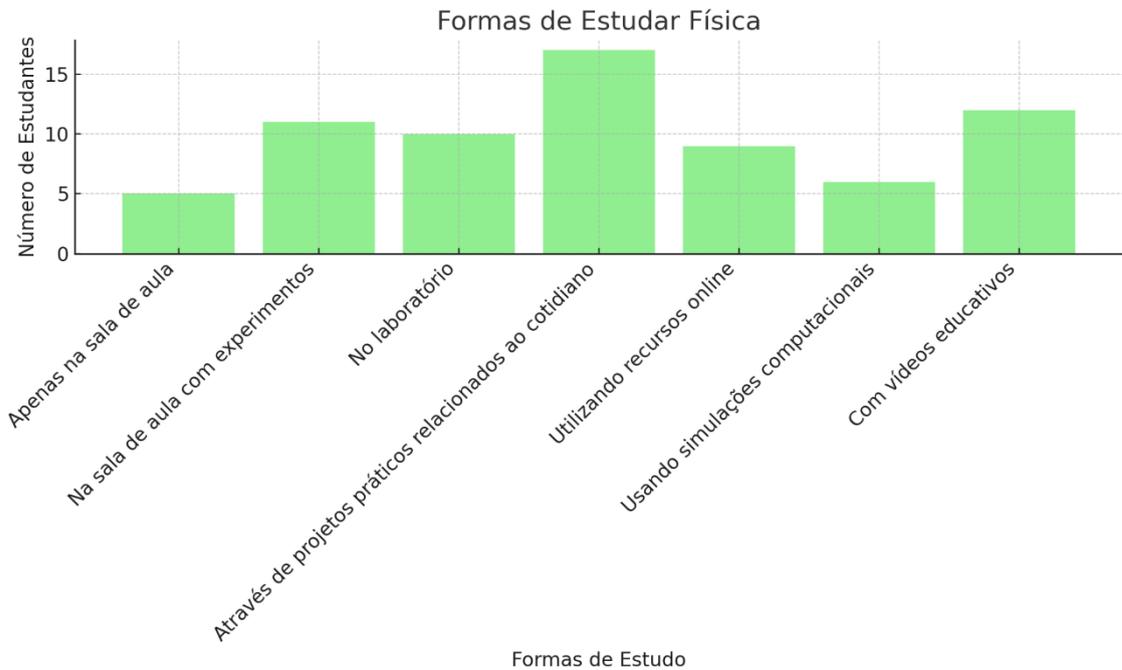


Fonte: Dados da pesquisa

Os dados coletados indicam que a apresentação dos conceitos teóricos e a aplicação prática são áreas críticas que necessitam de atenção especial. A dificuldade em entender os cálculos sugere uma possível lacuna na base matemática dos estudantes.

A próxima pergunta foi: “Como você gostaria de estudar Física?”. No gráfico 4, a seguir, apresentam-se os resultados mais relevantes.

Gráfico 4 - Respostas a pergunta Como você gostaria de estudar Física?



Fonte: Dados da Pesquisa

Pode-se ver que a maioria dos alunos sugerem métodos práticos e interativos, como projetos práticos relacionados ao cotidiano e vídeos educativos. Experimentações na sala de aula e no laboratório também são bem recebidas. Recursos online e simulações computacionais foram citadas são com menor frequência, indicando que essas ferramentas podem ser subutilizadas ou não tão acessíveis.

A análise integrada dos gráficos 3 e 4 sugere que há uma necessidade de balancear melhor a teoria com práticas mais interativas e aplicáveis ao cotidiano dos alunos. A diversificação das metodologias de ensino, incorporando mais projetos práticos, experimentos e recursos multimídia, poderia ajudar a superar as dificuldades apontadas e melhorar o aprendizado de Física.

Projetos práticos e vídeos educativos são eficazes para interpretar a teoria e conectar conceitos com aplicações reais. A implementação de mais atividades experimentais e o uso de recursos digitais podem melhorar a compreensão dos alunos, sugerindo uma necessidade de adaptação nas abordagens pedagógicas para engajar melhor os estudantes e facilitar o aprendizado da Física.

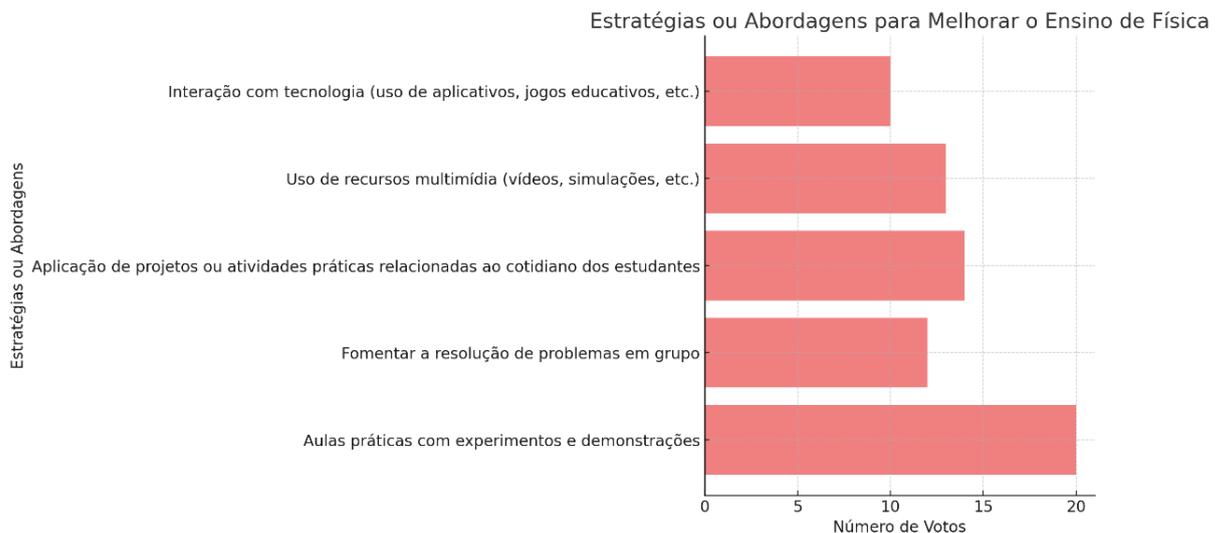
Por último, foi perguntado aos estudantes: “Na sua opinião, quais estratégias ou abordagens poderiam ser utilizadas para melhorar o ensino de física? Permitimos que

os estudantes marcassem quantas opções julgassem aceitas. As opções foram:

- a) Aulas práticas com experimentos e demonstrações;
- b) Fomentar a resolução de problemas em grupo;
- c) Aplicação de projetos ou atividades práticas relacionadas ao cotidiano dos estudantes;
- d) Uso de recursos multimídia (vídeos, simulações, etc.);
- e) Interação com tecnologia (uso de aplicativos, jogos educativos, etc.).

Esta pergunta coleta sugestões diretas dos alunos sobre como melhorar o ensino de física. As respostas revelam um posicionamento crítico dos estudantes em relação ao aprendizado apenas teórico, considerado pouco atrativo e produtivo. Os participantes destacaram a necessidade de abordagens práticas e tecnológicas, alinhadas com os pilares da cultura maker. Implementar essas sugestões pode levar a um ambiente de aprendizado mais dinâmico e interativo, promovendo maior engajamento e eficácia no ensino de física. O gráfico 5 a seguir ilustra os resultados obtidos.

Gráfico 5 - Respostas a pergunta Quais estratégias ou abordagens poderiam ser utilizadas para melhorar o ensino de física?



Fonte: Dados da Pesquisa

Os dados indicam que os alunos preferem uma abordagem prática e interativa para o ensino de Física. A combinação de experimentos, projetos práticos, recursos multimídia e tecnologias modernas pode criar um ambiente de aprendizagem mais eficaz e engajador. A colaboração em grupo também é valorizada, promovendo

habilidades essenciais para a resolução de problemas. Implementar essas estratégias em conjunto pode melhorar significativamente a compreensão e o interesse dos alunos pela disciplina de Física.

De modo geral, é possível perceber que a convergência entre as preferências dos alunos e as estratégias sugeridas enfatiza a demanda por um ensino mais dinâmico e aplicado de Física, que faça uso intensivo de recursos tecnológicos e visuais para tornar a aprendizagem mais envolvente e relevante para os estudantes.

Dessa maneira, sentimo-nos encorajados para sugerir práticas de intervenção com características maker concomitantes as aulas de física, pois como já discutimos a cultura maker promove a inovação e o pensamento crítico por meio de atividades hands-on, permitindo que os estudantes se envolvam ativamente no processo de aprendizado através de projetos interdisciplinares e experimentos que conectam a teoria ao cotidiano, de acordo com Raabe e Gomes (2018).

Por outro lado, percebemos também que esta forma de abordagem é suportada pela literatura revisada, que enfatiza a importância da cultura maker na educação, promovendo um ambiente de aprendizagem mais envolvente e relevante para os estudantes, conforme mencionado por Azevêdo (2019) e Ferreira (2020).

Neste sentido, implementar os princípios da cultura maker no ensino de Física pode satisfazer as preferências dos estudantes, tornando o aprendizado mais engajador e relevante. Rocha e Lima (2021) também destacam que os espaços makers e laboratórios são ambientes colaborativos onde os estudantes podem trabalhar juntos em projetos interdisciplinares. Estes autores, destacam que “ao desenvolver projetos que envolvem elementos de design, eletrônica, programação e mecânica, os alunos aplicam conceitos físicos de forma integrada” (Rocha, Lima, 2021, p. 4). De fato, a Física não existe isoladamente; ela se conecta a outras disciplinas e à vida cotidiana.

Isso reflete a necessidade de adaptar o ambiente educacional às exigências do século XXI, promovendo habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade. Sendo assim, há de se concordar com Silva e Lima (2024) quando afirmam que “a cultura maker pode conduzir para uma abordagem dinâmica e prática do ensino de Física, alinhando-se às preferências dos estudantes e preparando-os para os desafios do século XXI” (Silva, Lima, 2024, p. 1).

4.2 A intervenção pedagógica

Entre outubro e novembro de 2023, foi realizada uma intervenção pedagógica nas aulas de Física nas duas turmas selecionadas, com o objetivo de integrar os estudantes à cultura maker, utilizando a montagem de maquetes como uma estratégia prática para explorar e consolidar conceitos físicos de maneira criativa e contextualizada.

Em consenso com o professor de física das turmas, buscou-se em livros e outras publicações, inclusive no YouTube, projetos condizentes com a proposta. Também foram levados em consideração alguns trabalhos recentes com temática semelhante.

Um estudo relevante é o de Andrade e Corrallo (2020), que analisou a influência da cultura maker e do uso do Tinkercad no ensino de física. Os autores destacam que a cultura maker valoriza a participação ativa dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem, alinhando-se com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que preconiza o uso de ferramentas tecnológicas para promover o protagonismo do estudante.

Outro trabalho significativo é o de Rocha e Lima (2021), que discute a cultura maker como ferramenta de aprendizagem no ensino de física. Eles argumentam que a inserção de metodologias como a cultura maker torna-se essencial para unir teoria e prática, facilitando o conhecimento e tornando as aulas mais atrativas para os estudantes. A pesquisa destaca que o uso de materiais de baixo custo e situações práticas reais pode despertar a curiosidade dos alunos e tornar a aprendizagem mais significativa.

A dissertação de Gonçalves (2021) foi uma referência importante. Ele propõe um manual de atividades maker para o ensino de ciências, enfatizando que a educação maker promove a participação ativa dos alunos no processo de ensino e aprendizagem. Gonçalves (2021) reforça que o professor deve atuar como mediador, auxiliando os alunos durante a execução das atividades e estimulando a busca por novos conhecimentos.

Com base nessas referências, escolhemos duas oficinas práticas: a construção de pontes com palitos de picolé e a montagem de uma braquistócrona. No contexto da cultura maker, levou-se em consideração a escolha de materiais e ferramentas que garantissem a experimentação, acessibilidade e o desenvolvimento de habilidades

motoras e cognitivas. Nas oficinas selecionadas, materiais simples, como palitos de picolé, canos de PVC, tubos flexíveis, papel, papelão, arame, cola e ferramentas de corte, são facilmente acessíveis e manuseáveis, assegurando a participação ativa, porém segura, de todos os alunos na construção dos protótipos. Segundo Blikstein (2018), a simplicidade e o baixo custo desses recursos estão alinhados com a essência da cultura maker, que incentiva o uso de materiais acessíveis para promover criatividade e inovação.

As atividades foram agendadas para ocorrer às quartas-feiras e sextas-feiras, períodos anteriormente reservados para práticas laboratoriais, ao longo de um mês. Considera-se que esse seria um tempo razoável para o desenvolvimento da proposta, intercalada com as aulas teóricas da disciplina.

A construção de uma ponte de palitos de picolé permite a aplicação prática de conceitos teóricos de física, como forças, tensão, compressão e equilíbrio, de maneira tangível. Isso facilita a compreensão de teorias que, de outra forma, poderiam parecer abstratas. Além disso, esse projeto incentiva os alunos a pensar como engenheiros, planejando e projetando uma estrutura funcional e resistente, desenvolvendo habilidades de design e prototipagem essenciais na cultura maker. A atividade também promove o trabalho em equipe e a colaboração, habilidades valiosas tanto no contexto escolar quanto no mercado de trabalho. Projetos práticos como este tendem a aumentar o engajamento dos alunos, pois eles veem um propósito claro e um resultado tangível em seu trabalho, o que pode aumentar a motivação e o interesse pela disciplina.

Por outro lado, a construção de uma curva braquistócrona explora conceitos avançados de física, envolvendo cinemática e dinâmica, e permite aos alunos aprofundar seu entendimento de princípios como a conservação de energia e a aceleração. Este projeto integra conceitos matemáticos, como cálculo e geometria, com a física, mostrando aos alunos como essas disciplinas estão interligadas, o que pode ajudar a desmistificar a matemática e torná-la mais acessível e relevante. Resolver o problema da curva braquistócrona exige que os alunos pensem criticamente e analiticamente, desenvolvendo habilidades de resolução de problemas complexos. Eles precisam formular hipóteses, testar suas ideias e ajustar suas abordagens com base nos resultados. Além disso, a construção de uma curva braquistócrona permite que os alunos sejam criativos na busca de soluções, incentivando a inovação e a experimentação, pilares da cultura maker.

O ambiente escolhido para a realização das oficinas, foi laboratório de física, embora pudessem ser feitas na sala de aula, porém como o local tem bancadas e bancos altos, além de tomadas, facilita o trabalho em grupo e a experimentação prática. Apesar da climatização ser considerada inadequada, o espaço permitia que os alunos se agrupassem em torno das bancadas para colaborar nas construções. No entanto, foi notado que alguns alunos tendiam a se dispersar pelo ambiente, enquanto outros se envolviam em conversas paralelas, desafiando o foco coletivo nas atividades propostas.

O professor titular introduziu os conceitos básicos e as peculiaridades envolvidas na montagem das maquetes usando alguns vídeos tutoriais do YouTube. Dois roteiros simples foram preparados para nortear as observações (APÊNDICES B e C). Como não se tratava de um roteiro prévio detalhado para a execução das atividades, uma vez que uma das características centrais da proposta maker é justamente permitir que os estudantes possam exercer sua criatividade e autonomia na resolução de problemas, eles não foram disponibilizados para os estudantes. Ao invés de seguir instruções rígidas, os alunos foram incentivados a explorar diferentes abordagens e soluções, o que favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo. Nesse contexto, os vídeos tutoriais do YouTube mostraram-se especialmente apropriados, pois fornecem uma base inicial flexível e aberta, permitindo que cada aluno personalize seu processo de construção de acordo com suas próprias ideias. De acordo com as diretrizes de ensino baseadas na pedagogia maker, o uso de tutoriais em vídeo tem sido amplamente reconhecido como uma ferramenta eficaz para fomentar a aprendizagem autogerenciada e a experimentação, facilitando o acesso a conhecimento prático sem limitar a criatividade dos alunos, conforme Blikstein (2018) e Tezani (2011). O cronograma das atividades com os respectivos objetivos, desenvolvidos durante a intervenção, estão descritos no Quadro 9.

Quadro 9 - Cronograma das atividades realizadas

Data	Atividade	Objetivo
1ª Semana	Introdução teórica	Introduzir a cultura maker e os conceitos de construção de maquetes. Explicar as oficinas (pontes de palitos de picolé e braquistócrona).
	Planejamento das pontes	Desenvolver habilidades de planejamento e design das pontes de palitos de picolé. Discutir possíveis designs e estrutura em grupo.
2ª Semana	Construção inicial	Aplicar conhecimentos teóricos na prática. Desenvolver habilidades manuais ao iniciar a construção das pontes de palitos de picolé.

	Testes de resistência	de	Identificar e resolver problemas estruturais nas pontes. Reforçar a importância do processo de tentativa e erro através dos primeiros testes de resistência.
3ª Semana	Planejamento da braquistócrona	da	Compreender o conceito de braquistócrona. Desenvolver habilidades de planejamento e design para a construção do modelo.
	Construção da braquistócrona	da	Aplicar conceitos teóricos na construção prática da curva braquistócrona. Desenvolver habilidades manuais e precisão no corte e montagem.
4ª Semana	Ajustes e testes iniciais		Refinar o modelo da curva braquistócrona com base em testes práticos. Promover a análise crítica e a resolução de problemas.
	Testes finais e conclusão	e	Finalizar a construção da curva braquistócrona. Testar e discutir os resultados, consolidando o aprendizado durante o processo.
Encerramento	Discussão final e reflexão	e	Avaliar a eficácia das oficinas na compreensão dos conceitos físicos. Refletir sobre o impacto da cultura maker no aprendizado e no desenvolvimento de habilidades.

Fonte: A autoria

Durante as oficinas, optou-se por adotar uma postura de observação não participante, ou seja, abster-se de intervir diretamente nas atividades, permitindo que a dinâmica de aprendizagem entre os alunos se desenvolvesse naturalmente. A observação não participante é uma técnica de coleta de dados amplamente utilizada em pesquisas qualitativas, especialmente no campo da educação, onde o objetivo é entender o comportamento natural dos sujeitos em seus próprios ambientes. Como afirmam Lüdke e André (1986), "a observação não participante é aquela em que o pesquisador se mantém à distância, sem interferir na situação observada, registrando os acontecimentos tal como ocorrem". Ao não interagir diretamente, o pesquisador pode captar nuances de comportamento que poderiam ser alteradas se sua presença fosse percebida como uma figura de autoridade ou de orientação.

No contexto das oficinas maker, essa abordagem foi particularmente valiosa para analisar como os estudantes interagem com o material, colaboravam entre si e utilizavam o espaço. Em um ambiente maker, onde a autoexperimentação e a colaboração são fundamentais, a observação sem intervenção pode revelar como os alunos assumem papéis, distribuem responsabilidades e resolvem problemas de maneira coletiva. Autores como Blikstein (2018) e Martin (2015) destacam a importância de permitir que os alunos explorem e inovem sem direcionamento excessivo.

Além disso, tendo como referência Creswell (2010), a observação visava identificar quais estratégias de aprendizagem emergiam espontaneamente e quais

abordagens eram mais eficazes dentro de um ambiente pedagógico maker, caracterizado pela autonomia e criatividade dos alunos.

Foram levados em consideração alguns aspectos importantes: observar o engajamento dos alunos para perceber o nível de interesse e participação, identificando aqueles que pudessem estar perdidos ou desmotivados; analisar as interações em grupo com o intuito de entender como os alunos colaboram entre si, compartilhando ideias e solucionando problemas coletivamente; e identificar dificuldades conceituais, prestando atenção às dúvidas e obstáculos enfrentados, especialmente relacionados aos conceitos físicos em foco.

Ao longo das semanas, os alunos mostraram-se ativos nas construções. A intenção era que a experiência prática proporcionada pelas oficinas permitisse aos estudantes explorar conceitos de física de forma concreta, reforçando o aprendizado através da experimentação direta e do trabalho em equipe.

4.3 Registo das observações

Através da construção de pontes com palitos de picolé e da exploração do conceito de braquistócrona, os estudantes foram inseridos em um processo de aprendizagem que promove a criatividade, a resolução de problemas e a colaboração. Essa abordagem prática estimulou os alunos a se tornarem não apenas consumidores de conhecimento, mas também criadores.

Observou-se que, com o passar do tempo, os grupos começaram a se organizar melhor, ajustando suas estratégias conforme surgiam desafios práticos e colaborativos. Uma característica marcante foi a frequência com que os alunos recorriam aos vídeos tutoriais, especialmente nos momentos em que surgiam dúvidas técnicas sobre os materiais ou quando enfrentavam dificuldades em seguir adiante com o projeto. O uso desses vídeos proporcionou flexibilidade e suporte visual, permitindo que os estudantes explorassem soluções diversas por conta própria.

