



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

MATHEUS GOMES DE MOURA

**A CULTURA MAKER NO ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA O ENSINO
MÉDIO**

PICOS-PI

2026

MATHEUS GOMES DE MOURA

A CULTURA MAKER NO ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA O ENSINO
MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para a
obtenção do diploma do Curso de Licenciatura
Plena em Física do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos.

Orientador: Prof. Me. Pedro José Feitosa Alves
Junior.

PICOS-PI

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Moura, Matheus Gomes de
M929c A cultura maker no ensino de óptica geométrica para o ensino médio /
Matheus Gomes de Moura. - 2026.
47 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos, 2026.
Orientador : Prof Me. Pedro José Feitosa Alves Junior.

1. Ensino de física. 2. Cultura maker. 3. Óptica Geométrica. 4. Ferramenta
didática. I. Título.

CDD - 530

Elaborado por Silvio de Carvalho Gomes Coutinho CRB 3/1362

MATHEUS GOMES DE MOURA

A CULTURA MAKER NO ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA O ENSINO
MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para a
obtenção do diploma do Curso de Licenciatura
Plena em Física do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos.

Aprovada em: 05/08/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Pedro José Feitosa Alves Junior (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. XXXXXXXXX XXXXXXXX
Instituição XXXXXXXXX

Prof. Dr. XXXXXXXXX XXXXXXXX
Instituição XXXXXXXXX

RESUMO

Este trabalho investiga a aplicação da cultura *maker* no ensino de Óptica Geométrica no Ensino Médio, utilizando a construção de periscópios como ferramenta didática. A cultura *maker* promove a aprendizagem ativa, permitindo que os alunos compreendam conceitos abstratos por meio da experimentação prática. A metodologia envolve uma abordagem teórica inicial, seguida da construção dos dispositivos e de uma reflexão coletiva sobre os princípios ópticos aplicados. Espera-se que essa estratégia aumente o engajamento dos estudantes, melhore a assimilação dos conteúdos e desenvolva habilidades como criatividade e trabalho em equipe. Os resultados esperados incluem maior interesse pela Física e um aprendizado mais significativo.

Palavras-chave: Ensino de física; Cultura *maker*; Óptica Geométrica.

ABSTRACT

This work investigates the application of the *maker* culture in teaching geometric optics in high school, using the construction of periscopes as a didactic tool. The *maker* culture promotes active learning, allowing students to understand abstract concepts through hands-on experimentation. The methodology involves an initial theoretical approach, followed by the construction of devices and a collective reflection on the applied optical principles. This strategy is expected to increase student engagement, improve content assimilation, and develop skills such as creativity and teamwork. The expected results include greater interest in physics and more meaningful learning.

Keywords: Physics Teaching; *Maker* Culture; Geometric Optics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 CULTURA <i>MAKER</i>	12
2.2 ÓPTICA GEOMÉTRICA	13
2.3 CONSTRUÇÃO DO PERISCÓPIO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA	17
3 METODOLOGIA	22
4 RELATO DE EXPERIÊNCIA.....	26
5 CONCLUSÃO	29
6 REFERÊNCIAS.....	31
APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA: CONSTRUÇÃO DE UM PERISCÓPIO COM ABORDAGEM <i>MAKER</i>	34

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física, especialmente da óptica geométrica (ramo da Física que estuda o comportamento da luz, considerando-a como um raio que se propaga em linha reta), enfrenta diversos desafios, entre eles a dificuldade de despertar o interesse dos alunos pela disciplina e pelos tópicos discutidos. Muitos estudantes encontram dificuldades devido à abordagem tradicionalmente teórica da disciplina. A Física, por sua natureza, é uma ciência experimental, e seu ensino deve refletir essa característica para garantir maior compreensão e envolvimento dos estudantes.

Diante desse cenário, as metodologias ativas surgem como uma alternativa para transformar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, participativo e conectado à realidade dos estudantes. Diferentemente do modelo tradicional, no qual os alunos assumem um papel passivo na recepção do conhecimento, essas metodologias incentivam a autonomia, a experimentação e a construção do saber de forma colaborativa.

Estratégias como a aprendizagem baseada em projetos, a sala de aula invertida e a gamificação estimulam o engajamento dos estudantes ao relacionar os conteúdos escolares com situações do cotidiano, promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. Diante dos desafios da consolidação da aprendizagem contextualizada, a necessidade de metodologias inovadoras e eficazes no ensino de ciências torna-se cada vez mais evidente.