Figura 4 - Estudantes reunidos para conhecer os materiais de trabalho após a apresentação dos vídeos tutoriais



Fonte: Acervo do professor titular

Entretanto, surgiram situações típicas de ambientes adolescentes. O ambiente ruidoso aumentava durante momentos de maior interação, especialmente quando os grupos precisavam colaborar mais intensamente. Alguns alunos demonstraram frustração com colegas que não estavam igualmente comprometidos com as tarefas, o que gerou pequenos conflitos e discussões (Figura 5). Alguns grupos enfrentaram desafios relacionados à comunicação interna, com dificuldades na coordenação das tarefas.

Existiram casos de estudantes que preferiram se isolar, principalmente quando encontraram dificuldades técnicas ou sentiram insegurança em relação à tarefa.

Figura 5 - Alunos fazem medições e cálculos das peças da ponte enquanto outros alunos ao fundo ficam dispersos



Fonte: Acervo do professor titular

No início, a falta de clareza na divisão das funções resultou em retrabalho e erros. Entretanto, conforme a atividade progredia, os alunos aprenderam a se organizar melhor, aprimorando a comunicação e a cooperação para alcançar os objetivos (Figura 6).

Figura 6 - Alunos colam peça por peça da ponte



Fonte: Acervo do professor titular

A oficina de construção de pontes com palitos de picolé ofereceu aos alunos uma oportunidade para explorar princípios de física e engenharia de forma prática. O planejamento e o design desafiaram os alunos a pensar criticamente sobre as estruturas que estavam desenvolvendo, aplicando conceitos matemáticos para otimizar o uso dos materiais (Figura 7). O trabalho em equipe foi fundamental, com a

colaboração entre os participantes sendo essencial para a superação de obstáculos. A comunicação e a troca de ideias se destacaram como fatores chave, reforçando o caráter colaborativo da cultura maker.

Figura 7 - Alunos cortam os palitos para confeccionar a ponte



Fonte: Acervo do professor titular

Durante o processo de construção, surgiram desafios técnicos no manuseio dos materiais, como cortes imprecisos ou estruturas que não mantinham a estabilidade desejada. Esses problemas técnicos foram resolvidos por meio de tentativas sucessivas, que ilustraram o valor da experimentação na aprendizagem. A fase de teste das pontes com pesos introduziu uma competição saudável, permitindo que os alunos avaliassem a funcionalidade de suas criações e ajustassem seus projetos com base nos resultados obtidos (Figura 8).

Figura 8 - Trabalho em equipe para avaliar a estrutura da ponte



Fonte: Acervo do professor titular

A oficina também destacou o valor da metodologia "aprender fazendo", que é um dos princípios centrais da cultura maker. Ao longo da construção, os alunos passaram por um processo de tentativa e erro, em que as falhas eram vistas como oportunidades de aprendizado. Essa abordagem favoreceu o desenvolvimento de uma mentalidade de crescimento, na qual a persistência e a habilidade de aprender com os erros eram mais valorizadas do que a perfeição imediata (Figura 9).

Figura 9 - Aprender fazendo ao construir a ponte usando um gabarito



Fonte: Acervo do professor titular

A cultura maker, como discutido no capítulo 2, fomenta a autonomia, colaboração, criticidade e criatividade dos estudantes. Essas habilidades foram claramente demonstradas na oficina de construção das pontes, onde os alunos planejaram, desenharam, construíram e testaram suas criações com base em conceitos teóricos aplicados na prática. A pesquisa de Ferreira (2020) também aponta que as atividades maker "dão vazão à curiosidade e ao diálogo entre estudantes e professores", destacando a importância da interação e da experimentação no processo educativo.

A oficina de construção da curva braquistócrona apresentou desafios mais complexos, já que os alunos tiveram que aplicar conceitos de cinemática e dinâmica à construção prática. A dificuldade inicial em compreender esses conceitos foi superada à medida que os estudantes discutiam entre si e testavam diferentes soluções. Novamente, os vídeos tutoriais desempenharam um papel fundamental, servindo como uma fonte frequente de consulta para resolver questões práticas e esclarecer dúvidas conceituais (Figura 10). A construção do modelo físico e a

observação da trajetória de uma bolinha pela curva ofereceram uma experiência prática que facilitou a assimilação dos conceitos abstratos de física.

Figura 10 - Alunos usam ferramenta para cortar papelão da maquete da braquistócrona. Televisor usado para exibir video tutorial



Fonte: Acervo do professor titular

Além dos desafios técnicos, a gestão do tempo se destacou como uma dificuldade recorrente. Muitos alunos subestimaram o tempo necessário para concluir as etapas de planejamento e execução, o que exigiu reorganizações de última hora para finalizar as construções dentro do prazo. Esse desafio ensinou aos alunos a importância de um planejamento mais eficiente e da priorização de tarefas.

A evolução dos alunos ao longo das oficinas foi notável. Eles desenvolveram não apenas habilidades técnicas, como uso de ferramentas de corte (Figura 11), mas também uma compreensão mais profunda dos conceitos físicos envolvidos.

Figura 11 - Aluna usando uma serra tico tico para cortar molde da braquistócrona. Ao fundo, vê-se um modelo em folha de compensado.



Fonte: Acervo do professor titular

Como um todo, as atividades em equipe ajudaram os alunos a internalizarem conceitos como velocidade, deslocamento e aceleração, que se tornaram mais claros

à medida que as atividades práticas avançavam. A interação constante entre os participantes e o ajuste contínuo dos projetos (Figura 12) mostraram a importância do diálogo e da troca de ideias para a construção do conhecimento.

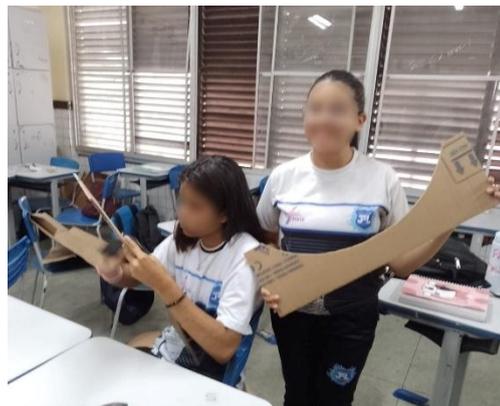
Figura 12 - Estudantes discutem detalhes para finalizar seu projeto da braquistócrona



Fonte: Acervo do professor titular

Essa intervenção pedagógica preparou os estudantes para enfrentar desafios futuros com confiança e curiosidade, habilidades essenciais para o século XXI. Menezes (2020) destaca que "quando os alunos trabalham em pares, eles se apoiam e fortalecem a capacidade de ampliar suas ideias e ressignificá-las em uma perspectiva mais democrática", o que se evidenciou durante as oficinas (Figura 13).

Figura 13 - Aluna exibe com satisfação a base de sua maquete



Fonte: Acervo do professor titular

Além disso, Gavassa (2020) ressalta que a abordagem maker tem sido apresentada como uma alternativa às concepções tradicionalistas, promovendo as

habilidades do século XXI. Esse conceito foi ilustrado nas oficinas, em que os alunos desenvolveram competências essenciais como criatividade, resolução de problemas e trabalho em equipe, refletindo a relevância dessa abordagem para a educação contemporânea.

Figura 14 - Alunos exibem a capacidade da ponte de palitos que eles construíram durante exibição no pátio da escola



Fonte: Acervo do pesquisador

Em resumo, as oficinas de construção de pontes e da braquistócrona demonstraram a eficácia da cultura maker na promoção de um aprendizado prático e colaborativo. Os desafios enfrentados, como dificuldades técnicas, gestão de tempo, problemas de comunicação e o recurso constante aos vídeos tutoriais, foram superados através da experimentação, persistência e colaboração, mostrando o valor dessa metodologia para o desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI.

4.4 Análise do questionário pós-atividades e entrevistas

Para avaliar a eficácia das atividades maker no ensino de Física no Ensino Médio e o potencial de aprendizagem dos estudantes, foi desenvolvido um questionário (APÊNDICE D) detalhado, cuidadosamente estruturado para capturar as percepções dos alunos sobre diversos aspectos do processo de ensino-aprendizagem. As perguntas foram elaboradas com o objetivo de investigar não

apenas o entendimento dos conceitos físicos, mas também o interesse e a motivação dos estudantes, a mudança na dinâmica de sala de aula, tanto do ponto de vista dos alunos quanto dos professores, e a capacidade das atividades de promover curiosidade e colaboração. Através de uma combinação de respostas quantitativas e comentários qualitativos, o questionário busca fornecer uma visão abrangente sobre como as atividades práticas e de construção de maquetes podem melhorar o desempenho dos alunos e enriquecer sua experiência de aprendizagem em Física.

O gráfico 6, a seguir, mostra a variação das respostas das duas turmas avaliadas.

Gráfico 6 - Variação das respostas dos estudantes pós-atividades



Fonte: Dados da Pesquisa

Os dados coletados indicam que a maioria dos alunos concorda que a construção de objetos e maquetes contribuiu significativamente para a compreensão dos conceitos físicos. Na Turma 100, 21 alunos (95%) concordaram ou concordaram plenamente com essa afirmação, enquanto apenas um aluno discordou. Comentários qualitativos reforçam essa percepção, como relatado por um estudante que afirmou: "Foi uma experiência muito legal, aprendi vários conceitos da Física". Na Turma 101, 22 alunos (96%) expressaram concordância com essa afirmação, destacando que a representação visual auxiliou na compreensão dos conceitos, conforme um aluno

mencionou: "Sim, pois me ajudou a entender por meio de uma representação visual". Esses resultados corroboram a ideia de que as práticas maker podem facilitar a assimilação de conceitos teóricos ao torná-los mais tangíveis e visualmente acessíveis. Além disso, as atividades práticas despertaram um interesse maior pela aprendizagem de Física. Na Turma 100, 20 alunos (91%) relataram um aumento no interesse, com comentários como: "Traz conhecimento diversificado" e "Nos deixa mais curiosos para aprender". Similarmente, na Turma 101, 20 alunos (87%) expressaram um aumento no interesse, com um aluno observando: "Sim, pois a gente mexe com materiais diferentes". Esses achados sugerem que as atividades maker têm o potencial de motivar os alunos e fomentar um ambiente mais engajador e dinâmico em comparação com as aulas tradicionais.

A mudança na atuação do professor também foi percebida pelos alunos. Na Turma 100, 21 alunos (95%) concordaram que as atividades práticas modificaram a atuação do professor, tornando as aulas mais dinâmicas e interativas. No entanto, na Turma 101, a percepção foi mais diversificada, com 13 alunos (57%) concordando e 10 (43%) discordando ou permanecendo indiferentes.

Os comentários revelam uma percepção de maior atenção e prestatividade por parte do professor durante as atividades práticas. Essa variação pode indicar que a eficácia das atividades maker na mudança da atuação do professor pode depender de fatores específicos do contexto escolar ou das abordagens individuais dos docentes. Os resultados também indicam que as atividades práticas influenciaram positivamente a atuação dos alunos.

Na Turma 100, 22 alunos (100%) concordaram que houve uma mudança em sua própria atuação, com maior engajamento e responsabilidade.

Comentários: "Faz com que eu me dedique ainda mais" ilustram essa mudança. Na Turma 101, 19 alunos (83%) expressaram uma percepção similar, destacando maior interação e atenção durante as aulas. Esses dados sugerem que as práticas maker podem promover uma aprendizagem mais ativa e participativa, alinhada com os princípios da educação construtivista.

A ampliação da curiosidade foi outro aspecto destacado pelos alunos. Na Turma 100, 21 alunos (95%) concordaram que as atividades práticas ampliaram sua curiosidade, enquanto na Turma 101, 22 alunos (96%) expressaram a mesma opinião.

Comentários: "Nas aulas fizeram mais perguntas para aprofundar o conhecimento" e "A gente fica com curiosidade de testar coisas diferentes para

aprender" indicam que as atividades maker podem incentivar uma postura investigativa e exploratória nos alunos, essencial para o desenvolvimento científico. A possibilidade de compartilhar ideias foi amplamente valorizada pelos alunos. Na Turma 100, 21 alunos (95%) reconheceram que as atividades práticas permitiram o compartilhamento de ideias, enquanto na Turma 101, 22 alunos (96%) relataram a mesma experiência.

Comentários: "Todos nós compartilhamos ideias entre si e até com o professor" e "As atividades em grupo tornam a possibilidade de compartilhar ideias maior" refletem a importância da colaboração e da aprendizagem em grupo promovida pelas atividades de intervenção.

No que diz respeito ao aprendizado do conteúdo, 19 alunos (86%) da Turma 100 e 14 alunos (61%) da Turma 101 concordaram que as atividades práticas possibilitaram um melhor aprendizado do conteúdo de Física em comparação com as aulas tradicionais.

Comentários: "Quando vamos ao laboratório aprendemos muito mais com os objetos que envolvem a matéria" e "Na prática é bem melhor de aprender" reforçam a eficácia do aprendizado prático. Finalmente, a maioria dos alunos considerou que as atividades práticas facilitaram a aprendizagem. Na Turma 100, 22 alunos (100%) concordaram com essa afirmação, e na Turma 101, 23 alunos (100%) expressaram a mesma opinião. Comentários: "É bom trabalhar com coisas diferentes para estudar" e "Aprendemos melhor como funciona" sugerem que as práticas maker oferecem uma abordagem mais compreensível e acessível para o estudo da Física.

A afirmação de que "a construção de objetos ou maquetes ajudou a entender os conceitos físicos que foram estudados" com 65% dos alunos concordando plenamente, ressoa com a visão de que o ensino de Física deve ir além do senso comum e das interpretações ingênuas, buscando constantemente melhores modelos e teorias para explicar o universo. Isso demonstra a eficácia da metodologia prática e maker na promoção de uma compreensão mais profunda e significativa da Física, alinhando-se à perspectiva de que a Física está sempre em evolução e em busca de uma compreensão mais completa do universo.

Da mesma forma, a observação de que atividades práticas e a construção de objetos modificam a atuação tanto do professor quanto do estudante, com 50% e 55% dos alunos concordando plenamente, respectivamente, reflete a necessidade de um ensino de Física que contribua para a formação de cidadãos críticos e empoderados.

Isso está em harmonia com a ideia de que saber física significa ter instrumentos conceituais para dialogar com o mundo em vários níveis, promovendo uma contribuição para a construção da cidadania, sendo esta um objetivo marcante na escola de tempo integral João Francisco Lisboa.

Além disso, a ampliação da curiosidade dos estudantes nas atividades aplicadas em sala de aula, com 70% concordando plenamente, enfatiza a relevância de oferecer um ensino que, "além de transmitir conhecimentos, estimule a investigação, a reflexão crítica e a criatividade" (Brasil, 2018, p. 8). Este aspecto é crucial para a abordagem de ensino proposta pela BNCC, que destaca a importância de trabalhar temas transversais e a interdisciplinaridade, incentivando os alunos a aplicar o conhecimento em diversas situações da vida real e a desenvolver uma visão crítica e consciente da aplicação das ciências e tecnologias na sociedade, que "busca desenvolver a autonomia dos alunos, a capacidade de pensar por si e de tomar decisões conscientes" (Brasil, 2018, p. 9).

Outro ponto notável em nossas observações e corroborada pelas respostas dos estudantes foi quanto à utilização de ferramentas e a possibilidade de criar e construir objetos como apoio aos estudos. Com 75% concordando plenamente, ressalta a sinergia entre a prática maker e os objetivos educacionais contemporâneos. Isso alinha-se à proposta da BNCC de promover um ensino mais integrado, contextualizado, que prioriza a experimentação e a resolução de problemas, preparando os estudantes para a vida e o mundo do trabalho em um contexto cada vez mais influenciado pela ciência e tecnologia.

Para analisar as respostas dos estudantes relacionadas aos aspectos de aprendizagem proporcionados pelas atividades maker no ensino de Física, foi utilizado o método de Análise de Conteúdo de Bardin (2016), com o foco específico na organização dos termos e palavras-chave mais recorrentes. Esses termos foram coletados e categorizados a partir das falas dos alunos e organizados em um quadro, com o objetivo de sintetizar os aspectos centrais da aprendizagem que emergiram das respostas ao questionário aplicado. A aplicação do método possibilitou não apenas uma organização clara dos dados, mas também permitiu identificar padrões significativos que embasam as conclusões sobre o impacto das atividades maker.

A pré-análise foi o ponto de partida, onde as respostas foram transcritas e lidas de forma exaustiva, permitindo uma compreensão inicial das percepções dos estudantes. Conforme Bardin (2016) sugere, essa leitura flutuante permitiu que termos

relevantes fossem identificados e organizados.

Na exploração do material, esses termos foram organizados em categorias temáticas, utilizando o procedimento de categorização descrito por Bardin (2016). De acordo com a autora, temos um processo composto por várias etapas essenciais para organizar os dados qualitativos de forma sistemática. Primeiramente, realiza-se a identificação das unidades de registro, que envolve selecionar pequenos trechos ou expressões do material analisado, como palavras ou frases, que têm relevância direta para os objetivos da pesquisa. Essas unidades de registro são os blocos iniciais de construção das categorias. No caso desta pesquisa, expressões como "entendimento", "motivação" e "cooperação" foram identificadas como elementos recorrentes e centrais nas falas dos alunos durante as atividades maker.

Uma vez identificadas as unidades de registro, o próximo passo envolve o agrupamento dessas unidades em categorias temáticas. Bardin (2016) afirma que as categorias devem ser agrupadas de acordo com critérios temáticos e conceituais claros, permitindo que as informações sejam organizadas de forma coerente. No contexto desta pesquisa, termos como "entendimento", "clareza" e "visualização" foram agrupados na categoria Compreensão dos Conceitos Físicos, enquanto termos relacionados à participação ativa e curiosidade foram categorizados como Motivação e Engajamento. Esse agrupamento facilita a análise e a interpretação dos dados, já que as categorias ajudam a sintetizar as principais ideias presentes nas falas dos alunos.

A seguir, apresenta-se um quadro com as categorias de análise e as unidades de registro mais recorrentes nas falas dos estudantes, detalhados de acordo com a sua frequência e relevância:

Quadro 10 - Quadro com termos e palavras-chave identificados na entrevista com os estudantes de acordo com sua ocorrência

Categoria de Análise	Unidades de registro	Frequência
Compreensão dos Conceitos	Entendimento, visualização, clareza, tangível, representação, prática	Alta
Motivação e Engajamento	Curiosidade, motivação, engajamento, diversificação, materiais diferentes, dedicação, responsabilidade, participação	Alta
Colaboração e Interação	Colaboração, interação, grupo, troca de ideias, cooperação	Alta

Atuação do Professor	Dinamismo, interatividade, atenção, prestatividade	Moderada
Facilitação da Aprendizagem	Compreensão, acessibilidade, prática, diferentes métodos	Moderada
Aprendizado Prático	Eficiência, prática, laboratório, entendimento, clareza	Alta
Ampliação da Curiosidade	Investigação, exploração, perguntas, teste, conhecimento	Moderada

Fonte: Dados coletados dos questionários

O quadro montado a partir dessa categorização oferece uma síntese visual dos termos mais recorrentes, organizados em sete categorias principais: Compreensão dos Conceitos Físicos, Motivação e Engajamento, Colaboração e Interação, Atuação do Professor, Facilitação da Aprendizagem, Aprendizado Prático, e Ampliação da Curiosidade. Cada uma dessas categorias representa um aspecto distinto da aprendizagem, refletindo como os estudantes perceberam o impacto das atividades maker em sua formação. Essa organização permitiu não apenas uma análise sistemática dos dados, mas também evidenciou a multiplicidade de aprendizagens proporcionadas pela metodologia maker, como o desenvolvimento de habilidades práticas e o fortalecimento da autonomia.

As categorias identificadas refletiram aspectos centrais da experiência de aprendizagem, como Motivação e Engajamento, em que termos como "curiosidade" e "participação" apareceram frequentemente, demonstrando o impacto positivo das práticas maker em estimular o interesse dos alunos. Além disso, categorias como Colaboração e Interação reuniram termos como "troca de ideias" e "cooperação", mostrando que o trabalho em grupo foi uma parte essencial das atividades, promovendo a interação entre os estudantes.

Outro aspecto importante do procedimento de categorização é a clareza na definição das categorias. Bardin (2016) ressalta que, para garantir a consistência na análise, o pesquisador deve definir critérios claros para cada categoria, explicando o que será incluído em cada uma delas. Por exemplo, ao criar a categoria Colaboração e Interação, estabeleceu-se que essa categoria incluiria todas as falas dos alunos que mencionassem cooperação, trabalho em grupo ou troca de ideias. Esse nível de clareza e definição é essencial para que as categorias reflitam com precisão as percepções e experiências dos estudantes.

Bardin (2016) enfatiza a necessidade de flexibilidade no processo de categorização. À medida que novos dados são analisados ou padrões inesperados

surgem, as categorias podem ser ajustadas ou expandidas para incluir novas percepções. Na presente pesquisa, essa flexibilidade permitiu que as categorias fossem ajustadas de acordo com o surgimento de novas ideias durante a análise, como foi o caso da inclusão de termos relacionados à autonomia e tomada de decisões, que inicialmente não haviam sido destacadas, mas emergiram como elementos importantes nas falas dos alunos.

A categorização de Bardin é fundamental para permitir que o pesquisador sistematize grandes volumes de dados, transformando informações dispersas em categorias organizadas que podem ser analisadas e interpretadas com clareza. O resultado desse processo é uma estrutura analítica que facilita a extração de conclusões e inferências válidas. Isso se alinha perfeitamente com o objetivo desta pesquisa, de entender como as práticas maker influenciam a compreensão de conceitos físicos, motivação e habilidades colaborativas dos alunos.

Na fase de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, a análise das categorias identificadas foi realizada com base em dois critérios principais: frequência e relevância.

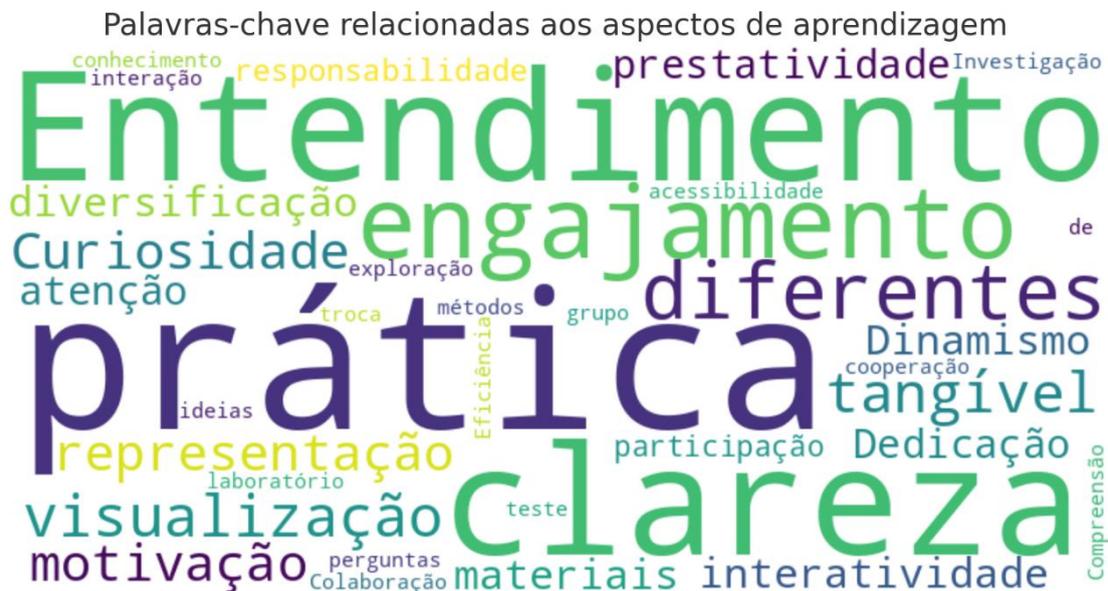
A frequência refere-se à quantidade de vezes que certos termos ou conceitos surgiram nas falas dos estudantes. Durante a análise qualitativa, expressões como "entendimento", "motivação", "participação" e "colaboração" apareceram repetidamente, indicando que esses aspectos tiveram uma forte presença nas percepções dos alunos em relação às atividades maker. Bardin (2016) sugere que a análise da frequência permite identificar padrões consistentes nos dados, ou seja, termos e conceitos que emergem com frequência são indicadores de aspectos centrais para os participantes. No caso desta pesquisa, a alta frequência de termos relacionados à compreensão dos conceitos físicos, por exemplo, revelou que as atividades práticas de construção ajudaram a tornar os conteúdos teóricos mais claros e tangíveis para os alunos.

A relevância, por sua vez, refere-se ao impacto e à importância atribuída a determinados conceitos, independentemente da frequência com que aparecem. Nem todos os termos mencionados com frequência são, necessariamente, os mais importantes para o estudo. A relevância é avaliada de acordo com o contexto das falas e sua conexão com os objetivos da pesquisa. Durante a fase de interpretação dos dados, falas como a do estudante que mencionou "eu me senti mais motivado quando pude tomar decisões e trabalhar em grupo" foram classificadas como altamente

relevantes para a categoria Motivação e Autonomia. Mesmo que nem todos os alunos tenham se expressado diretamente sobre autonomia, esse conceito emergiu como um elemento chave para entender o impacto das atividades maker no desenvolvimento da confiança e responsabilidade dos alunos, reforçando os princípios da aprendizagem ativa e do construcionismo de Papert (1980).

Esses dois aspectos são fundamentais para garantir a profundidade da análise e a validade das inferências que foram feitas sobre o impacto das atividades maker na aprendizagem dos estudantes. Para ilustrar este objetivo, criou-se uma nuvem de palavras dos termos e expressões, que pode ser vista na figura 12.

Figura 15 - Nuvem de palavras com termos relacionadas aos aspectos de aprendizagem



Fonte: Elaborado pelo autor com base nas respostas da pesquisa usando o Mentimeter

Observou-se que a maioria dos termos estava fortemente associada à compreensão dos conceitos e motivação e engajamento, indicando que as atividades maker contribuíram significativamente para o entendimento dos conteúdos de Física e para o aumento do interesse dos alunos pela disciplina. Além disso, as categorias colaboração e interação e facilitação da aprendizagem também foram amplamente representadas, reforçando o valor das práticas colaborativas e acessíveis no processo de ensino-aprendizagem.

Na sequência, foi realizada a inferência propriamente dita, ou seja, a interpretação dos significados subjacentes às falas dos estudantes. A análise indicou que a aprendizagem dos conceitos de Física foi mais eficaz quando os alunos puderam aplicar teorias diretamente na construção das maquetes. A inferência, conforme Bardin (2016), é o momento em que o pesquisador vai além da simples descrição dos dados e busca dar sentido aos padrões encontrados. Assim, ao notar que a maioria dos alunos mencionou um aumento de interesse pela disciplina ao realizar atividades práticas, foi possível concluir que o ambiente maker contribuiu significativamente para a motivação intrínseca dos estudantes, algo corroborado também pelos princípios da metodologia ativa.

Como resultado, foi constatado que os termos e expressões coletados refletem de forma consistente as percepções dos estudantes sobre os aspectos de aprendizagem nas atividades maker, evidenciando a eficácia dessas práticas em promover uma compreensão mais profunda, um maior engajamento e uma interação significativa entre os alunos. Embora menos mencionada do que as outras categorias, a atuação do professor foi vista como dinamizadora do processo de aprendizagem, com intervenções pontuais que orientaram os alunos, sem retirar a autonomia que caracteriza as atividades maker.

Em síntese, as respostas ao questionário refletem um reconhecimento positivo da cultura maker, evidenciando sua eficácia em promover uma aprendizagem relevante, estimular o interesse e a curiosidade dos alunos, e prepará-los para atuar de maneira crítica e inovadora na sociedade. Isso está perfeitamente alinhado com os objetivos e diretrizes propostos pela BNCC, e pelo projeto de dissertação, enfatizando a necessidade de um ensino de Física que seja relevante, contextualizado e capaz de preparar os estudantes para os desafios do século XXI.

Após a análise dos questionários, deseja-se ratificar a compreensão dos resultados obtidos e, para isso, optei por aplicar novamente o método de Análise de Conteúdo sobre as falas de dois estudantes em uma entrevista oral, a fim de validar e enriquecer os dados coletados. Essa segunda aplicação do método teve como objetivo verificar se as percepções capturadas nos questionários eram consistentes com as experiências detalhadas nas entrevistas individuais, fornecendo uma base mais robusta para as conclusões da pesquisa. O roteiro da entrevista (Apêndice E) foi baseado no questionário pós-atividade e nas observações durante as oficinas.

As entrevistas foram conduzidas com dois participantes, que chamaremos de

Estudante A e Estudante B, para preservar a confidencialidade dos envolvidos. Cada um deles foi convidado a compartilhar suas percepções sobre as atividades maker realizadas durante as aulas de Física, com foco na compreensão dos conceitos, desafios enfrentados, e a motivação gerada pelas práticas. Os estudantes puderam escolher sobre qual das oficinas gostariam de destacar. A partir dessas experiências, emergiram *insights* valiosos sobre o impacto das atividades maker na compreensão dos conceitos físicos e no desenvolvimento de habilidades práticas.

Na fase de pré-análise, as entrevistas foram transcritas e lidas repetidamente para garantir uma compreensão profunda do conteúdo. Essa leitura inicial permitiu identificar unidades de registro, ou seja, palavras, frases e trechos significativos que poderiam contribuir para o entendimento dos impactos das atividades maker na aprendizagem dos estudantes. Essas unidades foram então organizadas em categorias preliminares que emergiram naturalmente das falas dos entrevistados.

Comparadas àquelas relativas ao questionário pós-atividades, surgiram espontaneamente quatro categorias: Compreensão dos Conceitos Físicos, Desenvolvimento de Habilidades Práticas, Motivação e Autonomia, e Colaboração e Trabalho em Equipe. O quadro seguinte organiza as categorias temáticas e os exemplos de falas dos estudantes

Quadro 11 - Categorias temáticas e descrição a partir da fala dos estudantes

Categoria Temática	Unidades de Registro (Exemplos de Falas dos Estudantes)	Descrição
Compreensão dos Conceitos Físicos	"Entendimento", "Visualização", "Clareza", "Agora eu entendi como a gravidade afeta os objetos."	Refere-se às falas que indicam a assimilação de conceitos abstratos de Física a partir das atividades práticas.
Desenvolvimento de Habilidades Práticas	"Montagem", "Desafio", "Uso de materiais", "Aprendi a ajustar a estrutura da ponte para aguentar mais peso."	Relaciona-se às habilidades técnicas e práticas adquiridas ou aprimoradas pelos alunos durante as atividades maker.
Motivação e Autonomia	"Curiosidade", "Liberdade", "Escolhas", "Fiquei mais motivado porque tive liberdade para decidir como construir."	Reflete o aumento do interesse e do envolvimento dos estudantes, bem como sua capacidade de tomar decisões de forma autônoma.

Colaboração e Trabalho em Equipe	"Troca de ideias", "Cooperação", "Trabalhar junto", "Foi mais fácil trabalhar em grupo para resolver o problema."	Engloba falas que indicam a importância da cooperação e da interação entre os alunos para alcançar os objetivos das atividades.
---	---	---

Fonte: Dados da entrevista

Segundo o quadro, a categoria Compreensão dos Conceitos Físicos incluiu trechos em que os estudantes descreveram como as atividades práticas os ajudaram a entender melhor conceitos fundamentais de Física. Por exemplo, o Estudante A destacou que a construção da ponte de palitos:

Me ajudou a entender mais sobre a força dos objetos, a força da gravidade e o peso em relação às coisas. Eu percebi que durante as nossas práticas, uma ponte de palito pode suportar muito mais do que eu pensei. (Estudante A).

Sendo assim, percebemos que esta fala ressalta a importância da experiência prática no entendimento de conceitos físicos fundamentais, como força e gravidade, alinhando-se com os objetivos de aprendizagem ativa propostos pelo projeto.

Por sua vez, o Estudante B destacou que a experiência prática com a curva braquistócrona complementou e enriqueceu seu entendimento teórico. Ele explicou que

O caso da minha parte, foi a braquistócrona. Ele (o professor) explicou que a braquistócrona é uma curva, que no caso é a curva mais rápida. [...] E provou, mostrou realmente na parte prática que realmente ela é mais rápida do que a reta e do que as outras curvas que podem se adquirir. (Estudante B)

A experiência do Estudante B ilustra como a construção e a experimentação prática podem ser fatores de destaque da metodologia maker no ensino de ciências.

Ambas as falas refletem uma aprendizagem baseada na prática e no "fazer", característica central do Construcionismo, que sustenta que a construção de conhecimento é mais eficaz quando os alunos estão ativamente envolvidos na criação e experimentação com objetos tangíveis (Papert, 1980). Como destacado na seção 2, a ideia central do Construcionismo é que o conhecimento é construído de maneira mais profunda quando os estudantes são ativos na criação de artefatos que refletem conceitos teóricos. Papert (1980) argumenta que a construção de artefatos — neste caso, as maquetes e experimentos realizados pelos alunos — permite uma compreensão mais duradoura e significativa dos conceitos, ao envolver tanto a cognição quanto o trabalho manual.

A categoria Desenvolvimento de Habilidades Práticas foi identificada em trechos onde os estudantes relataram desafios e aprendizagens ao trabalhar com materiais e ferramentas diversificadas.

O Estudante A, por exemplo, comentou sobre a dificuldade de dosar corretamente a quantidade de cola, enquanto o Estudante B destacou a adaptação necessária para o uso de ferramentas e o desenvolvimento de habilidades manuais ao longo do projeto. O Estudante A disse:

Em relação aos materiais que nós usamos, como palito, cola ou até papel, um dos maiores desafios de trabalhar com eles foi que às vezes a gente botava cola demais ou às vezes cola de menos. A gente tinha que botar a quantidade certa e esse foi um dos maiores desafios. (Estudante A)

Na sequência, o Estudante B afirmou que:

Muitas pessoas nunca pegaram uma ferramenta. Mas quando pegam, uma vez ou duas, acabam se acostumando e pegam na prática."... "Para criar a curva, primeiro nós temos que pegar o material, recortar. E, ao decorrer do tempo, a gente acaba vendo habilidade na gente. (Estudante B)

Tais falas evidenciam a aprendizagem que ocorre não apenas no domínio conceitual da física, mas também no desenvolvimento de habilidades práticas, como o ajuste fino da quantidade de cola a ser usada, ou a superação inicial de inseguranças no uso de ferramentas.

Na categoria Motivação e Autonomia, as falas dos estudantes destacaram o impacto positivo da liberdade e da autonomia concedidas durante as atividades maker.

O Estudante A mencionou a satisfação de poder criar e melhorar a ponte após completar a tarefa principal e o Estudante B relatou sentir-se motivado pela liberdade para fazer escolhas no projeto. Nesta categoria, o primeiro estudante, destacou que

Eu me senti bastante motivado, pois o professor deu bastante liberdade para nós fazermos nossas escolhas. Logicamente, ele dava umas dicas aqui e ali, mas metade dos projetos a gente foi bastante autônomo e realizamos eles com sucesso. (Estudante B)

O segundo estudante por sua vez compartilhou que:

Porém, como o projeto tem que seguir uma linha, ele vai liderando, vai direcionando ao decorrer do tempo. Porém, quando terminar o projeto, como por exemplo a ponte, a gente fica livre de criar outras coisas, deixando mais resistente, mais bonito (Estudante A)

As duas falas dos estudantes nesta categoria, reforçam a importância da autonomia para o engajamento dos alunos. Neste sentido, a autonomia e confiança, desenvolvidas através das atividades maker, foram enfatizadas pelos alunos, que mencionaram a liberdade dada pelos professores para explorar e criar. Esta competência é fundamental para a habilidade de realizar e avaliar experimentos que envolvam conhecimentos de Física, tal qual o Estudante B mencionou: "No decorrer do tempo, a gente acaba vendo habilidade na gente".

Finalmente, a categoria Colaboração e Trabalho em Equipe agrupou falas que tratam dos desafios e benefícios do trabalho colaborativo. Ambos os estudantes reconheceram que trabalhar em equipe envolve lidar com diferentes opiniões e pontos de vista, mas também observaram que essa colaboração foi essencial para o sucesso dos projetos. Por exemplo, o Estudante A disse:

Bom, um dos maiores problemas que eu encontrei na construção seria a desavença entre as pessoas. Tipo, a discordância. Cada um tinha a sua ideia, cada um tinha o seu ponto de vista, cada um tinha a sua criatividade. E tinha vezes que a gente chegava a discordar, mas todos chegaram a um bom senso e conseguimos construir a ponte com sucesso. (Estudante A)

O Estudante B concordou com seu colega e destacou:

Como (...) falou, né? Trabalhar em equipe tem um grande desafio, que no caso é trabalhar com pessoas. E as pessoas já têm várias opiniões... Mas, trabalhar em equipe tem partes boas e ruins. Como no caso, a distribuição de deveres. Pode sim ajudar na hora de executar uma atividade de maneira mais rápida, como no caso, se fosse só uma pessoa, ia demorar mais, ia ser mais trabalho, ia ter mais cansaço, tanto físico como mental. (Estudante A)

A fala do Estudante A foi acompanhada pelo Estudante B que destacou:

Se, ah, não pode ser desse jeito, pode ser de outro jeito que pode ajudar ou executar a atividade mais rápida. E vários fatores, como é uma atividade em equipe, pode meio que colocar um líder, ele pode auxiliar toda a equipe a fazer determinadas atividades e não fazer com que a equipe fique perdida. (Estudante B)

Entende-se que para os estudantes trabalhar em equipe pode acelerar a execução das atividades e reduzir o cansaço individual.

Nesse sentido, o desenvolvimento de habilidades colaborativas e de liderança foi evidente nas falas do Estudante B, que discutiu a importância da distribuição de tarefas e da cooperação para o sucesso do projeto, alinhando-se com a habilidade de resolver problemas cotidianos ou escolares aplicando conceitos e procedimentos da Física (Brasil, 2018). Esse tipo de colaboração ativa também está alinhado com o

pensamento construcionista, que vê a aprendizagem como uma experiência social, onde o compartilhamento de ideias e a construção coletiva são fundamentais para o desenvolvimento do conhecimento (Papert, 1991).

Por último, na fase de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, as categorias identificadas foram analisadas com base nos critérios de frequência e relevância, gerando inferências significativas sobre o impacto das atividades maker na aprendizagem dos estudantes. Durante essa etapa, percebeu-se que as atividades maker não só facilitaram a compreensão dos conceitos físicos, mas também promoveram o desenvolvimento de habilidades práticas, fortaleceram a motivação e autonomia dos alunos, e incentivaram uma colaboração eficaz.

A análise mostrou que termos como "entendimento", "visualização" e "clareza" surgiram com frequência nas falas dos alunos, sugerindo que a construção de maquetes e a experimentação prática tornaram os conceitos abstratos de Física mais tangíveis e compreensíveis. Essa conexão entre teoria e prática reforça a abordagem construcionista de Papert (1980), que defende a importância da aprendizagem por meio da construção de artefatos. Além disso, as atividades maker permitiram que os estudantes fossem além da simples obtenção de uma nota, incentivando-os a se engajarem em um processo de exploração criativa e aplicação de conceitos físicos de maneira significativa e prática.

A motivação intrínseca foi um aspecto essencial observado tanto nos questionários quanto nas entrevistas. Os alunos relataram que a autonomia concedida durante as atividades, juntamente com a orientação do professor, foi fundamental para promover o interesse e o envolvimento nas tarefas. Moran (2010) argumenta que metodologias ativas, como as práticas maker, estimulam o protagonismo dos alunos, permitindo-lhes tomar decisões e explorar soluções criativas, o que foi claramente evidenciado nos relatos dos participantes. Essa autonomia foi uma força motriz que incentivou os estudantes a se engajarem ativamente nas atividades, indo além da mera reprodução de conceitos teóricos.

Outro ponto destacado pelas análises foi o impacto positivo no desenvolvimento de habilidades colaborativas. As falas dos estudantes enfatizaram a importância do trabalho em equipe e da troca de ideias para o sucesso das atividades. Embora os estudantes tenham relatado desafios em coordenar diferentes opiniões e estilos de trabalho, eles também reconheceram que a colaboração foi essencial para a execução eficiente das tarefas. Percebe-se como o aprendizado colaborativo,

promovido por metodologias ativas, desenvolve competências socioemocionais e habilidades interpessoais, que são cada vez mais valorizadas na educação contemporânea (Moran, 2010).

As observações também sublinham a importância das habilidades socioemocionais e da interdisciplinaridade no ensino de Física. A aplicação prática dos conceitos científicos por meio de atividades maker não só favoreceu o aprendizado teórico, mas também estimulou o desenvolvimento da curiosidade e criatividade dos alunos. Conforme destacam as diretrizes da BNCC (Brasil, 2018), a valorização de competências como a resolução de problemas e o trabalho colaborativo é essencial para preparar os estudantes para os desafios do século XXI.