A cultura *maker*, fundamentada no conceito "faça você mesmo", surge como uma abordagem que não apenas complementa o ensino tradicional, mas também modifica a maneira como os alunos interagem com o conhecimento. Ao estimular a experimentação e a construção de soluções práticas, essa metodologia transforma a sala de aula em um espaço de aprendizado dinâmico, onde o estudante assume um papel ativo na construção do próprio saber.

Em síntese, este trabalho busca aprofundar a discussão sobre o protagonismo do aluno no processo de aprendizagem, utilizando a abordagem da cultura *maker* como um método eficiente para a construção do conhecimento. Uma das formas de despertar o interesse dos estudantes é a elaboração de aulas em que eles tenham a oportunidade de interagir com o conteúdo ensinado. A cultura *maker* une o conteúdo

à participação dos alunos, pois permite que eles produzam materiais didáticos enquanto aprendem.

A implementação da cultura *maker* pode contribuir para a formação de uma mentalidade científica nos estudantes, incentivando a experimentação e a busca por soluções criativas para problemas do cotidiano. Esse aspecto é fundamental, pois a ciência e a tecnologia estão cada vez mais presentes em nossas vidas, exigindo cidadãos com capacidade de análise crítica e pensamento inovador.

Portanto, a cultura *maker* apresenta-se como uma alternativa metodológica inovadora e eficaz para o ensino de óptica geométrica no ensino médio. Ao possibilitar que os alunos produzam materiais didáticos enquanto aprendem os conceitos teóricos, essa abordagem torna o ensino mais envolvente e significativo.

A óptica geométrica, como um dos ramos fundamentais da Física, lida com conceitos como propagação retilínea da luz, reflexão e refração. Esses princípios podem ser abstratos para os alunos, dificultando sua assimilação quando ensinados de forma exclusivamente teórica. No entanto, ao integrar a cultura *maker* a esse processo, a aprendizagem torna-se mais tangível, pois os estudantes podem visualizar e experimentar diretamente os efeitos desses fenômenos. A construção de um periscópio, por exemplo, permite que os alunos compreendam, na prática, como os espelhos planos redirecionam os raios luminosos, facilitando a observação de objetos fora da linha direta de visão.

O periscópio, instrumento óptico constituído por um tubo com espelhos planos que permitem ver objetos fora da linha direta de visão, será utilizado como ferramenta didática para abordar conteúdos de óptica geométrica no ensino médio, incluindo os tópicos de propagação retilínea da luz, espelhos planos, reflexão da luz, ângulos de reflexão e princípio da reversibilidade da luz. Por meio de um instrumento óptico simples, é possível ensinar e exemplificar, na prática, diversos conteúdos do ensino de óptica, com a participação dos alunos, favorecendo maior compreensão dos tópicos apresentados.

O presente trabalho tem como objetivo fornecer aos professores de Física um produto educacional em forma de sequência didática para o ensino da disciplina, especificamente no contexto da óptica geométrica. Busca-se desenvolver um material didático que integre a metodologia da cultura *maker* aos conteúdos de Física, promovendo a aplicação e a compreensão prática dos conceitos. Além disso, pretende-se avaliar o impacto da metodologia por meio de análises qualitativas, a fim

de verificar suas contribuições para o aprendizado dos alunos e para a prática docente em Física. Também se objetiva promover a criatividade e a inovação, estimulando os estudantes por meio de desafios que envolvam a construção de soluções físicas para problemas reais, bem como fomentar projetos colaborativos nos quais os alunos possam aplicar conceitos de Física na construção de protótipos e experimentos.

O segundo capítulo corresponde ao referencial teórico, no qual são discutidos os principais fundamentos que sustentam a pesquisa. Inicialmente, são apresentados os conceitos relacionados à cultura *maker*, sua origem, suas características e suas contribuições para o ensino de Física, destacando seu potencial para promover o protagonismo estudantil, a criatividade, a resolução de problemas e a aprendizagem ativa. Em seguida, são abordados os conceitos fundamentais da Óptica Geométrica, contemplando os princípios da propagação retilínea da luz, da independência dos raios luminosos, da reversibilidade, da reflexão da luz, dos espelhos planos e dos instrumentos ópticos. Por fim, apresenta-se a construção do periscópio como ferramenta didática, evidenciando sua utilização para relacionar os conceitos teóricos à experimentação prática em sala de aula.

O terceiro capítulo descreve a metodologia da pesquisa, caracterizando-a quanto à sua natureza, abordagem e objetivos, além de apresentar a sequência didática aplicada em uma turma do 2º ano do Ensino Médio. Também são descritas as etapas da intervenção pedagógica, os procedimentos adotados para a construção do periscópio e os instrumentos utilizados para a coleta e análise das informações obtidas durante a aplicação da proposta.