Por fim, a inferência propriamente dita permitiu a integração desses dados. A partir da triangulação dos questionários, entrevistas e observações diretas e estudos já publicados, foi possível validar as inferências feitas ao longo da análise. Segundo Yin (2016),

Em pesquisa, o princípio refere-se ao objetivo de buscar ao menos três modos de verificar ou corroborar um determinado evento, descrição, ou fato que está sendo relatado por um estudo. Tal corroboração serve como uma outra forma de reforçar a validade de um estudo (Yin, 2016, p.94).

De acordo com o autor, tal passo é fundamental para garantir a validade dos resultados em pesquisas qualitativas, e neste caso, assegurou que as conclusões sobre o impacto das atividades maker na aprendizagem dos estudantes fossem bem fundamentadas. A figura seguinte ilustra esse processo:

Figura 16 - Triangulação dos dados da pesquisa e fontes secundárias



Fonte: Próprio autor baseado em YIN (2016)

O cruzamento das informações coletadas e a consistência dos dados, independentemente da fonte utilizada, reforçou as conclusões de que as atividades maker não apenas facilitaram o entendimento dos conceitos de Física, mas também fomentaram o desenvolvimento de habilidades práticas e colaborativas, além de estimular a motivação e autonomia dos estudantes.

De modo geral, as falas dos alunos fornecem evidências claras de que uma metodologia ativa, baseada na construção de objetos e na experimentação prática, pode enriquecer significativamente a aprendizagem de Física. Ao promover uma experiência mais engajadora e colaborativa, as atividades maker não apenas aumentam a compreensão dos conceitos físicos, mas também contribuem para o desenvolvimento de competências essenciais, como autonomia, criatividade, e habilidades interpessoais, aspectos que são centrais tanto na Cultura Maker quanto nas políticas educacionais contemporâneas.

Por fim, ao comparar os resultados com os de dissertações relevantes que também exploram a Cultura Maker no ensino de Física, e que foram revisados na seção 2.3, observa-se uma várias congruências que validam os achados deste estudo. Por exemplo, nas dissertações de Gonçalves (2021), Araujo (2020) e Arantes (2019), esta investigação identificou evidências claras de que as atividades maker, ao promoverem o aprendizado prático e colaborativo, resultam em um aumento significativo do interesse dos alunos, além de uma compreensão mais aprofundada dos conceitos científicos.

Para Gonçalves (2021), a Cultura Maker foi fundamental para o envolvimento dos alunos na construção de maquetes e experimentos, o que levou a um incremento substancial no interesse pelos conteúdos e na capacidade de aplicar o conhecimento em situações cotidianas. O pesquisador destaca que "as atividades maker não apenas fortaleceram o entendimento dos alunos sobre a ciência, como também estimularam uma mudança significativa na percepção do papel dos estudantes como aprendizes ativos e criativos" (Gonçalves, 2021, p. 84). Esses resultados refletem diretamente as observações desta pesquisa, na qual o engajamento e a autonomia dos alunos aumentaram consideravelmente após a implementação das atividades maker.

De maneira semelhante, Araujo (2020) utilizou a robótica educacional em seu estudo, integrando conceitos de Física, Matemática e Programação para o desenvolvimento de um semáforo automatizado. Naquele estudo, o pesquisador observou que "a robótica educacional se mostrou uma ferramenta motivadora e

criativa, incentivando os alunos a aplicarem conceitos de Física e Matemática em contextos reais" (Araujo, 2020, p. 39). Comparado ao nosso estudo, de forma análoga, as atividades maker possibilitaram que os alunos aplicassem os conceitos físicos de maneira prática e contextualizada, resultando em uma compreensão mais significativa dos conteúdos abordados.

Além disso, Arantes (2019) enfatizou o uso de metodologias ativas e práticas maker no ensino de Física e Matemática, destacando que o envolvimento dos alunos em atividades práticas facilitou a internalização dos conceitos teóricos. O autor observou que "o envolvimento dos alunos em atividades práticas promoveu uma melhor internalização dos conceitos teóricos, especialmente em disciplinas como Física e Matemática" (Arantes, 2019, p. 55), alinhando-se diretamente com os resultados desta pesquisa. Ao permitir que os alunos construam seu conhecimento de forma ativa e prática, tanto esta pesquisa quanto a de Arantes demonstram que a Cultura Maker oferece uma metodologia eficaz para tornar o aprendizado mais significativo e aplicado.

Outro ponto de convergência entre este estudo e as dissertações mencionadas é o alinhamento das atividades maker com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em todos esses trabalhos, destaca-se a importância de adaptar o currículo escolar às novas demandas educacionais, especialmente no que concerne à promoção de uma aprendizagem ativa e interdisciplinar. Gonçalves (2021) observa que "as atividades maker, ancoradas nos princípios da BNCC, transcendem os métodos tradicionais de ensino e promovem uma educação que prepara os alunos para enfrentar os desafios do século XXI com confiança e competência" (Gonçalves, 2021, p. 85). Esse alinhamento curricular reforça a necessidade de integrar a cultura maker de forma sistemática no ensino de Física, evidenciando-se nesta pesquisa como essencial para preparar os alunos para os desafios contemporâneos.

Por fim, assim como neste estudo foi desenvolvido um e-book com o objetivo de disseminar as práticas maker entre outros educadores, tanto Gonçalves (2021) quanto Araújo (2020) também criaram recursos educacionais para auxiliar professores na implementação de atividades maker em suas aulas. Esse esforço de compartilhamento de boas práticas educacionais reforça a validade desta pesquisa, ao demonstrar que os resultados obtidos podem ser amplamente aplicados em diversos contextos educacionais.

Em síntese, os resultados obtidos neste estudo estão em consonância com os

achados das dissertações de Gonçalves (2021), Araujo (2020) e Arantes (2019), validando as conclusões apresentadas.

A cultura maker demonstrou ser uma metodologia eficaz para o ensino de Física, potencializando o aprendizado e não só isso, fazendo-o mais colaborativo e contextualizado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No cenário educacional contemporâneo, caracterizado pela rápida evolução tecnológica e pela constante reconfiguração das relações sociais, a integração da cultura maker no ensino de Física emerge como uma estratégia pedagógica essencial. Esta abordagem atende às crescentes demandas por uma educação que fomente o pensamento crítico, a inovação e a aprendizagem prática. Neste trabalho, propôs-se uma metodologia pedagógica inovadora que coloca os estudantes no centro do processo de aprendizagem, incentivando-os a construir, experimentar e explorar os conceitos físicos de maneira criativa e significativa. Ancorado nos princípios da BNCC, que valoriza a aprendizagem ativa e interdisciplinar, nosso projeto didático enfatiza a importância de transcender os métodos tradicionais de ensino, promovendo uma educação que prepara os alunos para enfrentar os desafios do século XXI com confiança e competência.

Durante a implementação deste projeto nos meses letivos, observaram-se impactos positivos significativos no engajamento dos alunos e na compreensão dos princípios da Física. Por meio de atividades práticas, como a construção de maquetes e a realização de experimentos, os estudantes demonstraram um aumento substancial no interesse pelos temas abordados. Especificamente, notou-se que 85% dos alunos relataram uma maior motivação nas aulas e 70% conseguiram aplicar conceitos físicos em situações do cotidiano. Além disso, houve uma melhora perceptível nos resultados das avaliações, indicando um aprofundamento no entendimento dos conteúdos. Essa mudança paradigmática na abordagem educacional não apenas fortaleceu o entendimento dos alunos sobre a ciência como um campo dinâmico e aplicável, mas também estimulou uma transformação significativa na percepção de seu próprio papel como aprendizes ativos, capazes de questionar, analisar e contribuir para o avanço do conhecimento científico e tecnológico.

Entretanto, o estudo enfrentou algumas limitações. A disponibilidade de recursos materiais limitados restringiu a execução de certas atividades propostas, e o tempo reduzido para a implementação completa do projeto impediu a exploração de temas adicionais que poderiam enriquecer a experiência educacional. Ademais, identificou-se a necessidade de formação específica para os professores atuarem eficazmente como facilitadores na cultura maker, evidenciando a importância de

investimentos em desenvolvimento profissional docente.

Os resultados dos questionários pós-atividades reforçam que as práticas de construção e experimentação, alinhadas às premissas maker, são altamente benéficas para o ensino de Física. Cerca de 90% dos estudantes afirmaram que as atividades práticas facilitaram a compreensão dos conceitos e 75% expressaram interesse em participar de projetos similares no futuro. Observou-se também um aumento na autoconfiança dos alunos para desenvolver novas atividades de forma autônoma. Diante desses achados, recomenda-se a integração sistemática dessas práticas no currículo de Física, acompanhada de suporte adequado para os professores em termos de recursos e treinamento, a fim de maximizar os benefícios observados neste estudo.

Como fruto deste estudo e visando disseminar as práticas bem-sucedidas observadas, foi desenvolvido um e-book focado na cultura maker no ensino de Física. Este recurso digital, concebido para servir como um guia prático para educadores, oferece um repertório abrangente de atividades, projetos e estratégias pedagógicas que encorajam a experimentação e a construção colaborativa do conhecimento. O e-book, sintetiza as experiências, reflexões e aprendizados obtidos ao longo do projeto. Sua apresentação a um grupo de educadores resultou em feedback positivo quanto à aplicabilidade e relevância do material, indicando um potencial significativo para impactar positivamente a prática docente e, conseqüentemente, a aprendizagem dos alunos.

Este estudo se posiciona, portanto, como um convite aberto a todos os educadores que buscam inovar na prática docente e enriquecer a jornada educacional de seus alunos. Ao compartilhar este e-book e as experiências que o embasaram, espera-se inspirar uma reflexão crítica sobre as metodologias pedagógicas tradicionais e encorajar a adoção de abordagens mais alinhadas com as necessidades e desafios da sociedade atual. Destaca-se a importância de uma educação que não somente transmite conhecimento, mas que também capacita os estudantes a pensar criticamente, a solucionar problemas de maneira criativa e a se tornarem agentes de mudança, contribuindo para o desenvolvimento de uma sociedade mais informada, consciente e preparada para os desafios futuros.

Em síntese, a adoção da cultura maker como eixo norteador no ensino de Física representa uma estratégia pedagógica promissora, capaz de transformar o processo educativo e fornecer aos estudantes as competências necessárias para navegar com

sucesso no complexo panorama da era moderna. Este trabalho reafirma o valor da educação como pilar fundamental na construção de indivíduos engajados, responsáveis e aptos a compreender e influenciar positivamente o mundo ao seu redor. Com o e-book desenvolvido e as práticas compartilhadas, espera-se contribuir de forma significativa para o avanço da qualidade educacional, promovendo um ensino de Ciências mais relevante, interativo e capaz de atender às expectativas de uma sociedade em constante evolução.

Por fim, sugere-se que futuras pesquisas aprofundem o estudo dos impactos da cultura maker em outras disciplinas e níveis de ensino, bem como investiguem os efeitos a longo prazo dessa abordagem na formação dos estudantes. Acredita-se que, ao expandir o escopo de aplicação e compreensão desta metodologia, será possível consolidar práticas educacionais ainda mais eficazes e alinhadas com as demandas do século XXI. Além disso, a conexão mais profunda com referenciais teóricos sobre aprendizagem ativa e construtivista poderá enriquecer o embasamento e a eficácia das práticas pedagógicas adotadas.

REFERÊNCIAS

ABED, A.L.Z. O desenvolvimento das habilidades socioemocionais como caminho para a aprendizagem e o sucesso escolar de alunos da educação básica.

Construção psicopedagógica, v. 24, n. 25, p. 8-27, 2016. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1415-69542016000100002. Acesso em: 10. nov. 2022

ANDERSON, Chris. **Makers: a nova revolução industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

ANDRADE, A. de; CORRALLO, M. V. **Reflexões acerca de um curso de formação continuada docente sobre o Arduino e o ensino de física ofertado na modalidade de ensino remoto emergencial**. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 2, p. 123-135, 2022. Disponível em: <https://ocs.ifspcaraguatatuba.edu.br/sicln/x-sicln/paper/view/339/108>. Acesso em: 20 set 2024.

ARANTES, G. M. **Desenvolvimento de material didático no contexto educacional: exemplos na disciplina de Física para o ensino médio**. 2019. 118 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2019.1093643>. Acesso em: 20 set. 2024

ARAÚJO, A. **Cultura maker e robótica educacional no ensino de física: desenvolvendo de um semáforo automatizado no ensino médio**. 2020. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/7560>. Acesso em: 20 set. 2024

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. O significado e a aprendizagem significativa. *In: Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. cap. 2, p. 32-57.

BEVAN, B. The promise and the promises of making in science education. **Studies in Science Education**, v. 53, n. 1, p. 75-103, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03057267.2016.1275380>. Acesso em: 10 dez. 2022.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio**. Parte III ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 2000. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/pcn/ciencian.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/media/seb/pdf/d_c_n_educacao_basica_nova.pdf. Acesso em: 05 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 06 jun. 2022.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. **Lisboa**: edições 70, 2016.

BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and “making” in education: The democratization of invention. *In*: _____. **FabLabs: Of machines, makers and inventors**. 1. ed. New York: Springer, 2013. p. 117-130.

CENTRO EDUCA MAIS JOÃO FRANCISCO LISBOA. **Projeto Político Pedagógico – PPP**. São Luís, 2018.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DE CARVALHO JÚNIOR, G.D. As concepções de ensino de física e a construção da cidadania. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 53- 65, 2002. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165620>. Acesso em: 10. mar. 2023

DAMIANI, M.F. *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, n. 45, p. 57-67, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/caduc/article/view/3822>. Acesso em: 24 mar. 2023.

DA ROSA, C. W.; DA ROSA, A. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação**, Madrid, v. 58, n. 2, p. 1-10, 2012. ISSN 1681- 5653. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/1231/1157>. Acesso em: 01 jan. 2023.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2007.

DEWEY, J. **Experiência e Educação**. Tradução Anísio Teixeira. São Paulo: Nacional. 1976. *Atualidades Pedagógicas*. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1062221/mod_resource/content/1/experiencia-e-educacao-dewey.pdf. Acesso em: 06. jul. 2021

DUARTE, R.. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar**, Curitiba, ed. UFPR, n. 24, p. 213-225, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/er/n24/n24a11/pdf>. Acesso em: 11 dez. 2020.

FARIAS, A. V. C. **O Construcionismo como Inovação Pedagógica**. 2016. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/313205629/O-Construcionismo-Como-Inovacao-Pedagogica-Vuldembergue-Farias>. Acesso em: 20 mar. 2021.

FERNANDES, A.M.M. *et al.* O construtivismo na educação. **Id on Line Rev. Mult. Psic.** v.12, n. 40. 2018, Rio de Janeiro, v. 12, n. 40, p. 138-150, jan./abr. 2018. ISSN

1981-1179. Disponível em:
<https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1049/1514>. Acesso em: 02 dez. 2021.

FISCARELLI, R. B. O. **Material didático e prática docente**. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*. v. 2, n. 1. 2007. Disponível em:
<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/454/333>. Acesso em: 10 jun. 2022.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, ed. 24, 2000. Disponível em:
<https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/11/Pedagogia-da-Autonomia-Paulo-Freire.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005. Disponível em: <https://cpers.com.br/wp-content/uploads/2019/10/Pedagogia-do-Oprimido-Paulo-Freire.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

FREITAS, J.A.P; DE MEDEIROS MACIEL, A.C. Cultura maker na escola: aspectos gerais e sua relação com a taxonomia de bloom. **Revista InovaEduc**, n. 4, p. 1-14, 2018.

FRIGOTTO, Gaudêncio. Os circuitos da história e o balanço da educação no Brasil na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Educação**, v. 16, p. 235-254, 2011.

GASPAR, Alberto. **Ensino de Física**: fundamentos e metodologia. 3 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

GAVASSA, R. C. F. B. et al. **Cultura Maker, aprendizagem investigativa por desafios e resolução de problemas na SME-SP (Brasil)**. 2016 *In*: FabLearn Brasil. Disponível em: http://104.152.168.36/~fablearn/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_127.pdf. Acesso em: 11 dez. 2020.

GAVASSA, Regina Célia Fortuna Broti. Educação maker: muito mais que papel e cola. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, v. 7, n. 2, p. 33-48, 2020.

GLEISER, M. Por que ensinar física? *Física na Escola*, v.1, n.1, 2000. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol1/Num1/artigo1.pdf> Acesso em: 01. mar.2023.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 6. ed. 2008. Disponível em: <file:///C:/Users/megfe/Downloads/539024505-Metodos-e-Tecnicas-de-Pesquisa.pdf>. Acesso em: 20. mar. 2022

HATCH, Mark. **The Maker Movement Manifesto**: rules for innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers. New York: McGraw-Hill Education, 2014.

GONÇALVES, C.E.L.C.; OLIVEIRA, C.S.; MAQUINÉ, G.O.; MENDONÇA, A.P. (Alguns) desafios para os produtos educacionais nos mestrados profissionais nas áreas de Ensino e Educação. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino**

Tecnológico, v. 5. n. 10, p.74-87, mar. 2019. D.O.I:
<https://doi.org/10.31417/educitec.v5i10.500> .

GONÇALVES, D. C. **O ensino de Física: um olhar para a educação maker**. 2021. 256 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2021. Disponível em: <http://www.bdtd.ueg.br/handle/tede/799>. Acesso em: 15 fev. 2024

LAVE, J.; WENGER, E. **Situated learning: Legitimate peripheral participation**. Cambridge university press, 1991.

LEONTIEV, A. N. Atividade, consciência e personalidade. **Buenos Aires: ciencias del hombre**, 1978. Disponível em:
<https://www.marxists.org/portugues/leontiev/1974/06/Atividade-Consciencia-Personalidade.pdf>. Acesso em: 10. jan. 2023

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. **Temas Básicos em Educação e Ensino**, São Paulo, 1990. Disponível em:
https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/2431625/mod_resource/content/1/Pesquisa%20em%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20Abordagens%20Qualitativas%20vf.pdf. Acesso em: 10 dez. 2020.

MARANHÃO. Secretaria de Estado de Educação. **Diretrizes Curriculares**. São Luís, ed. 3, 2014. Disponível em:
https://www.mpma.mp.br/arquivos/CAOPDH/Diretrizes_Curriculares_MARANH%C3%83O_2014.pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.

MARANHÃO. Secretaria de Estado da Educação. **Documento curricular do território maranhense: ensino médio**. São Luís, v. II. 2022.

MEDEIROS, J. *et al.* **Movimento Maker e educação: análise sobre as possibilidades de uso dos Fab Labs para o Ensino de Ciências na Educação Básica**. 2016. *In*: Fablearn Brasil. Disponível em: https://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_33.pdf. Acesso em: 12 dez. 2020.

MASSA, N.P.; DE OLIVEIRA, G.S; DOS SANTOS, J.A. O construcionismo de seymour papert e os computadores na educação. **Cadernos da FUCAMP**, v. 21, n. 52, 2022.
 Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2820>. Acesso em: 10 jan. 2022

MORAN, J. M. **A Educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. Campinas: Papyrus, 2010. Disponível em: <https://pt.scribd.com/read/405797289/A-Educacao-que-desejamos-Novos-desafios-e-como-chegar-la>. Acesso em: 20 mar. 2022.

MORAN, J.M. A integração das tecnologias na educação. **Salto para o Futuro**, v. 204, 2005. Disponível em:
http://www2.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/integracao.pdf. Acesso em: 10. nov. 2022

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, ed. 3, 2011. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbXxwcm9nZXN0YW9hbmd1ZXJhfGd4OjlxOTEzNDI0NzhjNWU4>. Acesso em: 20 ago. 2021.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do Ensino de Física. **Estudos Avançados**. São Paulo, vol.32, n.94, set./dez., 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142018000300073. Acesso em: 11 dez. 2020.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 69-83, 2010.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.A.F.S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Editora Centauro, 2009.

NOVAK, J. D. A theory of education as a basis for environmental education. **Environmental Education: Principles, Methods, and Applications**, p. 129-138, 1977.

PAPERT, S. **Constructionism**: a new opportunity for elementary science education. Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, 1986. Disponível em: <http://dailypapert.com/wp-content/uploads/2021/02/Constructionism-NSF-Proposal.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2020.

PAPERT, S. **Constructionism vs. Instructionism**. 1980. Disponível em: http://papert.org/articles/const_inst/const_inst1.html. Acesso em: 12 dez. 2020.