O quarto capítulo apresenta o relato da experiência desenvolvida durante a aplicação da sequência didática, descrevendo as atividades realizadas, a participação dos estudantes, o processo de construção do periscópio e as discussões promovidas ao longo das aulas. Também são analisadas as contribuições da cultura *maker* para a compreensão dos conteúdos de Óptica Geométrica e para o desenvolvimento da participação e do protagonismo dos alunos.

Por fim, o quinto capítulo apresenta as considerações finais da pesquisa, destacando os resultados obtidos com a aplicação da proposta, as contribuições da cultura *maker* para o ensino de Física, as limitações encontradas durante o desenvolvimento do trabalho e as possibilidades de utilização da sequência didática em futuras práticas pedagógicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O modelo educacional tradicional já está consolidado e, apesar de algumas tentativas de modernização, continua sendo amplamente seguido. Como destaca Figueiredo (2016), essa estrutura escolar se mantém, em grande parte, por inércia e pela ausência de uma visão mais ampla por parte dos responsáveis pelas políticas educacionais. Embora o uso da tecnologia tenha sido incorporado em diversas instituições de ensino, essa inserção muitas vezes se restringe a uma camada superficial de inovação, sem promover mudanças significativas na forma como o conhecimento é construído e transmitido. Dessa maneira, a aprendizagem continua sendo um processo mecânico e descontextualizado, afastando-se do princípio fundamental de conectar os conteúdos escolares à vida e aos interesses dos alunos.

Moreira e Masini (2001) argumentam que o processo de aprendizagem ocorre de maneira mais efetiva quando há uma conexão entre o ensino e os interesses do aluno. Segundo os autores, a motivação do estudante é um fator essencial para a assimilação do conhecimento, sendo diretamente influenciada pela abordagem pedagógica utilizada e pelos recursos didáticos empregados. Dessa forma, a escolha de metodologias adequadas e materiais instrucionais bem elaborados pode potencializar a compreensão dos conteúdos e favorecer a aprendizagem significativa. Esse ponto de vista ressalta a importância de estratégias que tornem o aprendizado mais próximo da realidade e das experiências do aluno, garantindo maior envolvimento e aprofundamento nos conceitos abordados.

A aprendizagem ativa, defendida por autores como Dewey (1938) e Freire (1994), enfatiza a necessidade de um ensino pautado na participação ativa dos alunos na construção do próprio conhecimento. Segundo Dewey, a educação deve ser uma experiência interativa, na qual os estudantes aprendam por meio da ação e da reflexão sobre suas práticas. Já Freire destaca a importância do diálogo e da problematização no ensino, permitindo que o aluno se torne agente de sua própria aprendizagem. Esses princípios estão alinhados à cultura *maker*, que incentiva os estudantes a construir e testar hipóteses enquanto interagem com o conteúdo de forma prática.

2.1 CULTURA *MAKER*

A cultura *maker* tem se consolidado como uma abordagem pedagógica inovadora, baseada no princípio do "faça você mesmo" e na aprendizagem ativa. Segundo Brockveld, Teixeira e Silva (2017), essa metodologia estimula o protagonismo do aluno, permitindo que ele construa conhecimento por meio da experimentação e da resolução de problemas. No ensino de Física, a cultura *maker* possibilita a aplicação prática dos conceitos teóricos, favorecendo uma aprendizagem mais significativa.

A cultura *maker* tem sido amplamente discutida como uma abordagem inovadora para o ensino de ciências, especialmente da Física. Essa metodologia permite que os alunos experimentem e construam dispositivos que exemplificam conceitos teóricos, tornando o aprendizado mais dinâmico e participativo. Segundo Papert (2008), o aprendizado torna-se mais significativo quando o estudante participa ativamente da construção do conhecimento por meio da criação e da experimentação de projetos. No contexto da óptica geométrica, a cultura *maker* possibilita que os estudantes explorem os fenômenos ópticos por meio da construção de instrumentos, como o periscópio, promovendo uma compreensão mais concreta dos princípios envolvidos.

A cultura aqui mencionada está alinhada às metodologias ativas de ensino, que enfatizam a participação do aluno como agente central da aprendizagem. Diferentemente da abordagem tradicional, na qual o estudante assume um papel passivo ao receber informações de forma expositiva, essa perspectiva incentiva a exploração, a descoberta e a experimentação. Além disso, favorece o desenvolvimento de habilidades transversais, como resolução de problemas, criatividade, colaboração e pensamento crítico (BACICH; MORAN, 2018).