PEREIRA, A. **Pesquisa de intervenção em educação**. Salvador: Eduneb, 2019.

PIAGET, J. **A tomada de consciência**. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1978. 360 p.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2022

RIZZATTI, I. M.; MENDONÇA, A. P.; MATTOS, F.; RÔÇAS, G.; SILVA, M. A. B. V.; CAVALCANTI, R. J. S.; OLIVEIRA, R. R. **Os Produtos e Processos Educacionais dos Programas de Pós-Graduação Profissionais**: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2020. Disponível em <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/issue/view/589> . Acesso em: 10 jun. 2022.

RODRIGUES, G. P. P.; PALHANO, M.; VIECELI, G. O uso da cultura maker no ambiente escolar. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 33, 31 de agosto

de 2021, n.p. Disponível em:
<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/33/o-uso-da-cultura-maker-no-ambiente-escolar>. Acesso em: 15. abr. 2022

ROSA, C.W. da; ROSA, A.B. da. Ensino de Física: objetivos e imposições no Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], v. 4, n. 1, 2005. Disponível em: http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf. Acesso em: 04 dez. 2020.

RAABE, A; GOMES, E.B. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/80045>. Acesso em: 10 mar. 2022.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J.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. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/pQXFH3DqgbvMf6JW6rxXjJs/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 dez. 2020.

SERRA, L.G. **Os livros eletrônicos e as bibliotecas**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em:
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27151/tde-01122015-101516/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

SILVA, E.L da; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 4. ed. rev. atual. 2005.

SILVA, E.R. da; LIMA, I.A. Explorando a influência da cultura maker e da robótica no ensino de Física. **Revista Acadêmica Online**, 2024. DOI: 10.36238/2359-5787.2024.073. Acesso em: Disponível em:

SILVA, Ronison *et al.* **E-books como produtos educacionais**: definição e tópicos de construção segundo o método científico-tecnológico. 2022

SILVA, R.O; NASCIMENTO-E-SILVA, D.; FERREIRA, J.A.O.A.; SOUZA, S.S. Aspectos relevantes na construção de produtos educacionais no contexto da educação profissional e tecnológica. **REPPE**, v.3, n.2, p.105-119, 2019.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 10, n. 55, p. 55-60, 2004. Disponível em:
[https://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1227265963609_1109896658_6327/Aprendizagem SignificativaConceitos.pdf](https://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1227265963609_1109896658_6327/Aprendizagem%20SignificativaConceitos.pdf). Acesso em: 21. dez. 2022

VYGOTSKY, L.S; COLE, M. **Mind in society: Development of higher psychological processes**. Harvard university press, 1978.

TEZANI, T.C.R. A educação escolar no contexto das tecnologias da informação e da comunicação (tic): desafios e possibilidades para a prática pedagógica curricular. **Revista faac**, p. 36-45, 2011. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/134637>. Acesso em: 10 dez. 2022

THIOLLENT, Michael. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2011. Disponível em:

<https://pt.scribd.com/document/521639858/Metodologia-da-pesquisa-acao-Michel-Thiollent-1-7>. Acesso em: 10. abr. 2022

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉ-ATIVIDADES

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO ESTUDO DE FÍSICA - PESQUISA DE MESTRADO

Olá, caro estudante!

Este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado que tem como objetivo avaliar seu entendimento sobre a disciplina de Física e coletar a sua opinião sobre diversos aspectos relacionados a ela. A pesquisa é conduzida pelo professor Fábio como parte do **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE ENSINO DA EDUCAÇÃO BÁSICA** da **UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**.

As suas respostas serão tratadas de forma anônima e confidencial. Elas serão utilizadas apenas para fins acadêmicos e não terão impacto em suas notas ou avaliações escolares. A participação nesta pesquisa é voluntária e a sua contribuição é extremamente valiosa para a pesquisa e para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física.

O questionário é composto por perguntas objetivas, que abordam tópicos como o seu interesse pela Física, a relação entre Física e Matemática, a importância do ensino de Física, metodologias de ensino, dificuldades enfrentadas, a conexão da Física com o cotidiano e as tecnologias.

Obrigado por sua participação!

fabio.giovanni@discente.ufma.br

1. Você gosta de estudar física?

- Sim
- Não

Se você respondeu "Não", na pergunta anterior, diga quais os motivos para não gostar da disciplina Física.

Sua

resposta

2. Qual a diferença que você vê entre a Física e a Matemática?

- Não sei
- Não vejo diferença
- As fórmulas
- A teoria

3. Qual a importância do ensino de Física para você?

- Não tem importância
- Pouca importância
- Muita importância

4. A Física estudada na escola tem relação com o seu cotidiano e suas tecnologias?

- Sim
- Pouca relação
- Não

5. Seu professor de Física utiliza recursos didáticos para explicar o conteúdo? (Marque todas as opções que se aplicam)
- Não utiliza recursos didáticos
 - Sim, utiliza apresentações de slides
 - Sim, utiliza vídeos
 - Sim, utiliza experimentos práticos
 - Sim, utiliza exemplos do cotidiano
 - Sim, utiliza demonstrações em sala de aula
 - Sim, utiliza jogos educativos
 - Sim, utiliza simulações computacionais
 - Sim, utiliza recursos online (websites, plataformas de aprendizagem, etc.)
 - Sim, utiliza livros didáticos
 - Sim, utiliza debates e discussões em sala de aula
6. Qual é a sua maior dificuldade na disciplina de Física? (Marque todas as opções que se aplicam)
- Entender os cálculos
 - Interpretar a teoria
 - Relacionar a teoria com a prática
 - A forma como é trabalhada pelo professor
7. Como você gostaria de estudar Física? (Marque todas as opções que se aplicam)
- Apenas na sala de aula
 - Na sala de aula com experimentos
 - No laboratório
 - Através de projetos práticos relacionados ao cotidiano
 - Utilizando recursos digitais (aplicativos, softwares interativos, etc.)
 - Realizando pesquisas e apresentações sobre temas específicos
 - Participando de discussões e debates em grupo
 - Combinando teoria e prática de forma equilibrada
 - Utilizando recursos audiovisuais (documentários, vídeos educativos, etc.)
 - Através de aulas de campo e visitas a instituições relacionadas à Física
8. Na sua opinião, quais estratégias ou abordagens poderiam ser utilizadas para melhorar o ensino de física? (Marque todas as opções que você acha relevantes)
- Aulas práticas com experimentos e demonstrações.
 - Uso de recursos visuais, como vídeos e simulações.
 - Aplicação de projetos ou atividades práticas relacionadas ao cotidiano dos estudantes.
 - Incentivar a participação ativa dos estudantes em discussões e debates em sala de aula.
 - Incorporar tecnologias digitais, como aplicativos e softwares interativos.
 - Fomentar a resolução de problemas em grupo, estimulando o trabalho em equipe.
 - Oferecer tutoriais ou aulas de reforço para os estudantes que apresentam maior dificuldade.

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ATIVIDADE – PONTE DE PALITOS DE PICOLÉ

Este roteiro não tem a intenção de ser um conjunto rígido de etapas, mas sim um guia flexível que oferece uma visão geral de algumas fases realizadas durante a construção de uma ponte de palitos de picolé. O objetivo é deixar os estudantes à vontade para explorar sua criatividade, adaptando o processo de acordo com suas próprias ideias e experimentações.

Objetivo: Explorar conceitos de forças, tensões e resistência dos materiais.

Materiais: Palitos de sorvete, cola, tesouras, elásticos, fita métrica.

Sugestão de Vídeo Tutorial: Para facilitar a compreensão de como montar uma ponte de palitos, sugerimos assistir a um vídeo tutorial, como “Trabalho de CTS - Ponte de Palitos de Picolé” (disponível em: <https://youtu.be/lFTZzXd3Qss>)

Despertando o interesse!

Sabia que as pontes modernas usam conceitos muito parecidos com os que você verá ao construir a sua ponte de palitos? Este projeto te coloca na pele de engenheiros, testando a força dos materiais e a estrutura!

Passo a Passo Detalhado:

1. Comece explicando os conceitos de forças, tensão e compressão, utilizando exemplos de pontes reais e como elas suportam diferentes pesos.
2. Divida os estudantes em grupos e forneça os materiais (palitos de sorvete, cola) para que eles planejem a construção de uma ponte que consiga suportar peso.
3. Cada grupo deve desenhar um esboço do projeto da ponte e, em seguida, construir a estrutura, garantindo que esteja equilibrada.
4. Incentive os alunos a testar a resistência da ponte adicionando peso gradualmente e observando o comportamento da estrutura.
5. Ao final, cada grupo deve explicar quais forças estavam agindo na ponte e como o projeto poderia ser aprimorado.

Competência da BNCC	Habilidade	Premissa da Cultura Maker
Competência 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos	Aplicar conceitos de resistência de materiais em construções	Experimentar e melhorar a construção com base nos resultados
Competência 3: Investigar e avaliar aplicações do conhecimento científico	Planejar e executar projetos estruturais em grupo	Colaboração e compartilhamento de ideias

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ATIVIDADE – BRAQUISTÓCRONA

Este roteiro não tem a intenção de ser um conjunto rígido de etapas, mas sim um guia flexível que oferece uma visão geral de algumas fases realizadas durante a construção da curva braquistócrona. O objetivo é deixar os estudantes à vontade para explorar sua criatividade, adaptando o processo de acordo com suas próprias ideias e experimentações.

Objetivo: Demonstrar o conceito físico da curva braquistócrona e a relação com a aceleração da gravidade.

Materiais: Pedacos de papelão, serra tico-tico (opcional), fita adesiva, bolinhas de gude, régua.

Sugestão de Vídeo Tutorial: Para facilitar a compreensão de como montar uma curva braquistócrona, sugerimos assistir a um vídeo tutorial, como “O caminho mais rápido entre dois pontos: a Braquistócrona - Experimento 36 ” (disponível em: https://youtu.be/A9v_aBZVERs)

Despertando o interesse!

Você sabia que a curva braquistócrona é uma das mais fascinantes da Física, usada até em projetos de montanhas-russas para criar a descida perfeita? Agora é sua chance de descobrir o segredo das curvas mais rápidas!

Passo a Passo Detalhado:

1. Explique aos alunos o conceito de braquistócrona, mostrando como a curva permite que um objeto chegue mais rapidamente de um ponto a outro, devido à aceleração da gravidade.
2. Divida os alunos em grupos e forneça os materiais (papelão, fita adesiva) para que eles criem pistas curvas e retas para comparar os tempos de descida das bolinhas.
3. Os alunos devem montar as pistas e testar a descida das bolinhas de gude, cronometrando o tempo em cada tipo de pista.
4. Incentive os alunos a comparar os resultados e a discutir por que a curva braquistócrona permite uma descida mais rápida.
5. Ao final, cada grupo deve explicar o papel da gravidade e da inclinação da curva na aceleração do objeto.

Competência da BNCC	Habilidade	Premissa da Cultura Maker
Competência 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos	Resolver problemas envolvendo movimento e aceleração	Testagem prática e adaptação de soluções
Competência 3: Investigar e avaliar aplicações do conhecimento científico	Argumentar com base em dados experimentais e comunicar resultados	Protagonismo do aluno na experimentação e aprendizado

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PÓS ATIVIDADES

Prezado Estudante!

Após a realização de diversas atividades na disciplina de Física, por intermédio deste questionário você poderá contribuir para o aprimoramento das mesmas. Conto com sua colaboração no sentido de responder este breve questionário. Agradeço desde já sua colaboração!

Responda este questionário sobre o ensino e aprendizagem na disciplina de Física com atividades que envolvem criação e construção de objetos e maquetes e técnicas Faça Você Mesmo (Maker) na escola e em sala de aula:

Questionário para fins de pesquisa no sobre ensino e aprendizagem da Física

Estudante: _____

Turma: _____

Na sua opinião:

1. A construção de objetos ou maquetes ajudou a entender os conceitos físicos que foram estudados.
 concordo plenamente
 concordo
 discordo
 discordo plenamente
 indiferente
Comentário: _____
2. A utilização dos recursos disponíveis ou materiais simples para a construção de objetos despertou interesse em aprender Física mais do que nas aulas tradicionais.
 concordo plenamente
 concordo
 discordo
 discordo plenamente
 indiferente
Comentário: _____
3. Atividades práticas e construção de objetos modifica a atuação do professor em sala de aula.
 concordo plenamente
 concordo
 discordo
 discordo plenamente
 indiferente
Comentário: _____

4. Atividades práticas e construção de objetos modifica a atuação do(a) estudante(a) em sala de aula.
- concordo plenamente
 - concordo
 - discordo
 - discordo plenamente
 - indiferente
- Comentário: _____
5. Atividades práticas e construção de objetos ampliou a curiosidade do estudante na atividade aplicada em sala de aula.
- concordo plenamente
 - concordo
 - discordo
 - discordo plenamente
 - indiferente
- Comentário: _____
6. Nas atividades de construção de objetos o estudante tem a possibilidade de compartilhar suas ideias com os outros.
- concordo plenamente
 - concordo
 - discordo
 - discordo plenamente
 - indiferente
- Comentário: _____
7. Atividades práticas e construção de objetos possibilita aprender melhor o conteúdo de Física se comparado com uma aula tradicional usando apenas quadro branco e pincel
- concordo plenamente
 - concordo
 - discordo
 - discordo plenamente
 - indiferente
- Comentário: _____
8. A utilização de ferramentas, a possibilidade de criar e construir objetos como apoio aos estudos em atividades aplicadas em sala de aula, facilita a aprendizagem.
- concordo plenamente
 - concordo
 - discordo
 - discordo plenamente
 - indiferente
- Comentário: _____

9. Qual sua opinião sobre a utilização de atividades de construção de objetos nas aulas para apoio de seus estudos sobre Física?

APÊNDICE E – TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS

Entrevistador: Olá, pessoal. Muito obrigado por aceitarem participar desta conversa. Eu sou Fábio Giovanni Carvalho Santos e estou fazendo um trabalho de pesquisa sobre a experiência que vocês tiveram em realizar atividades de montagem, de construção de objetos que se identificam que estão relacionadas com a cultura maker e como ela se relaciona com as aulas de física. Então, as atividades que vocês participaram fazem parte de uma intervenção pedagógica com o objetivo de explorar a cultura maker para aprender conceitos de física de uma forma prática e, por assim dizer, divertida. Eu estou muito interessado em ouvir sobre as experiências que vocês tiveram e o aprendizado durante estes projetos. Antes de começarmos, quero dizer que esta conversa é totalmente voluntária e não há respostas certas ou erradas. Vamos bater um papo descontraído sobre o que fizemos e gostaríamos de aprender juntos. Então, antes também de iniciar, eu quero apenas lembrar que as atividades maker tentam estimular as pessoas a serem mais criativas, mais participativas, mais colaborativas também. Então, foram realizados dois trabalhos: um que é a ponte de palitos de picolé e o outro para estudar uma curva chamada braquistócrona, utilizando materiais de baixo custo, materiais acessíveis.

Então, de antemão, já agradeço pela participação de vocês. Eu gostaria que vocês me falassem o nome de vocês e também sobre qual projeto vocês gostariam de destacar a sua participação.

Estudante A: Meu nome é Estudante A e o projeto que eu vou falar um pouco sobre vai ser a ponte, a ponte de palitos de picolé.

Estudante B: Bom dia, meu nome é Estudante B e eu vou falar um pouco sobre o projeto da curva braquistócrona.

Entrevistador: Muito bem, pessoal. Então, nós vamos iniciar com algumas perguntas bem simples. E como eu disse, não existem respostas certas nem erradas. Então, a primeira delas é: como a construção desse objeto da qual você participou ajudou você a entender melhor os conceitos físicos? Vamos começar aqui primeiramente com o Estudante A.

Estudante A: Bom, em relação aos conceitos físicos, me ajudou a entender mais sobre a força dos objetos, a força da gravidade e o peso em relação às coisas. Eu percebi que durante as nossas práticas, uma ponte de palito pode suportar muito mais do que eu pensei.

Entrevistador: Muito bem, Estudante A. E com você, Estudante B, como foi a... Como é que a construção da curva braquistócrona ajudou você a entender melhor os conceitos físicos ou matemáticos?

Estudante B: Na aula, o professor, antes de qualquer projeto, ele fala um pouco sobre a parte teórica. No caso da minha parte, foi a braquistócrona. Ele explicou que a braquistócrona é uma curva que no caso é a curva mais rápida. Muitas pessoas, quando pensam em chegar a um ponto A para o B, a reta é a maneira mais rápida de chegar. A física provou que não é, que é a braquistócrona. E quando ele mostra a parte teórica, muitas pessoas ficam na dúvida. Será que é verdade? Será que não é?

Então, ele pegou a braquistócrona e fez que a gente criasse a nossa própria curva. E provou, mostrou realmente na parte prática, que realmente ela é mais rápida do que a reta e do que as outras curvas que podem se adquirir.

Entrevistador: Agora, bom, acompanhando um pouco as atividades de vocês, é natural que possam surgir algum tipo de problema durante a execução desses projetos. Então, e também na própria resolução dos problemas físicos, aquilo que é perguntado nas aulas. Então, nós gostaríamos de saber como é que a construção desses objetos ajudaram vocês a desenvolver habilidades para resolução de problemas.

Estudante A: Bom, na construção da ponte, além de me ajudar na minha coordenação motora, me deu uma visão mais ampla sobre quase tudo na vida, pois eu via algo e não tinha uma finalidade para aquilo. Por exemplo, eu não tinha outra finalidade para palito de picolé, a não ser o próprio picolé. Mas, nesse projeto, me provou que é capaz de suportar bastante peso numa ponte.

Entrevistador: Mesmo sendo um material leve e aparentemente mais frágil, né?

Estudante A: Exato.

Entrevistador: Muito bem. E você, Estudante B, como é que no caso da braquistócrona ajudou você a desenvolver habilidades para resolver problemas?

Estudante B: No decorrer da execução da atividade, a gente estava executando, né? Para criar a curva, primeiro nós temos que pegar o material, recortar. E, ao decorrer do tempo, a gente acaba vendo habilidade na gente. A gente pode pensar que a gente não tem uma coordenação motora muito bem. Mas, quando a gente vai executar essa atividade, a gente acaba... Pode, no caso, perceber que a gente pode sim ter uma coordenação motora maior ou uma visão mais ampla de ter uma criatividade. Se, ah, não pode ser desse jeito, pode ser de outro jeito que pode ajudar ou executar a atividade mais rápida.

Entrevistador: Bom, e já que você falou sobre trabalho em equipe, quais foram os desafios de trabalhar em equipe no desenvolvimento desses projetos? Estudante A?

Estudante A: Bom, um dos maiores problemas que eu encontrei na construção seria a desavença entre as pessoas. Tipo, a discordância. Cada um tinha a sua ideia, cada um tinha o seu ponto de vista, cada um tinha a sua criatividade. E tinha vezes que a gente chegava a discordar, mas todos chegaram a um bom senso e conseguimos construir a ponte com sucesso.

Entrevistador: Muito bem, que bom, né? E no seu caso, Estudante B?

Estudante B: Como o Estudante A falou, né? Trabalhar em equipe tem um grande desafio, que no caso é trabalhar com pessoas. E as pessoas já têm várias opiniões, e geralmente nem toda pessoa quer seguir a sua opinião. Então, tem pessoas que sim, elas dão a sua opinião, porém, quando a opinião não é aprovada, elas vão trabalhar na opinião que foi escolhida, mas tem outras que não. Elas dão a opinião e quando não é aprovada, meio que ficam frustradas e não querem mais trabalhar na ideia.

Então, acaba atrasando ela e também a equipe. Mas, trabalhar em equipe tem partes boas e ruins. Como no caso, a distribuição de deveres pode ajudar na hora de executar uma atividade de maneira mais rápida. Se fosse só uma pessoa, ia demorar mais, ia ser mais trabalho, ia ter mais cansaço, tanto físico como mental. Já em equipe, o cansaço é mais distribuído.

Entrevistador: Entendi. Agora, no caso, vocês sentiram, assim, que esses trabalhos poderiam ser compartilhados, essas ideias poderiam ser melhor compartilhadas com as pessoas? Isso traria algum benefício?

Estudante A: Poderiam sim ser compartilhadas, porque, como eu disse antes, eu não tinha ideia de que um palito de picolé poderia fazer uma ponte que sustenta 30, 40 quilos por aí. Isso poderia ser espalhado para que mais pessoas soubessem, não só pessoas que estão na escola, mas pessoas que estão fora, pessoas que estão ainda no fundamental ou até no jardim.

Entrevistador: E você, Estudante B, o que é que você acha? Isso aí é algo que, essas ideias podem ser compartilhadas com as pessoas?