Em um ambiente *maker*, os alunos precisam trabalhar em equipe para construir seus dispositivos, discutir hipóteses e testar diferentes abordagens até encontrar uma solução funcional. Essa dinâmica favorece o aprendizado coletivo e a troca de conhecimento entre os estudantes, fortalecendo não apenas a compreensão dos conceitos de Física, mas também habilidades socioemocionais fundamentais para sua formação acadêmica e profissional (SERAFIM et al., 2025).

Outro aspecto importante da cultura *maker* no ensino de Física é a possibilidade de personalização do aprendizado. Diferentes alunos podem explorar os conceitos de maneiras distintas, adaptando as atividades às suas próprias necessidades e interesses. Por exemplo, enquanto alguns estudantes podem se concentrar na montagem de um periscópio, outros podem explorar formas de aprimorá-lo utilizando novos materiais ou tecnologias. Essa flexibilidade contribui para um ensino mais inclusivo, capaz de atender às diferentes formas de aprendizado dentro da sala de aula. (SANTOS; SANTOS; SILVA, 2024; MARTIN et al., 2020)

Estudos demonstram que a adoção dessa cultura no ensino de ciências melhora o engajamento e o desempenho acadêmico dos estudantes. De acordo com Meira e Ribeiro (2016), alunos que participaram de atividades *maker* em aulas de Física demonstraram maior interesse pelos conteúdos e uma compreensão mais profunda dos fenômenos estudados. Isso se deve ao fato de que a experimentação prática permite que os conceitos abstratos se tornem mais tangíveis e intuitivos.

Além dos benefícios pedagógicos, a cultura *maker* também se conecta às demandas do século XXI, que exigem profissionais criativos, adaptáveis e com capacidade para resolver problemas complexos. Ao incentivar a inovação e o pensamento independente, essa abordagem educacional prepara os alunos para os desafios da sociedade contemporânea, na qual a tecnologia e a ciência desempenham papéis cada vez mais centrais (HALVERSON; SHERIDAN, 2014; BELL, 2010).

Dessa forma, integrar a cultura *maker* ao ensino de Física não apenas facilita a compreensão dos conceitos científicos, mas também contribui para a formação de cidadãos mais críticos e inovadores. A aplicação dessa metodologia no ensino de óptica geométrica, em particular, permite que os alunos visualizem e compreendam fenômenos essenciais da Física de maneira prática e interativa, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo (HALVERSON; SHERIDAN, 2014; BACICH; MORAN, 2018).

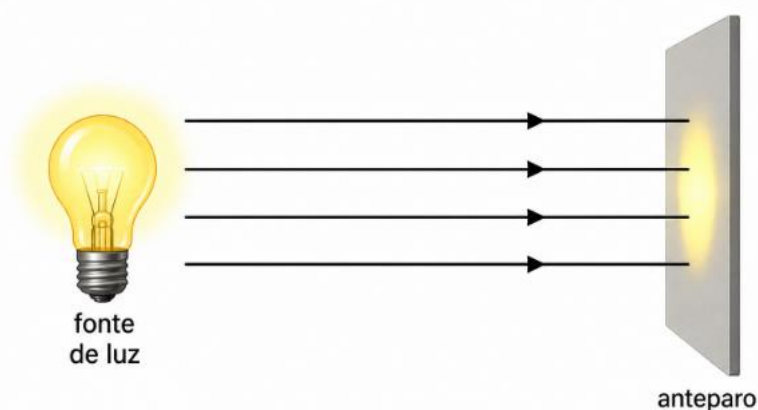
2.2 ÓPTICA GEOMÉTRICA

A óptica geométrica constitui uma área da Física dedicada ao estudo dos fenômenos luminosos por meio da representação da luz através de raios luminosos,

permitindo analisar sua propagação e interação com diferentes sistemas ópticos. No ensino médio, entre os conteúdos abordados encontram-se os princípios da propagação retilínea e da independência dos raios luminosos, além dos fenômenos de reflexão e refração e do estudo de espelhos e outros instrumentos ópticos. Esses conceitos fornecem a base para a compreensão da formação de imagens e do funcionamento de dispositivos ópticos presentes no cotidiano (SALOMÃO et al., 2023).

Segundo Hewitt (2023), em meios transparentes e homogêneos, a luz pode ser representada por raios que se propagam em linha reta, princípio conhecido como propagação retilínea da luz.

Figura 1– Princípio da propagação retilínea da luz.

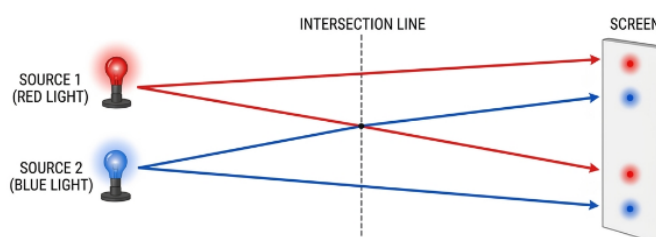


Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de inteligência artificial (2026).

Podemos observar, na Figura 1, que os raios de luz se propagam em linha reta até o anteparo. O princípio da independência dos raios luminosos

Segundo Hewitt (2023), o princípio da independência dos raios luminosos estabelece que os raios de luz podem se cruzar ou se propagar simultaneamente em uma mesma região do espaço sem que um interfira na trajetória do outro.

Figura 2 – Princípio da independência dos raios luminosos.

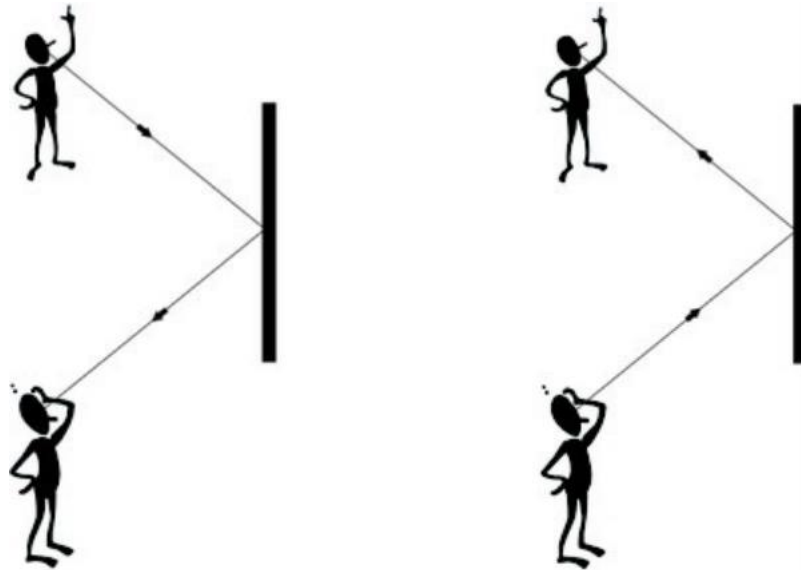


Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de inteligência artificial (2026).

Podemos observar, na Figura 2, que cada fonte de luz emite dois raios luminosos. Um dos raios segue sem interferir no outro e chega ao anteparo sem alterações; o outro raio de cada fonte cruza-se na linha de interseção e também chega ao anteparo sem alterações.

Para Hewitt (2023), a reversibilidade da luz indica que a trajetória seguida pelos raios luminosos pode ser percorrida em sentido inverso, constituindo um dos princípios utilizados na análise dos fenômenos da óptica geométrica.

Figura 3 – Reversibilidade da luz.

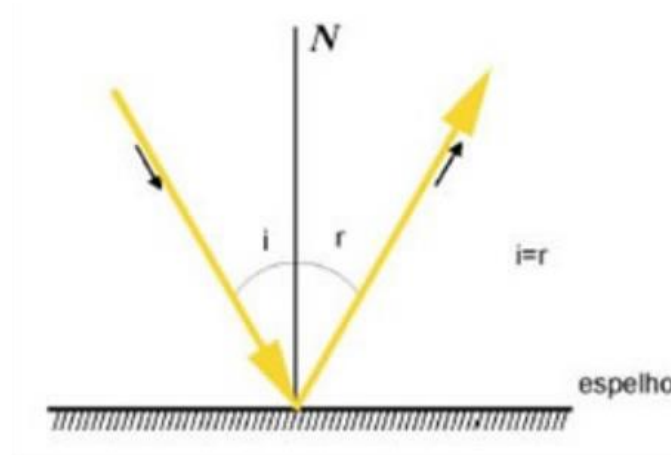


Fonte: GLOBO (2026).

Na Figura 3, podemos observar que, assim como o observador 1 consegue observar o observador 2 pelo espelho, o observador 2 também consegue observar o observador 1.

Sobre a reflexão da luz, Hewitt (2023) afirma que o raio incidente, a normal à superfície e o raio refletido encontram-se no mesmo plano, sendo o ângulo de reflexão igual ao ângulo de incidência.

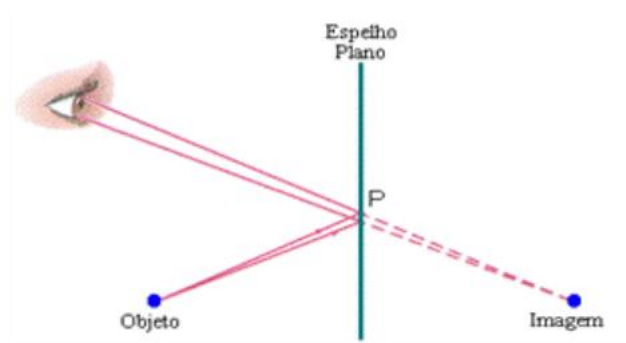
Figura 4 – Reflexão da luz



Fonte: LIRA, Júlio César Lima. Leis da reflexão. InfoEscola, 2026.