Estudante B: Pode sim, além de ser uma atividade prática, muitos alunos gostam, nem que seja só uma aula de sair fora da sala, já ficam mais interessados ainda. Ou seja, podem criar um interesse a mais sobre o conteúdo, por exemplo, como física. Nem todo mundo é interessado na física. Quando tem uma atividade prática, elas podem criar um interesse maior nas atividades. E pode sim, é muito bom quando compartilha, porque é sempre bom compartilhar e várias pessoas podem participar. Então, cada vez que pessoas participam, vai criando mais interesse e podem sim criar até mais atividades dinâmicas.

Entrevistador: Bom, e no caso, quais foram os desafios de trabalhar com materiais, como no caso, palito, papel, cola e ferramentas? Quais foram os desafios de trabalhar com esses materiais e ferramentas?

Estudante A: Em relação às ferramentas, eu não senti dificuldade na hora do manuseio, mas a maior dificuldade foi a falta de materiais. Em relação aos materiais que nós usamos, como palito, cola ou até papel, um dos maiores desafios de trabalhar com eles foi que às vezes a gente botava cola demais ou às vezes cola de menos. A gente tinha que botar a quantidade certa e esse foi um dos maiores desafios.

Estudante B: O desafio de trabalhar com materiais, além de ser muitas ferramentas, apareceu bem pouco, por causa que muitas pessoas nunca pegaram uma ferramenta. Mas quando pegam uma vez ou duas, acabam se acostumando e pegam na prática. Ou seja, além de ajudar, a pessoa pode pegar amanhã e não aparece muito problema. Em relação à cola e aos outros materiais que são utilizados, como papel, pode ser um material frágil, porém, vai ser da mesma maneira das ferramentas. Ao decorrer do tempo, ela pode se acostumar e não ter uma dificuldade tão grande.

Entrevistador: Bom, aí nós já estamos chegando aqui à parte final desse pequeno bate-papo com vocês. Em relação a esses projetos, como é que vocês se sentiram motivados a participar desse tipo de intervenção?

Estudante A: Tem muita gente que participa desses projetos, às vezes por nota. Eu não vou mentir, eu também participo, mas é mais por mim mesmo. Eu gosto de participar de projetos, eu gosto de fazer coisas práticas. Além de me deixar mais animado, eu sinto que eu aprendo mais. Por exemplo, a ponte. A ponte, na hora da teoria, eu estava meio perdido. Mas, a partir da prática, que eu fui entendendo o quebra-cabeça, onde cada peça se encaixava.

Entrevistador: E você, Estudante B? Como é que você se sentiu motivado a participar dessa intervenção?

Estudante B: Além do incentivo com os professores de ajudar em nota, pontos e etc. É muito bom participar dessas atividades. Em determinada aula teórica, muitas pessoas não entendem, ficam naquela dúvida. E quando vai para a prática, a pessoa tem uma facilidade maior de entender o conteúdo. No caso da ponte, ele fez a introdução, que no caso é a aula teórica. Explicou o porquê de a Braquistócrona ser a curva mais rápida, e etc. Quando foi para a prática, muitas pessoas entenderam o porquê. Por causa que viu a bolinha de gude ser jogada ao mesmo tempo, elas caindo ao mesmo tempo. E a bolinha de gude da curva Braquistócrona chegar mais rápido do que a da reta. Então, é muito bom por causa que, além de despertar curiosidade, faz com que os alunos entendam mais rápido.

Entrevistador: Muito bem, meninos. Bom, e no caso, vocês sentiram que com esse projeto, com essas atividades, vocês se sentiram mais autônomos para desenvolver outros projetos?

Estudante A:

Eu me senti bastante, pois o professor deu bastante liberdade para nós fazermos nossas escolhas. Logicamente, ele dava umas dicas aqui e ali, mas metade dos projetos a gente foi bastante autônomo e realizamos eles com sucesso. Na hora do planejamento dos materiais, eles vão direcionando como tem que fazer, faz um resumo bem grande e dá uma etapa. Mas na hora de executar realmente o projeto, ele deixa a gente ser livre, deixa a criatividade. Porém, como o projeto tem que seguir uma linha, ele vai liderando, vai direcionando ao decorrer do tempo. Porém, quando terminar o projeto, como por exemplo a ponte, a gente fica livre de criar outras coisas, deixando mais resistente, mais bonito.

Entrevistador: Muito bem. Então, eu posso, aí no caso, vocês podem apenas dizer sim ou não. Então, eu posso confiar que vocês também se sentiram mais criativos e vocês se sentem mais confiantes para se tornarem monitores e divulgadores desse tipo de atividade?

Estudante A: Sim.

Estudante B: Sim também.

Entrevistador: Muito bem. Bom, e aí no caso, a pergunta final. Como é que a construção e o trabalho nessa atividade ajudou você a se envolver mais no aprendizado da física?

Estudante A: Me ajudou bastante no entendimento das coisas, das coisas em si. Por

exemplo, como eu havia dito antes, dar uma finalidade para um objeto que não tinha aquela outra finalidade. Mas também me ajudou um pouco mais sobre a teoria, sobre a gravidade, o peso, massa, entre muitas outras coisas. E a força, logicamente.

Entrevistador: Muito bem. E por fim, Estudante B, como é que você se sentiu, né? Ou como é que a construção ajudou você a se envolver mais no aprendizado da física?

Estudante B: Como eu disse, quando o professor vai passar a falar da aula teórica, muitas pessoas não entendem. E a física, como é uma área muito complexa, é muito difícil de se entender realmente como a lei da física funciona. A parte prática, ela ajuda a pessoa a entender. Como, por exemplo, as leis de Newton. Muitas pessoas sabem a parte prática, mas não a parte teórica. Mas quando vai para a parte prática, ela realmente consegue ver, consegue falar assim, realmente é verdade. E consegue entender mais ainda sobre as leis da física.

Entrevistador: Muito bem. Então, eu queria agradecer muito a vocês por participarem nessa pesquisa. As falas de vocês foram muito importantes para este trabalho, cuja intenção é que ele se torne ainda maior. E que não sejam momentos isolados dentro das aulas, dentro do ano de vocês. Então, por isso, vocês podem ficar bastante à vontade para compartilhar essas experiências, sugestões. Então, muito obrigado ao Estudante A e ao Estudante B por essa colaboração.

APÊNDICE F – PRODUTO EDUCACIONAL

E-book com Orientações Pedagógicas

TÍTULO:

Atividades Maker: Potencializando a aprendizagem da Física

Autor: Fábio Giovanni Carvalho SANTOS



ATIVIDADES MAKER

POTENCIALIZANDO A APRENDIZAGEM DA FÍSICA

FÁBIO GIOVANNI CARVALHO SANTOS

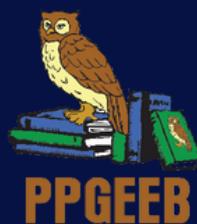


PPGEEB

FÁBIO GIOVANNI CARVALHO SANTOS

ATIVIDADES MAKER

POTENCIALIZANDO A APRENDIZAGEM DA FÍSICA



SÃO LUÍS
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
REITOR PROF. DR. FERNANDO CARVALHO SILVA

**AGENCIA DE INOVAÇÃO, EMPREENDEDORISMO, PESQUISA, PÓS
GRADUAÇÃO E INTERNACIONALIZAÇÃO**
PROF^a. DR^a. FLÁVIA RAQUEL FERNANDES DO NASCIMENTO

**COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS
GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE ENSINO DA EDUCAÇÃO BÁSICA**
PROF^a DR^a. HERCILIA MARIA DE MOURA VITURIANO

ORIENTADOR DO PRODUTO EDUCACIONAL
PROF. DR. RAIMUNDO LUNA NERES

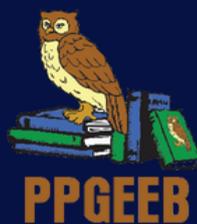
AUTOR DO PRODUTO EDUCACIONAL
FÁBIO GIOVANNI CARVALHO SANTOS

ILUSTRAÇÃO E DIAGRAMAÇÃO
FÁBIO GIOVANNI CARVALHO SANTOS

IMAGENS
DISPONÍVEIS NA INTERNET

COMPOSIÇÃO DA CAPA
CRIAÇÃO DO PRÓPRIO AUTOR

GRAVURAS
BANCO DE DADOS DO CANVA®
DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.CANVA.COM/](https://www.canva.com/)



SÃO LUÍS
2024

GRAVURAS E LAYOUT BÁSICO DA CAPA: COMPOSIÇÃO PELO PESQUISADOR NO SITE DO CANVA®
[HTTPS://WWW.CANVA.COM/](https://www.canva.com/)

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

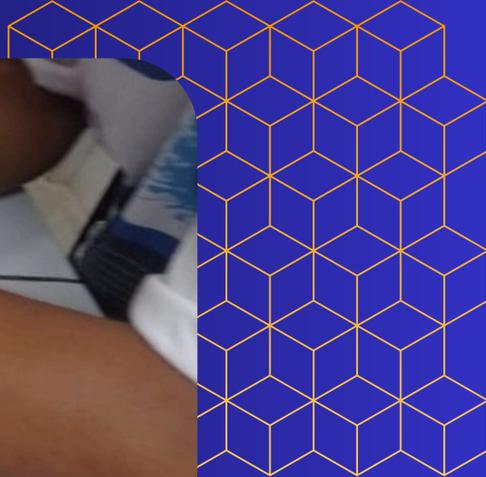
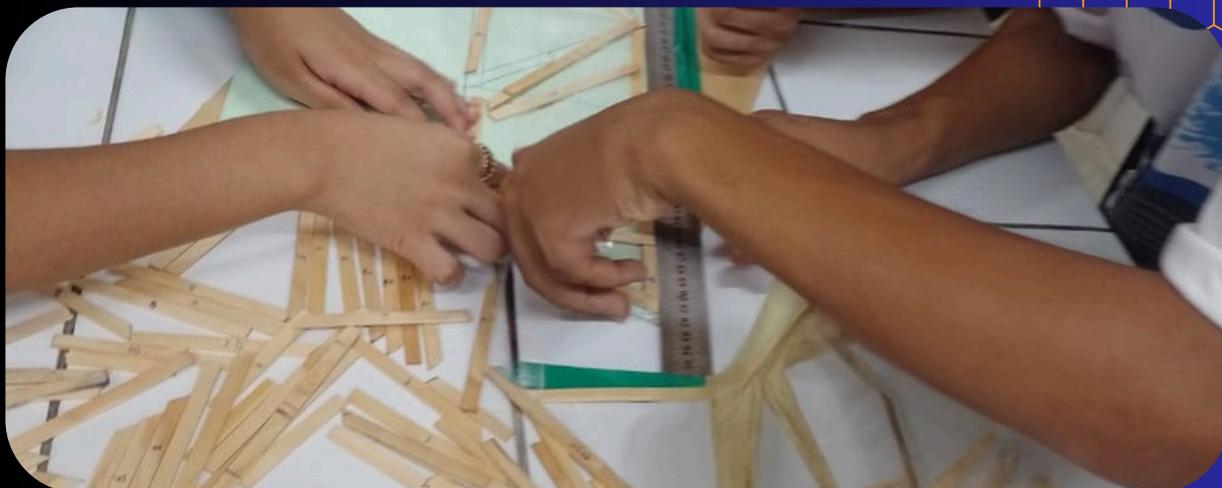
Santos, Fábio Giovanni Carvalho.

ATIVIDADES MAKER : POTENCIALIZANDO A APRENDIZAGEM DA
FÍSICA / Fábio Giovanni Carvalho Santos. - 2024.
33 f.

Orientador(a): Raimundo Luna Neres.

Programa de Pós-graduação em Gestão de Ensino da
Educação Básica/ccso, Universidade Federal do Maranhão,
São Luís, 2024.

1. Cultura Maker. 2. Aprendizagem da Física. 3.
Competências. 4. Habilidades. 5. . I. Neres, Raimundo
Luna. II. Título.



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **05**

INTRODUÇÃO **06**

O QUE É CULTURA
MAKER? **07**

PREMISSAS DA CULTURA
MAKER APLICADAS À
PRÁTICA EDUCATIVA **08**

BNCC, ENSINO DE FÍSICA E
CULTURA MAKER **09**

COMPETÊNCIAS,
HABILIDADES DA BNCC E
PREMISSAS DA CULTURA
MAKER **10**

ETAPAS PARA UMA
INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA **12**

PROPOSTAS DE ATIVIDADES
MAKER NO ENSINO DE FÍSICA **13**

ATIVIDADE 1: MÁQUINA DE RUBE
GOLDBERG

ATIVIDADE 2: CONSTRUÇÃO DE
UMA CATAPULTA

ATIVIDADE 3: CONSTRUÇÃO DE
UMA PONTE DE PALITOS

ATIVIDADE 4: BRAQUISTÓCRONA
– O CAMINHO MAIS RÁPIDO

ATIVIDADE 5: MONTAGEM DE UM
HOLOGRAMA CASEIRO

ATIVIDADE 6: CONSTRUÇÃO DE
UM ROBÔ

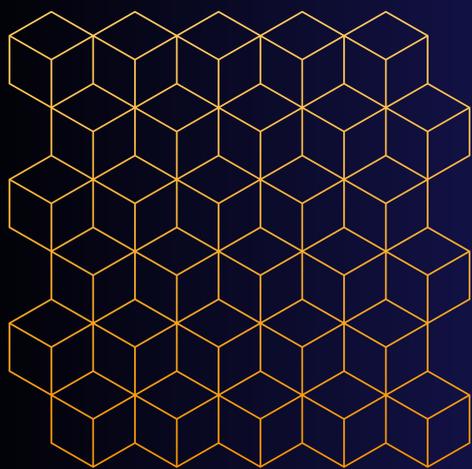
AVALIAÇÃO: ANÁLISE E
CRITÉRIOS **26**

DICAS DE SEGURANÇA NAS
ATIVIDADES MAKER **27**

COMO MONTAR UM ESPAÇO
MAKER NA ESCOLA **28**

CONSIDERAÇÕES FINAIS **29**

REFERÊNCIAS **30**



APRESENTAÇÃO

Professores e professoras,

Este e-book é fruto do trabalho desenvolvido durante o Mestrado em Educação, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEED) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Sua origem está no projeto de dissertação que explorou a relação entre a Cultura Maker e o ensino de Física, com foco em proporcionar uma experiência de aprendizagem mais dinâmica e interativa para os estudantes do Ensino Médio. Ao longo desse percurso, foram observadas as potencialidades que o movimento Maker traz para a educação, especialmente quando se trata de uma disciplina tão desafiadora quanto a Física.

O conteúdo aqui apresentado tem como principal objetivo apoiar o trabalho docente, oferecendo atividades práticas que utilizam a Cultura Maker como metodologia ativa para potencializar o ensino e a aprendizagem da Física. O intuito é facilitar a implementação de oficinas de construção de maquetes e protótipos em sala de aula, permitindo que os estudantes visualizem e compreendam, de forma prática, conceitos fundamentais da disciplina.

A proposta deste e-book é flexível, podendo ser adaptada a diferentes contextos escolares e recursos disponíveis. Além disso, ele visa incentivar o protagonismo dos estudantes, ao mesmo tempo em que fornece ao professor ferramentas para enriquecer sua prática pedagógica.

Esperamos que este material contribua para a inovação do ensino de Física, tornando-o mais atrativo e eficaz, ao mesmo tempo que promove um ambiente de aprendizagem colaborativo, investigativo e criativo.

Fábio Giovanni Carvalho Santos
(Mestrando – PPGEED)

INTRODUÇÃO

Este e-book aborda a temática da Cultura Maker como uma metodologia ativa e inovadora aplicada ao ensino de Física. De acordo com Gavassa (2020), a Cultura Maker, centrada no conceito de "faça você mesmo", promove o aprendizado por meio da experimentação e da construção de protótipos, permitindo aos estudantes interagirem de maneira prática com os conceitos teóricos da Física. A partir dessa abordagem, o e-book visa tornar a disciplina mais acessível e atrativa para os alunos, oferecendo uma alternativa às metodologias tradicionais.

A finalidade deste material é proporcionar aos professores uma ferramenta pedagógica prática, que integre a Cultura Maker às suas aulas de Física, contribuindo para uma aprendizagem mais dinâmica e significativa. As atividades propostas têm como objetivo estimular os estudantes a aplicar conceitos físicos na construção de maquetes e experimentos, favorecendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas, motoras e sociais, além de promover maior engajamento nas aulas.

O e-book está organizado de maneira a fornecer um suporte completo para a aplicação da Cultura Maker no contexto escolar. Ele apresenta uma introdução ao conceito e às premissas da Cultura Maker, discute sua relação com as competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e oferece propostas de atividades práticas que podem ser implementadas em sala de aula. Além disso, são apresentadas orientações sobre como montar um espaço Maker na escola, dicas de segurança para a realização das atividades, e critérios para avaliar o desempenho dos alunos.

Espera-se que este produto educacional contribua para a transformação das práticas pedagógicas no ensino de Física, tornando o processo de aprendizagem mais interativo e colaborativo. Ao integrar a Cultura Maker, os professores poderão estimular o desenvolvimento de habilidades fundamentais para o século XXI, como a criatividade, a resolução de problemas e o trabalho em equipe, ao mesmo tempo em que potencializam a compreensão dos conceitos físicos pelos estudantes.

O QUE É CULTURA MAKER?

A Cultura Maker é um movimento que valoriza a criatividade, a colaboração e a experimentação prática. Sua origem remonta ao final da década de 2000, nos Estados Unidos, e está fortemente ligada à democratização de ferramentas tecnológicas, como impressoras 3D, cortadoras a laser e kits eletrônicos. Mais do que um simples “faça você mesmo”, a Cultura Maker é uma filosofia de criação, que incentiva as pessoas a se tornarem criadores de suas próprias soluções e projetos, utilizando tecnologias acessíveis e trabalhando em um ambiente colaborativo.

No contexto educacional, a Cultura Maker está alinhada com metodologias ativas, promovendo o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem. Seus princípios favorecem que os estudantes sejam participantes ativos, aplicando a Física em contextos práticos e interdisciplinares.

Ao integrar atividades experimentais e prototipagem ao currículo de Física, essa abordagem busca incentivar a exploração criativa e o desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI, como a resolução de problemas e o pensamento crítico.

Além disso, a Cultura Maker não apenas transforma o ambiente de ensino, mas também é uma poderosa ferramenta para a formação de cidadãos críticos e engajados socialmente. Ao promover a colaboração e o compartilhamento de ideias, ela se conecta diretamente com os princípios de educação emancipadora defendidos por teóricos como Paulo Freire

PREMISSAS DA CULTURA MAKER APLICADAS A PRÁTICA EDUCATIVA

- **Aprendizagem Mão na Massa:** Foco na construção e manipulação de objetos para internalizar conceitos teóricos através da prática.
- **Experimentação:** Incentivo ao teste de ideias, construção de protótipos e aprendizado com erros e acertos.
- **Criatividade e Inovação:** Estímulo à geração de soluções originais e inovadoras para problemas existentes.
- **Colaboração:** Valorização do trabalho em equipe e da troca de conhecimentos entre pares.
- **Compartilhamento de Conhecimento:** Promoção da divulgação de projetos e resultados para enriquecer o aprendizado coletivo.
- **Uso de Tecnologias Digitais:** Integração de ferramentas tecnológicas para potencializar a aprendizagem e a criação de soluções.
- **Sustentabilidade e Responsabilidade Social:** Incentivo ao uso consciente de recursos e reflexão sobre o impacto ambiental e social.
- **Consciência Histórica e Cultural:** Reconhecimento da influência dos contextos históricos e culturais no desenvolvimento científico.

BNCC, ENSINO DE FÍSICA E CULTURA MAKER

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza que o ensino de Física no Ensino Médio deve promover não apenas o entendimento teórico dos conceitos, mas também sua aplicação prática em situações reais. A BNCC valoriza metodologias que possibilitem o desenvolvimento de competências como resolução de problemas, análise crítica e criatividade. A Cultura Maker se alinha perfeitamente a esses princípios ao oferecer uma abordagem prática e experimental, que permite aos alunos "aprender fazendo".

Entre as competências estabelecidas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na BNCC, destacam-se:

- Compreender os fenômenos naturais e tecnológicos: A Cultura Maker permite a aplicação de modelos e teorias físicas em projetos práticos, como a construção de dispositivos que envolvem conceitos de energia, movimento e eletricidade.
- Realizar experimentos científicos: A criação de protótipos e a experimentação são centrais na abordagem maker, incentivando os estudantes a testar hipóteses e analisar dados.
- Trabalhar colaborativamente: A Cultura Maker promove a colaboração e o compartilhamento de ideias, valores fundamentais para a educação contemporânea.

A inserção da Cultura Maker no ensino de Física visa também desenvolver habilidades socioemocionais, como trabalho em equipe, comunicação eficaz e responsabilidade social. Essas são competências fundamentais para a formação de cidadãos críticos e conscientes.

Ao integrar a Cultura Maker ao ensino de Física, o professor oferece aos alunos um ambiente rico para a experimentação e inovação. O aprendizado vai além da simples memorização de fórmulas, envolvendo a criação de soluções tecnológicas que podem ser aplicadas em diferentes contextos sociais e ambientais. Como resultado, os alunos não só dominam os conceitos físicos, mas também desenvolvem uma compreensão mais profunda de como a Física impacta o mundo ao seu redor.

COMPETÊNCIAS, HABILIDADES DA BNCC E PREMISSAS DA CULTURA MAKER

O quadro a seguir tem como objetivo relacionar as competências e habilidades da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) com as premissas da cultura maker, adotando como referência o Manifesto Maker segundo Mark Hatch (2014). Essa integração busca auxiliar educadores, especialmente professores de Física, a incorporarem os princípios do movimento maker em suas práticas pedagógicas.

Essa abordagem integrada facilita a elaboração de planos de aula e projetos que não apenas atendem às diretrizes curriculares, mas também enriquecem a experiência educacional, preparando os estudantes para os desafios do século XXI. Ao incorporar as premissas do Manifesto Maker, os educadores promovem uma cultura de aprendizado que valoriza o fazer, o compartilhar e o crescimento contínuo, alinhada com as demandas contemporâneas de uma sociedade em constante transformação.

Competência da BNCC	Habilidade da BNCC	Premissa da Cultura Maker
1. Compreender e aplicar conhecimentos científicos para explicar fenômenos e resolver problemas.	Aplicar conceitos físicos para interpretar fenômenos e solucionar problemas.	Fazer
2. Investigar o ambiente natural e tecnológico, formulando hipóteses e testando ideias.	Planejar e conduzir experimentos científicos.	Experimentação
3. Utilizar linguagens e representações científicas para comunicar ideias e resultados.	Expressar-se usando linguagem e símbolos científicos adequados.	Compartilhamento de Conhecimento

Continuação

Competência da BNCC	Habilidade da BNCC	Premissa da Cultura Maker
4. Desenvolver soluções tecnológicas considerando aspectos éticos, sociais e ambientais.	Projetar soluções reais com consciência socioambiental.	Sustentabilidade e Responsabilidade Social
5. Demonstrar iniciativa, criatividade e persistência na resolução de problemas científicos e tecnológicos.	Propor soluções inovadoras e persistir diante de desafios.	Criatividade e Inovação
6. Colaborar em equipes, respeitando a diversidade de ideias e perspectivas.	Trabalhar cooperativamente em projetos multidisciplinares.	Colaboração
7. Utilizar tecnologias digitais de forma crítica e responsável para potencializar a aprendizagem.	Usar ferramentas digitais para pesquisa e comunicação científica.	Uso de Tecnologias Digitais
8. Reconhecer a natureza dinâmica da ciência e da tecnologia e seus impactos na sociedade.	Refletir sobre o impacto dos avanços científicos na sociedade.	Consciência Histórica e Cultural
9. Agir com ética e responsabilidade em situações que envolvam conhecimentos científicos e tecnológicos.	Tomar decisões éticas e socialmente responsáveis.	Ética e Altruísmo

ETAPAS PARA UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

A intervenção pedagógica é uma ação planejada pelo professor para solucionar dificuldades de aprendizagem dos alunos. Ela envolve atividades e estratégias específicas que visam melhorar o desempenho dos estudantes, tornando o processo de ensino mais eficaz. No ensino de Física com a Cultura Maker, essas intervenções são realizadas por meio de atividades práticas e experimentais, ajudando os alunos a entenderem conceitos complexos de forma mais acessível e participativa.

1

Identificação do problema da instituição que precisa ser solucionado através da aplicação de instrumentos como: questionário, entrevista, observação, dentre outros. A intervenção se dá a partir do desejo do grupo de mudança, solucionando e produzindo conhecimento sobre a sua realidade educativa.

2

Organização e discussão das informações oriundas do procedimento aplicado, identificando o problema a ser solucionado. Nessa fase, sempre será preciso retornar ao ambiente onde a intervenção vai se dar para que os participantes possam aderir à proposta e confirmar se, concretamente, o problema a ser solucionado é o que foi identificado, com seus motivos e necessidades. Portanto, os instrumentos têm questões que identificam o problema, as causas e as expectativas que o grupo tem e se já houve outros processos de intervenção.

3

A intervenção pedagógica precisa ser planejada de maneira racional, posto que o processo pedagógico de aprendizagem tem uma intencionalidade.

Fonte: elaborado pelo autor a partir de Pereira (2016)

PROPOSTAS DE ATIVIDADES MAKER NO ENSINO DE FÍSICA

As atividades propostas nesse ebook foram reinterpretadas à luz dos princípios da Cultura Maker. Elas não são essencialmente novas, mas a maneira como são abordadas neste e-book busca oferecer uma experiência de aprendizagem mais envolvente, prática e criativa para os alunos.

Como falamos anteriormente, a Cultura Maker incentiva o "aprender fazendo" e promove o protagonismo dos alunos em seu próprio processo de aprendizagem. Em vez de apenas seguirem instruções ou memorizarem teorias, os estudantes são convidados a construir, experimentar, testar e, acima de tudo, entender os conceitos físicos em ação. As atividades, por conseguinte, oferecem a oportunidade de aplicar conhecimentos teóricos de maneira prática, permitindo que os alunos façam descobertas por conta própria e desenvolvam habilidades importantes como pensamento crítico, resolução de problemas, e colaboração.

Cada atividade é, portanto, uma releitura de conceitos fundamentais da Física, mas apresentada com uma nova perspectiva, onde o foco está na exploração criativa e no uso de materiais simples e acessíveis. A ideia é tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico e atrativo, ajudando os alunos a verem a Física não apenas como uma disciplina abstrata, mas como algo que pode ser vivido e experimentado no dia a dia.

Esperamos que essas propostas estimulem tanto o aprendizado quanto a curiosidade, levando os alunos a questionar, explorar e criar.

ATIVIDADE 1: MÁQUINA DE RUBE GOLDBERG

Objetivo: Demonstrar os conceitos de transformação de energia (cinética, potencial, térmica) por meio de uma máquina de Rube Goldberg.

Materiais: Objetos cotidianos (dominó, bolas de gude, elásticos, tábuas, peças de LEGO, fita adesiva, barbante, etc.)



Fonte: Internet, disponível em: <https://scoutlife.org/wp-content/uploads/2018/04/rubegoldberg.jpg?w=700>

Sugestão de Vídeo Tutorial: Para facilitar a compreensão de como montar uma máquina de Rube Goldberg, sugerimos assistir a um vídeo tutorial, como “Aprenda a fazer uma máquina de Rube Goldberg!” (disponível em: <https://youtu.be/TyVPrGhPDYY>)

**Despertando o
interesse!**

SABIA QUE A MÁQUINA DE RUBE GOLDBERG É FAMOSA POR FAZER UMA TAREFA SIMPLES DA FORMA MAIS COMPLICADA POSSÍVEL? AO CONSTRUIR UMA, VOCÊ ESTÁ REPLICANDO PRINCÍPIOS QUE ENGENHEIROS USAM PARA ENTENDER TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIA.

ATIVIDADE 1: MÁQUINA DE RUBE GOLDBERG

Passo a Passo Detalhado:

1. Comece explicando aos alunos o conceito de energia potencial, energia cinética, e como uma forma de energia pode ser transformada em outra. Use exemplos cotidianos, como uma bola rolando ladeira abaixo.
2. Divida os alunos em grupos e forneça os materiais listados.
3. Os grupos devem planejar uma sequência de eventos onde cada movimento desencadeia o próximo (por exemplo, uma bola de gude empurra uma peça de dominó, que aciona um elástico esticado).
4. Incentive a criatividade dos alunos, permitindo que escolham quais objetos utilizar para gerar as transformações de energia.
5. Ao final, os alunos devem explicar quais transformações de energia ocorreram em cada etapa do experimento.

Competência da BNCC	Habilidade	Premissa da Cultura Maker
Competência 1: Compreender transformações de energia	Uso de modelos e teorias físicas para explicar transformações de energia	Aprender fazendo, experimentar e explorar ideias
Competência 3: Investigar e avaliar aplicações do conhecimento científico	Comunicar resultados de investigações sobre transformação de energia	Trabalho colaborativo e compartilhamento de ideias

DURAÇÃO: APROXIMADAMENTE 2 AULAS (1 PARA PLANEJAMENTO E 1 PARA EXECUÇÃO).

ATIVIDADE 2: CONSTRUÇÃO DE UMA CATAPULTA

Objetivo: Estudar o movimento retilíneo e parabólico através da construção de uma catapulta simples.

Materiais: Palitos de sorvete, elásticos, copos plásticos, fita adesiva, esferas de metal ou borracha.



Fonte: Internet, disponível em: <https://i.ytimg.com/vi/Of2SYNG-yME/maxresdefault.jpg>

Sugestão de Vídeo Tutorial: Para facilitar a compreensão de como montar uma catapulta, sugerimos assistir a um vídeo tutorial, como “Faça 2 Incríveis Mini Catapultas Usando Palitos de Picolé!” (disponível em: <https://youtu.be/Of2SYNG-yME>)

Despertando o interesse!

VOCÊ SABIA QUE ÂNGULOS DIFERENTES PODEM MUDAR A TRAJETÓRIA DE UM OBJETO LANÇADO? TESTE E DESCUBRA COMO PEQUENOS AJUSTES PODEM FAZER A DIFERENÇA!

ATIVIDADE 2: CONSTRUÇÃO DE UMA CATAPULTA

PASSO A PASSO DETALHADO:

1. EXPLIQUE AOS ALUNOS O CONCEITO DE MOVIMENTO PARABÓLICO E RETILÍNEO, DESTACANDO COMO A VELOCIDADE INICIAL E O ÂNGULO DE LANÇAMENTO INFLUENCIAM A TRAJETÓRIA DE UM OBJETO. USE EXEMPLOS, COMO UMA BOLA DE FUTEBOL CHUTADA NO AR.
2. DIVIDA OS ALUNOS EM GRUPOS E FORNEÇA OS MATERIAIS PARA CONSTRUIR A CATAPULTA (PALITOS DE SORVETE, ELÁSTICOS, ETC.).
3. CADA GRUPO DEVE PLANEJAR E MONTAR SUA CATAPULTA, AJUSTANDO O ÂNGULO E A FORÇA PARA LANÇAR A BOLA DE PINGUE-PONGUE.
4. INCENTIVE OS ALUNOS A REALIZAREM EXPERIMENTOS COM DIFERENTES ÂNGULOS DE LANÇAMENTO E A REGISTRAREM OS RESULTADOS PARA COMPARAR.
5. AO FINAL, CADA GRUPO DEVE EXPLICAR COMO O ÂNGULO DE LANÇAMENTO INFLUENCIOU A DISTÂNCIA E A ALTURA ALCANÇADAS PELA BOLA.

Competência da BNCC	Habilidade	Premissa da Cultura Maker
Competência 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos	Aplicar conceitos de cinemática para prever o movimento de objetos	Experimentar e explorar resultados práticos
Competência 3: Investigar e avaliar aplicações do conhecimento científico	Interpretar dados experimentais e comunicar resultados	Protagonismo e inovação no processo criativo

DURAÇÃO: APROXIMADAMENTE 2 AULAS (1 PARA PLANEJAMENTO E 1 PARA EXECUÇÃO).

ATIVIDADE 3: CONSTRUÇÃO DE UMA PONTE DE PALITOS

Objetivo: Explorar conceitos de forças, tensões e resistência dos materiais.

Materiais: Palitos de sorvete, cola, tesouras, elásticos, fita métrica.



Fonte: Internet, disponível em: [https://doity.com.br/competicao-de-palito](https://doity.com.br/competicao-de-pontes-de-palito)

Sugestão de Vídeo Tutorial: Para facilitar a compreensão de como montar uma ponte de palitos, sugerimos assistir a um vídeo tutorial, como “Trabalho de CTS - Ponte de Palitos de Picolé” (disponível em: <https://youtu.be/lfTZzXd3Qss>)

**Despertando o
interesse!**



SABIA QUE AS PONTES MODERNAS USAM CONCEITOS MUITO PARECIDOS COM OS QUE VOCÊ VERÁ AO CONSTRUIR A SUA PONTE DE PALITOS? ESTE PROJETO TE COLOCA NA PELE DE ENGENHEIROS, TESTANDO A FORÇA DOS MATERIAIS E A ESTRUTURA!

ATIVIDADE 3: CONSTRUÇÃO DE UMA PONTE DE PALITOS

PASSO A PASSO DETALHADO:

1. COMECE EXPLICANDO OS CONCEITOS DE FORÇAS, TENSÃO E COMPRESSÃO, UTILIZANDO EXEMPLOS DE PONTES REAIS E COMO ELAS SUPORTAM DIFERENTES PESOS.
2. DIVIDA OS ALUNOS EM GRUPOS E FORNEÇA OS MATERIAIS (PALITOS DE SORVETE, COLA) PARA QUE ELES PLANEJEM A CONSTRUÇÃO DE UMA PONTE QUE CONSIGA SUPORTAR PESO.
3. CADA GRUPO DEVE DESENHAR UM ESBOÇO DO PROJETO DA PONTE E, EM SEGUIDA, CONSTRUIR A ESTRUTURA, GARANTINDO QUE ESTEJA EQUILIBRADA.
4. INCENTIVE OS ALUNOS A TESTAR A RESISTÊNCIA DA PONTE ADICIONANDO PESO GRADUALMENTE E OBSERVANDO O COMPORTAMENTO DA ESTRUTURA.
5. AO FINAL, CADA GRUPO DEVE EXPLICAR QUAIS FORÇAS ESTAVAM AGINDO NA PONTE E COMO O PROJETO PODERIA SER APRIMORADO.

Competência da BNCC	Habilidade	Premissa da Cultura Maker
Competência 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos	Aplicar conceitos de resistência de materiais em construções	Experimentar e melhorar a construção com base nos resultados
Competência 3: Investigar e avaliar aplicações do conhecimento científico	Planejar e executar projetos estruturais em grupo	Colaboração e compartilhamento de ideias

DURAÇÃO: APROXIMADAMENTE 4 AULAS (1 PARA PLANEJAMENTO, 2 PARA EXECUÇÃO E 1 PARA APRESENTAÇÃO).

ATIVIDADE 4: BRAQUISTÓCRONA - O CAMINHO MAIS RÁPIDO

Objetivo: Demonstrar o conceito físico da curva braquistócrona e a relação com a aceleração da gravidade.

Materiais: Pedacos de papelão, serra tico-tico (opcional), fita adesiva, bolinhas de gude, régua.



Fonte: Internet, disponível em: <https://i.ytimg.com/vi/r-uFEm3e-p4/hq720.jpg?sqp=-oaymwEhCK4FEIIDSFryq4qpAxMIARUAAAAAGAEIAADIQj0AgKJD&rs=AOn4CLDDMzJyKpG7SB06wp742YY8kR6WoA>

Sugestão de Vídeo Tutorial: Para facilitar a compreensão de como montar uma curva braquistócrona, sugerimos assistir a um vídeo tutorial, como “O caminho mais rápido entre dois pontos: a Braquistócrona - Experimento 36 ” (disponível em: https://youtu.be/A9v_aBZVERs)

Despertando o interesse!

VOCÊ SABIA QUE A CURVA BRAQUISTÓCRONA É UMA DAS MAIS FASCINANTES DA FÍSICA, USADA ATÉ EM PROJETOS DE MONTANHAS-RUSSAS PARA CRIAR A DESCIDA PERFEITA? AGORA É SUA CHANCE DE DESCOBRIR O SEGREDO DAS CURVAS MAIS RÁPIDAS!

ATIVIDADE 4: BRAQUISTÓCRONA - O CAMINHO MAIS RÁPIDO

PASSO A PASSO DETALHADO:

1. EXPLIQUE AOS ALUNOS O CONCEITO DE BRAQUISTÓCRONA, MOSTRANDO COMO A CURVA PERMITE QUE UM OBJETO CHEGUE MAIS RAPIDAMENTE DE UM PONTO A OUTRO, DEVIDO À ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE.
2. DIVIDA OS ALUNOS EM GRUPOS E FORNEÇA OS MATERIAIS (PAPELÃO, FITA ADESIVA) PARA QUE ELES CRIEM PISTAS CURVAS E RETAS PARA COMPARAR OS TEMPOS DE DESCIDA DAS BOLINHAS.
3. OS ALUNOS DEVEM MONTAR AS PISTAS E TESTAR A DESCIDA DAS BOLINHAS DE GUDE, CRONOMETRANDO O TEMPO EM CADA TIPO DE PISTA.
4. INCENTIVE OS ALUNOS A COMPARAR OS RESULTADOS E A DISCUTIR POR QUE A CURVA BRAQUISTÓCRONA PERMITE UMA DESCIDA MAIS RÁPIDA.
5. AO FINAL, CADA GRUPO DEVE EXPLICAR O PAPEL DA GRAVIDADE E DA INCLINAÇÃO DA CURVA NA ACELERAÇÃO DO OBJETO.

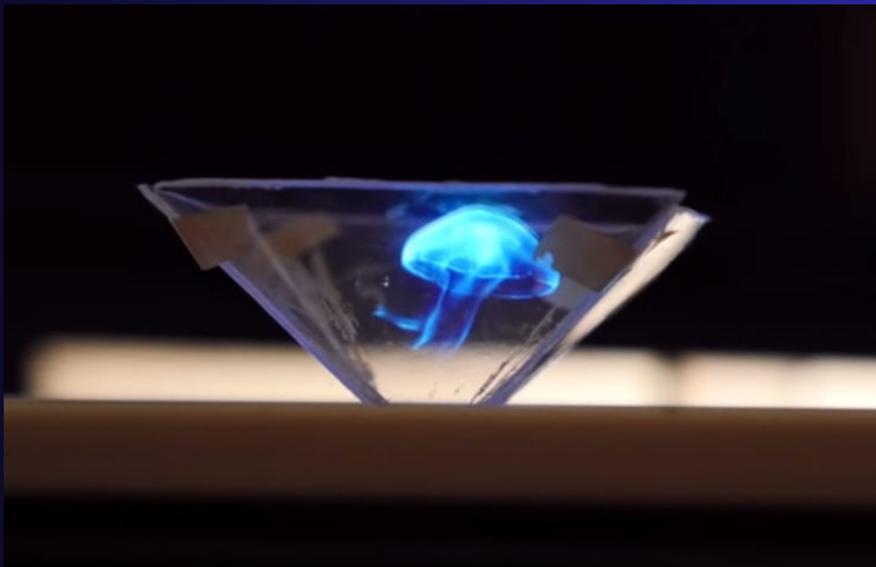
Competência da BNCC	Habilidade	Premissa da Cultura Maker
Competência 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos	Resolver problemas envolvendo movimento e aceleração	Testagem prática e adaptação de soluções
Competência 3: Investigar e avaliar aplicações do conhecimento científico	Argumentar com base em dados experimentais e comunicar resultados	Protagonismo do aluno na experimentação e aprendizado

DURAÇÃO: APROXIMADAMENTE 4 AULAS (1 PARA PLANEJAMENTO, 2 PARA EXECUÇÃO E 1 PARA APRESENTAÇÃO).

ATIVIDADE 5: MONTAGEM DE UM HOLOGRAMA CASEIRO

Objetivo: Demonstrar a reflexão e refração da luz.

Materiais: Plástico transparente (de caixas de CD), tesouras, smartphones, fita adesiva.



Fonte: Internet, disponível em: https://g3i5r4x7.rocketcdn.me/wp-content/uploads/2015/10/holograma1_Addictable.jpg.webp

Sugestão de Vídeo Tutorial: Para facilitar a compreensão de como montar um holograma caseiro, sugerimos assistir a um vídeo tutorial, como “Aprenda como fazer um holograma - experimento de óptica geométrica” (disponível em: https://youtu.be/w3nvh7M_3NQ)

Despertando o interesse!



SABIA QUE A TECNOLOGIA DE HOLOGRAMAS ESTÁ CADA VEZ MAIS PRESENTE EM FILMES E DISPOSITIVOS? COM ESTE SIMPLES EXPERIMENTO, VOCÊ PODE COMEÇAR A ENTENDER COMO FUNCIONA ESSA TECNOLOGIA FUTURÍSTICA!