Segundo Hewitt (2023), quando a luz incide sobre uma superfície e é refletida predominantemente de maneira regular, essa superfície pode ser caracterizada como uma superfície refletora, como ocorre nos espelhos. Alguns elementos estão presentes no estudo dos espelhos, como o objeto, que, para Halliday, Resnick e Walker (1995), pode ser uma fonte puntiforme de luz colocada a certa distância do espelho plano, e a imagem virtual, que, segundo Calçada e Sampaio (1998, p. 29), é definida pelo cruzamento dos prolongamentos dos raios que incidem no espelho.

Figura 5 – Espelho plano



Fonte: Prof. Emmanoel (2016).

Podemos observar que o ponto objeto real é formado pela interseção efetiva dos raios de luz, enquanto o ponto imagem virtual é formado pela interseção dos prolongamentos desses raios. Duas características importantes são que o objeto e sua imagem são simétricos em relação ao espelho e possuem naturezas contrárias

(Prof. Emmanoel, 2016).

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2016), as imagens formadas por espelhos planos apresentam algumas características fundamentais: são virtuais, pois não podem ser projetadas sobre um anteparo; direitas, mantendo a orientação vertical do objeto; possuem o mesmo tamanho do objeto; encontram-se à mesma distância atrás do espelho que o objeto está à sua frente; e apresentam simetria em relação ao plano do espelho, resultando na chamada inversão lateral aparente.

De acordo com Ramalho, Nicolau e Toledo (2016), os instrumentos ópticos são dispositivos que utilizam fenômenos como a reflexão e a refração da luz para formar imagens ou facilitar a observação de objetos. Esses instrumentos empregam espelhos, lentes ou prismas para modificar a trajetória dos raios luminosos, possibilitando diversas aplicações no cotidiano.

Os instrumentos ópticos podem ser classificados de acordo com a finalidade e o tipo de imagem produzida. Os instrumentos de projeção, como câmeras e projetores, utilizam sistemas ópticos capazes de formar imagens reais, que podem ser registradas ou projetadas sobre um anteparo. Já instrumentos de observação, como periscópios, microscópios, telescópios, lunetas, binóculos e lupas, são utilizados para a observação de objetos e podem produzir imagens virtuais, dependendo de sua configuração óptica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

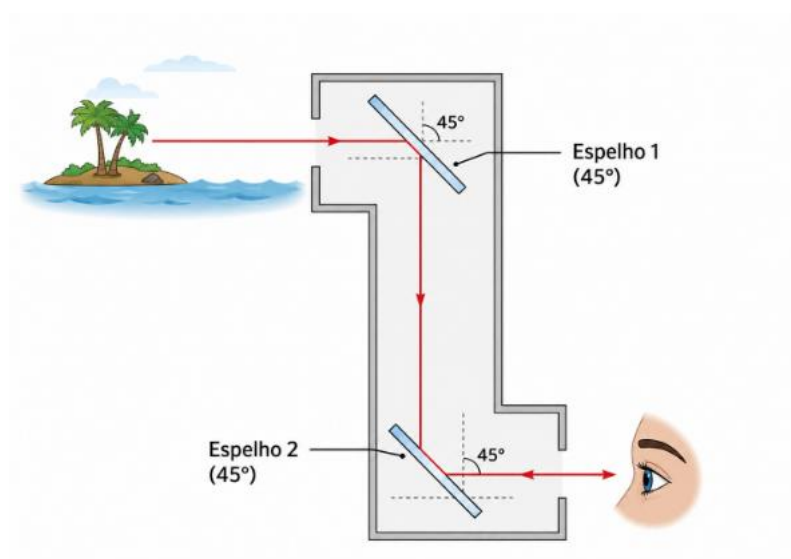
2.3 CONSTRUÇÃO DO PERISCÓPIO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA

O periscópio é um instrumento óptico simples que utiliza espelhos planos para redirecionar a luz, permitindo a observação de objetos fora da linha direta de visão. A construção de um periscópio em sala de aula constitui uma atividade experimental que aproxima os conceitos de óptica geométrica da prática, favorecendo a compreensão dos fenômenos de reflexão e propagação da luz. Atividades experimentais de baixo custo podem contribuir para relacionar teoria e prática no ensino de Física, estimulando a participação dos estudantes e tornando a aprendizagem mais significativa (GONÇALVES; RODRIGUES, 2022).

A construção desse dispositivo em sala de aula possibilita aos estudantes compreender, de maneira prática e experimental, fenômenos como a reflexão e a reversibilidade da luz, além de favorecer o desenvolvimento de habilidades

relacionadas ao raciocínio, à criatividade e à resolução de problemas. Essa abordagem pode contribuir para a compreensão dos conceitos teóricos e, simultaneamente, estimular o interesse dos estudantes pela Física, tornando o processo de aprendizagem mais participativo e significativo (SALOMÃO et al., 2023; HALVERSON; SHERIDAN, 2014).

Figura 6 – Periscópio.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de inteligência artificial (2026).

O periscópio é um instrumento óptico que utiliza o fenômeno da reflexão da luz para possibilitar a observação de objetos que se encontram fora da linha direta de visão do observador. Seu funcionamento baseia-se na utilização de dois espelhos planos, ou prismas em modelos mais sofisticados, posicionados paralelamente e inclinados a aproximadamente 45° em relação ao eixo do tubo do instrumento (LING et al., 2016).

Quando os raios luminosos provenientes do objeto atingem o primeiro espelho, são refletidos de acordo com as leis da reflexão. Em um periscópio simples, devido à inclinação de aproximadamente 45° dos espelhos, a direção de propagação da luz sofre um desvio de 90° . Em seguida, os raios incidem sobre o segundo espelho, que realiza uma nova reflexão, direcionando a luz até os olhos do observador. Dessa forma, o periscópio possibilita a observação de objetos situados fora da linha direta de visão,

inclusive quando há obstáculos entre o objeto e o observador (LING et al., 2016).

O funcionamento do periscópio fundamenta-se nas leis da reflexão da luz. A primeira estabelece que o raio incidente, o raio refletido e a reta normal à superfície no ponto de incidência pertencem ao mesmo plano. A segunda determina que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. Essas leis permitem prever a trajetória dos raios luminosos e, conseqüentemente, direcioná-los entre os espelhos até o observador (HEWITT, 2023).

Além disso, a utilização de dois espelhos planos paralelos faz com que a imagem final apresente características semelhantes às produzidas por um espelho plano. Como ocorrem duas reflexões sucessivas, os efeitos associados à orientação da imagem produzida na primeira reflexão são compensados pela segunda, resultando em uma imagem final virtual, direita e com o mesmo tamanho do objeto, preservando sua orientação (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

A construção de um periscópio pode ser realizada utilizando materiais acessíveis, como papelão, espelhos planos, cola quente e tesoura. Esse processo permite que os alunos visualizem, na prática, como os raios de luz são refletidos nos espelhos e direcionados para os olhos do observador. Além disso, a montagem do periscópio possibilita a introdução de conceitos importantes, como os ângulos de incidência e reflexão, auxiliando na compreensão das leis da reflexão da luz (SALOMÃO et al., 2023).

Outro aspecto importante do uso do periscópio como ferramenta didática é a interdisciplinaridade. Durante sua construção, os alunos podem aplicar conceitos de Matemática ao calcular ângulos de reflexão, bem como princípios de engenharia ao projetar e montar a estrutura do dispositivo. Essa integração de conhecimentos contribui para uma formação mais ampla, permitindo que os estudantes estabeleçam relações entre diferentes áreas do conhecimento e compreendam a aplicação prática dos conceitos científicos (MARTIN, 2015).

Além do aprendizado técnico, a atividade de construção do periscópio pode favorecer o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como trabalho em equipe, comunicação e resolução de problemas. Quando realizada em grupos, a atividade exige que os estudantes discutam ideias, dividam tarefas e colaborem para solucionar dificuldades encontradas durante a montagem do dispositivo. Esse tipo de

abordagem contribui para o desenvolvimento de competências importantes para a formação acadêmica e profissional dos estudantes (HALVERSON; SHERIDAN, 2014; BACICH; MORAN, 2018).

O periscópio também pode ser utilizado para exemplificar aplicações práticas da óptica geométrica no cotidiano. Dispositivos baseados em princípios semelhantes são empregados em submarinos, veículos blindados e diferentes sistemas de observação. Ao relacionar os conceitos estudados em sala de aula com aplicações tecnológicas presentes no cotidiano, os estudantes podem perceber a relevância do conhecimento científico, favorecendo o interesse e a motivação para aprofundar a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016; BACICH; MORAN, 2018).