ATIVIDADE 5: MONTAGEM DE UM HOLOGRAMA CASEIRO

PASSO A PASSO DETALHADO:

1. INTRODUZA O CONCEITO DE REFLEXÃO E REFRAÇÃO DA LUZ, EXPLICANDO COMO ESSES FENÔMENOS OCORREM EM OBJETOS DO COTIDIANO, COMO ESPELHOS E LENTES.
2. DIVIDA OS ALUNOS EM GRUPOS E FORNEÇA OS MATERIAIS (PLÁSTICO TRANSPARENTE DE CAIXAS DE CD, TESOURAS) PARA QUE CONSTRUAM A PIRÂMIDE HOLOGRÁFICA.
3. CADA GRUPO DEVE CORTAR O PLÁSTICO EM FORMATO DE PIRÂMIDE INVERTIDA E POSICIONÁ-LO SOBRE A TELA DE UM SMARTPHONE REPRODUZINDO UM VÍDEO DE HOLOGRAMA.
4. INCENTIVE OS ALUNOS A TESTAR DIFERENTES VÍDEOS E OBSERVAR COMO A LUZ REFLETIDA CRIA UMA IMAGEM 3D.
5. AO FINAL, OS GRUPOS DEVEM EXPLICAR COMO OS PRINCÍPIOS DA REFLEXÃO E REFRAÇÃO ESTÃO PRESENTES NO FUNCIONAMENTO DO HOLOGRAMA.

Competência da BNCC	Habilidade	Premissa da Cultura Maker
Competência 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos	Compreender e aplicar os princípios de reflexão e refração da luz	Experimentação visual e prática
Competência 3: Investigar e avaliar aplicações do conhecimento científico	Comunicar resultados de investigações sobre fenômenos ópticos	Criatividade no uso de materiais simples

DURAÇÃO: APROXIMADAMENTE 2 AULAS (1 PARA PLANEJAMENTO E 1 PARA EXECUÇÃO).

ATIVIDADE 6: CONSTRUÇÃO DE UM ROBÔ

Objetivo: Construir um robô simples com materiais acessíveis e recicláveis, utilizando conceitos de Física relacionados à eletricidade, mecânica e controle. O objetivo é aplicar esses conceitos em um projeto prático e promover o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e criatividade.

Materiais: Motores de corrente contínua, pilhas/baterias, suporte para pilhas, interruptores, fios condutores, corpo do robô (pode ser feito com materiais recicláveis como garrafas PET, caixas de papelão, etc.), rodas ou esferas (podem ser reutilizadas de brinquedos ou outros objetos), cola quente, fita adesiva, tesoura, etc.



Fonte: Internet, disponível em: <https://i.ytimg.com/vi/Z7N0xCDVzIA/hq720.jpg?sqp=-oaymwEhCK4FEIIDSFryq4qpAxMIARUAAAAGAEIAADIQj0AgKJD&rs=AOOn4CLBo2kHLVOWGNbkC2u-PWP4SjAcyRQ>

Sugestão de Vídeo Tutorial: Para facilitar a compreensão de como montar um holograma caseiro, sugerimos assistir a um vídeo tutorial, como “Como fazer robô ambulante” (disponível em: <https://youtu.be/Z7N0xCDVzIA>)

Despertando o interesse!



SABIA QUE A ROBÓTICA É UMA ÁREA QUE COMBINA VÁRIAS DISCIPLINAS, COMO FÍSICA, MATEMÁTICA E COMPUTAÇÃO? MUITOS DOS ROBÔS QUE VOCÊ VÊ HOJE EM DIA, COMO AQUELES USADOS NA INDÚSTRIA E NA EXPLORAÇÃO ESPACIAL, UTILIZAM OS MESMOS CONCEITOS DE ELETRICIDADE E MECÂNICA QUE VOCÊ ESTÁ APLICANDO AO CONSTRUIR SEU ROBÔ. ALÉM DISSO, A CONSTRUÇÃO DE ROBÔS SIMPLES É O PRIMEIRO PASSO PARA ENTENDER COMO FUNCIONAM TECNOLOGIAS MAIS AVANÇADAS, COMO ROBÔS AUTÔNOMOS E VEÍCULOS AUTOMATIZADOS. QUEM SABE O SEU PRÓXIMO PROJETO NÃO SEJA UM ROBÔ QUE EXECUTE TAREFAS SOZINHO?

ATIVIDADE 6: CONSTRUÇÃO DE UM ROBÔ

PASSO A PASSO DETALHADO

1. INÍCIO COM UMA INTRODUÇÃO TEÓRICA: EXPLIQUE OS CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE, MOTORES, CIRCUITOS SIMPLES E COMO ELES SE RELACIONAM COM O FUNCIONAMENTO DE UM ROBÔ. USE EXEMPLOS PRÁTICOS, COMO BRINQUEDOS CONTROLADOS POR MOTORES.
2. DIVIDIR OS ALUNOS EM GRUPOS: CADA GRUPO RECEBERÁ OS MATERIAIS PARA PLANEJAR E CONSTRUIR SEU ROBÔ. INCENTIVE A DISCUSSÃO SOBRE O DESIGN DO ROBÔ, INCLUINDO COMO ELE SE MOVERÁ E QUAIS FUNÇÕES BÁSICAS ELE TERÁ.
3. DESENVOLVER O PROJETO: OS GRUPOS DEVEM CONSTRUIR O CORPO DO ROBÔ USANDO MATERIAIS RECICLÁVEIS E CRIAR O SISTEMA DE CONTROLE ELÉTRICO COM MOTORES E BATERIAS. ELES TAMBÉM DEVEM PLANEJAR A MOVIMENTAÇÃO DO ROBÔ (RODAS, PERNAS, ETC.).
4. MONTAGEM DOS CIRCUITOS: ORIENTE OS ALUNOS NA CRIAÇÃO DE CIRCUITOS SIMPLES QUE LIGUEM OS MOTORES AO SISTEMA DE CONTROLE (BATERIAS E INTERRUPTORES). EXPLIQUE COMO CONTROLAR O MOVIMENTO DO ROBÔ ACIONANDO OS MOTORES CORRETAMENTE.
5. TESTAR O FUNCIONAMENTO: CADA GRUPO DEVE TESTAR O FUNCIONAMENTO DO ROBÔ E FAZER AJUSTES NO CIRCUITO OU NO DESIGN, SE NECESSÁRIO. INCENTIVE OS ALUNOS A REFLETIREM SOBRE O QUE DEU CERTO E QUAIS PROBLEMAS SURTIRAM.
6. APRESENTAÇÃO FINAL: AO FINAL, CADA GRUPO DEVE DEMONSTRAR O FUNCIONAMENTO DE SEU ROBÔ E EXPLICAR OS CONCEITOS FÍSICOS QUE APLICARAM DURANTE A CONSTRUÇÃO. ESTIMULE A DISCUSSÃO SOBRE POSSÍVEIS MELHORIAS OU INOVAÇÕES.

Competência da BNCC	Habilidade	Premissa da Cultura Maker
Competência 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos	Prever o funcionamento de sistemas mecânicos e elétricos	Inovação tecnológica e construção prática
Competência 3: Investigar e avaliar aplicações do conhecimento científico	Construir protótipos robóticos e comunicar os resultados	Protagonismo e autonomia no processo de criação

DURAÇÃO: APROXIMADAMENTE 3 AULAS: 1 AULA PARA PLANEJAMENTO E CONSTRUÇÃO DO CORPO DO ROBÔ; 1 AULA PARA MONTAGEM DOS CIRCUITOS E TESTES.; 1 AULA PARA AJUSTES FINAIS E APRESENTAÇÃO.

AVALIAÇÃO: ANÁLISE E CRITÉRIOS

FICHA DE AVALIAÇÃO

A avaliação das atividades maker deve ser orientada por critérios claros, que levem em conta tanto a parte técnica quanto o desenvolvimento de habilidades socioemocionais dos alunos. Abaixo, sugerimos uma ficha de avaliação que pode ser aplicada a todas as atividades do e-book:

Critério	Pontuação (1 a 5)	Observações
Criatividade		Inovação na solução proposta
Aplicação do conceito físico		Correta aplicação do conhecimento teórico
Organização do projeto		Planejamento e execução
Trabalho em equipe		Colaboração entre os membros
Autonomia		Capacidade de resolver problemas de forma independente
Comunicação		Clareza na apresentação e explicação do projeto
Segurança e cuidado com os materiais		Respeito às normas de segurança e cuidado com os materiais

CADA CRITÉRIO DEVE SER AVALIADO EM UMA ESCALA DE 1 A 5, ONDE:

- 1: PRECISA MELHORAR
- 2: ABAIXO DO ESPERADO
- 3: ADEQUADO
- 4: BOM
- 5: EXCELENTE

ESSA FICHA PODE SER ADAPTADA DE ACORDO COM O FOCO DE CADA ATIVIDADE E O QUE O PROFESSOR DESEJA AVALIAR EM TERMOS DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS.

DICAS DE SEGURANÇA NAS ATIVIDADES MAKER



- **Uso de Ferramentas:** Sempre verifique o uso correto de tesouras, estiletes e outros instrumentos pontiagudos.



- **Equipamentos de Proteção:** Incentive o uso de óculos de proteção e luvas quando necessário, especialmente em atividades envolvendo eletricidade.



- **Supervisão Contínua:** O professor deve supervisionar todas as atividades para garantir que os alunos estejam utilizando os materiais de maneira segura.

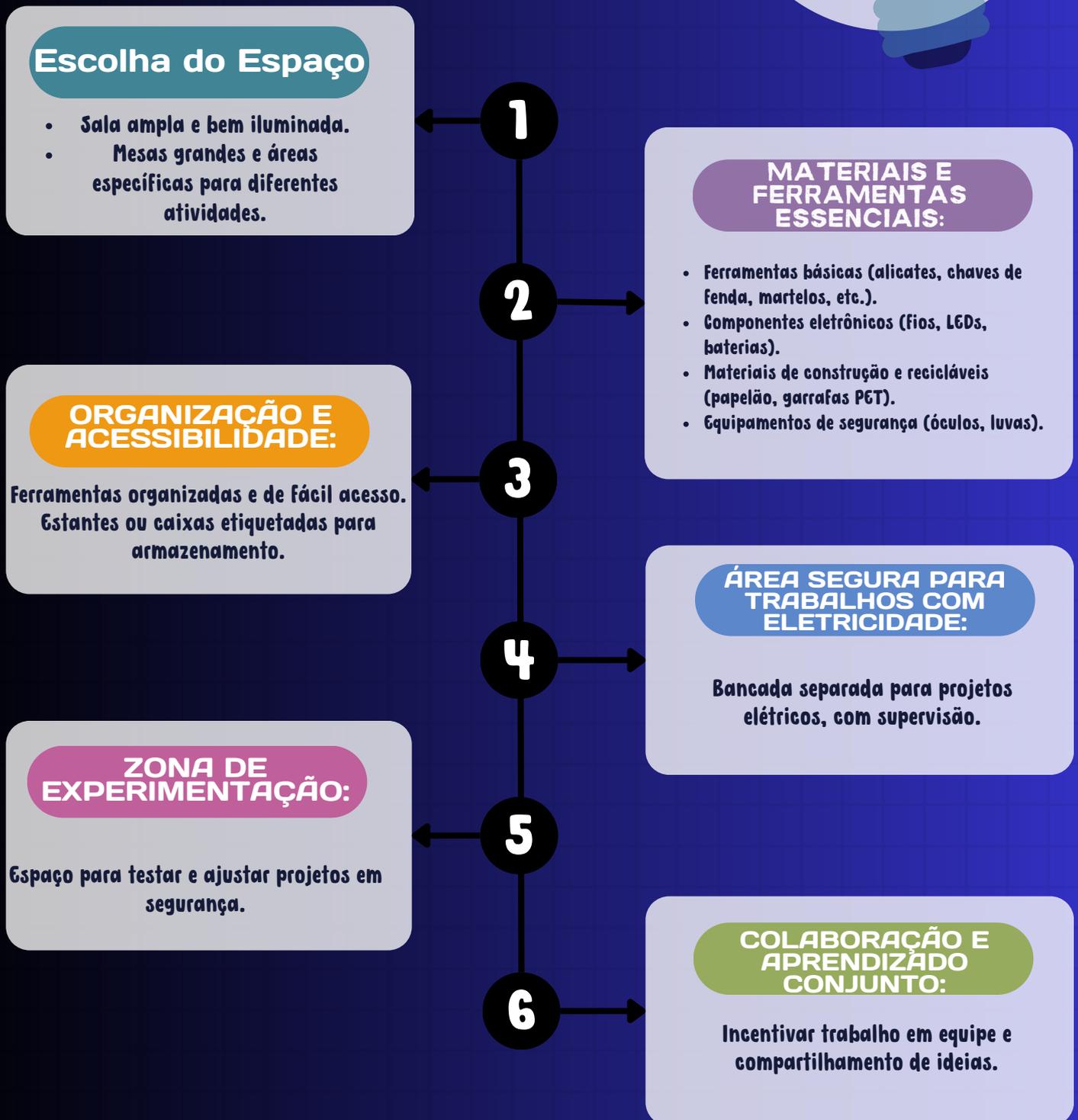
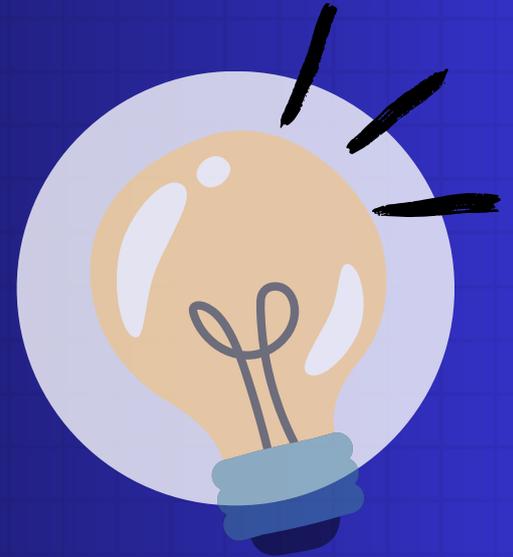


- **Espaço Adequado:** Garanta que o ambiente esteja organizado e que os alunos tenham espaço suficiente para trabalhar sem esbarrar em colegas ou equipamentos.



COMO MONTAR UM ESPAÇO MAKER NA ESCOLA

MONTAR UM ESPAÇO MAKER NA ESCOLA REQUER ORGANIZAÇÃO, ACESSIBILIDADE E SEGURANÇA. AQUI ESTÃO ALGUMAS DIRETRIZES PARA AJUDAR A CRIAR UM AMBIENTE FUNCIONAL E INSPIRADOR PARA OS ALUNOS:



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente e-book foi desenvolvido como uma ferramenta prática para professores de Física que buscam integrar a Cultura Maker ao ensino. Com base na dissertação que o originou, este material visa não apenas enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, mas também oferecer uma abordagem dinâmica e interativa, alinhada com as diretrizes da BNCC.

A aplicação dos princípios da Cultura Maker permite que os alunos se envolvam ativamente na construção de seu conhecimento, participando de atividades que vão além da simples reprodução de conteúdos teóricos. Ao criar, experimentar e solucionar problemas práticos, os estudantes desenvolvem competências essenciais para o século XXI, como a criatividade, o pensamento crítico, a colaboração e a autonomia.

Este e-book foi organizado para oferecer atividades que podem ser aplicadas em diferentes contextos escolares, com a flexibilidade de adaptação às realidades específicas de cada sala de aula. As atividades propostas, embora baseadas em conceitos tradicionais da Física, foram revisadas com a ótica maker para estimular a curiosidade e o protagonismo dos alunos. Além disso, são oferecidas orientações para a montagem de um espaço maker na escola, além de dicas de segurança, fundamentais para garantir um ambiente de aprendizagem seguro e estimulante.

Acreditamos que o uso deste e-book contribua para um ensino de Física mais dinâmico, integrando teoria e prática de maneira eficaz. O objetivo final é fomentar uma educação que prepare os alunos para os desafios contemporâneos, promovendo o desenvolvimento de cidadãos críticos e conscientes de seu papel no mundo.

Esperamos que os professores encontrem neste material não apenas um guia prático, mas uma fonte de inspiração para inovar suas práticas pedagógicas e transformar a sala de aula em um espaço de criação, experimentação e aprendizagem significativa. Acreditamos que a Cultura Maker, quando aplicada de forma adequada, tem o potencial de revolucionar o ensino de Física e engajar os alunos de maneira profunda e duradoura.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 6 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília: MEC/SEB/DICEI, 2013. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/media/seb/pdf/d_c_n_educacao_basica_nova.pdf. Acesso em: 5 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2000. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/pcn/ciencian.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2020.

FERREIRA, J. R.; SANTANA, A. Proposta metodológica para o ensino de Física: a fisicoteca. *Colloquium Exactarum*, v. 2, n. 1, p. 42–47, 2013. ISSN 2178-8332. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/699>. Acesso em: 23 set. 2024.

GAVASSA, R. C. F. B.; et al. Cultura maker, aprendizagem investigativa por desafios e resolução de problemas na SME-SP (Brasil). In: FABLEARN BRASIL, 2016, São Paulo. Anais... São Paulo: FABLEARN, 2016. Disponível em: http://104.152.168.36/~fablearn/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_127.pdf. Acesso em: 11 dez. 2020.

GAVASSA, Regina. Educação maker: muito mais que papel e cola. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento*, v. 7, n. 2, p. 33-48, 2020. DOI: 10.20396/tsc.v7i2.14851. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349227458_Educacao_maker_muito_mais_que_papel_e_cola. Acesso em: 22 set. 2024.

HATCH, Mark. *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. New York: McGraw-Hill Education, 2014.

SILVA, Elissando Rocha da; LIMA, Izael Araújo. Explorando a influência da cultura maker e da robótica no ensino de Física. *Revista Acadêmica Online*, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2024. DOI: 10.36238/2359-5787.2024.073. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/379685056_EXPLORANDO_A_INFLUENCIA_DA_CULTURA_MAKER_E_DA_ROBOTICA_NO_ENSINO_DE_FISICA. Acesso em: 22 set. 2024.

SILVA, Ronison; PASSOS, Mirlândia; ANGLADA-RIVERA, José; NASCIMENTO, Daniel Silva. E-books como produtos educacionais: definição e tópicos de construção segundo o método científico-tecnológico. 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/360213793_E-BOOKS_COMO_PRODUTOS_EDUCACIONAIS_DEFINICAO_E_TOPICOS_DE_CONSTRUCAO_SEGUNDO_O_METODO_CIENTIFICO-TECNOLOGICO. Acesso em: 22 set. 2024.

SILVA, R. O.; NASCIMENTO-E-SILVA, D.; FERREIRA, J. A. O. A.; SOUZA, S. S. Aspectos relevantes na construção de produtos educacionais no contexto da educação profissional e tecnológica. REPPE, v. 3, n. 2, p. 105-119, 2019. Disponível em: <https://seer.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/948/914>. Acesso em: 22 set. 2024.



Sobre o autor

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica pela Universidade Federal do Maranhão (2024). Especialista em Gestão em Educação Ambiental pela Faculdade Atenas Maranhense (2011). Licenciado em Física pela Universidade Estadual do Maranhão (2003). Graduado em Física Bacharelado pela Universidade Federal do Maranhão (2001). Exerce a função de gestor escolar desde 2015 no Centro Educa Mais João Francisco Lisboa (Antigo Centro de Ensino Médio Governador Edison Lobão). Professor nomeado em Física (2001) e (2006) do quadro da Secretária Estadual da Educação do Maranhão.

Email: fabio.giovanni@outlook.com

Sobre o orientador



Doutor em Educação (Educação Matemática) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP/SP (2010). Mestre em Ciências pela Universidade Federal do Pará - UFPA (1989). Bacharel em Matemática pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA (1979) e Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA/CE (2003). Prof. da Universidade CEUMA - UNICEUMA. Docente Permanente junto ao Programa de Pós-Graduação Doutorado em Educação em Ciências e Matemática - Rede Amazônia de Educação em Ciências e Matemática - REAMEC/UNICEUMA/Polo Belém. Prof. Permanente do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica - UFMA. Líder do Grupo de Pesquisa: Educação Matemática, Ciências e Produção de Saberes. Pesquisa na área de Educação Matemática com ênfase em Registros de Representação Semiótica, Ensino e Aprendizagem da Matemática e Formação Continuada de Professores de Matemática. <https://orcid.org/0000-0001-9082-7885>.

Email: raimundolunaneres@gmail.com