Estudos indicam que atividades práticas, como a construção de dispositivos ópticos, podem melhorar significativamente a retenção do conhecimento. Segundo Meira e Ribeiro (2016), estudantes que participaram de atividades experimentais demonstraram maior capacidade de compreender e aplicar conceitos físicos quando comparados aos que tiveram apenas aulas expositivas. Esse resultado reforça a importância da experimentação na aprendizagem de Física, especialmente em temas abstratos como a óptica geométrica.

Por fim, a construção do periscópio pode incentivar os alunos a adotarem uma postura mais investigativa em relação à ciência. Durante o processo, os estudantes podem ser desafiados a testar diferentes configurações, modificar a posição dos espelhos e analisar como essas alterações interferem na formação da imagem observada. Esse processo de investigação e experimentação pode estimular o pensamento crítico, a curiosidade científica e a capacidade de resolução de problemas, competências importantes para a formação acadêmica e profissional dos estudantes (HALVERSON; SHERIDAN, 2014; BACICH; MORAN, 2018).

Dessa forma, o uso do periscópio como ferramenta didática no contexto da Cultura *Maker* pode contribuir não apenas para a compreensão dos conceitos de óptica geométrica, mas também para a construção de uma experiência de aprendizagem mais participativa e significativa. Ao integrar teoria e prática, essa abordagem favorece a experimentação, a resolução de problemas e o protagonismo dos estudantes, contribuindo para um ensino de Física mais dinâmico e alinhado às

demandas educacionais contemporâneas (HALVERSON; SHERIDAN, 2014; SALOMÃO et al., 2023).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, pois busca desenvolver e aplicar uma proposta metodológica fundamentada na cultura *maker* para o ensino de Óptica Geométrica no Ensino Médio. Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, pois procura descrever o processo de aplicação da sequência didática e analisar as contribuições da construção de um periscópio como recurso pedagógico para o ensino da Óptica Geométrica. A pesquisa apresenta abordagem qualitativa, considerando que a análise foi realizada por meio da observação da participação dos estudantes, das interações durante as atividades e da compreensão dos conceitos físicos trabalhados ao longo da intervenção.

A aplicação da proposta foi realizada em escola pública com alunos, na faixa etária entre 15 e 17 anos, numa turma do 2º ano do Ensino Médio, durante as aulas de Física (em três aulas com duração de 60 minutos), tendo como base uma sequência didática elaborada a partir dos princípios da cultura *maker*. A proposta teve como finalidade promover uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos de Óptica Geométrica por meio da construção de um periscópio, permitindo que os estudantes relacionassem os conceitos teóricos a situações práticas vivenciadas em sala de aula.

A sequência didática foi desenvolvida em três encontros. No primeiro, foi realizada uma aula expositiva dialogada, abordando os conteúdos de Óptica Geométrica e contemplando os princípios da propagação retilínea da luz, da independência dos raios luminosos, da reversibilidade da luz, as leis da reflexão, os espelhos planos e o funcionamento do periscópio. Durante esse momento, buscou-se identificar os conhecimentos prévios dos estudantes por meio de questionamentos realizados ao longo da aula, incentivando a participação da turma e estabelecendo uma relação entre os conteúdos apresentados e situações presentes no cotidiano.

No segundo encontro, foi realizada a construção do periscópio utilizando materiais de fácil aquisição e baixo custo, como caixas de papelão, espelhos planos, fita adesiva, cola, tesoura e estilete. Os estudantes foram organizados em grupos e seguiram um roteiro experimental elaborado para orientar todas as etapas da montagem do instrumento óptico. Durante a atividade, o professor desempenhou o papel de mediador da aprendizagem, esclarecendo dúvidas, incentivando a discussão

entre os grupos e estimulando os estudantes a relacionarem a construção do periscópio aos princípios físicos envolvidos em seu funcionamento.

No terceiro encontro, foram realizados os testes de funcionamento dos periscópios confeccionados pelos estudantes, verificando-se o alinhamento dos espelhos e a formação da imagem observada. Em seguida, foi promovida uma discussão coletiva, na qual os alunos puderam explicar o funcionamento do instrumento óptico e relacionar os resultados obtidos aos conceitos de reflexão da luz, propagação retilínea, reversibilidade dos raios luminosos e formação de imagens em espelhos planos. Esse momento permitiu consolidar os conhecimentos construídos durante a sequência didática e incentivar a participação ativa dos estudantes na socialização das conclusões obtidas.

A coleta de dados foi realizada por meio de diferentes instrumentos, com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, acompanhar seu processo de aprendizagem durante a intervenção e verificar possíveis mudanças na compreensão dos conceitos de Óptica Geométrica após a realização das atividades. Inicialmente, foi aplicado um questionário diagnóstico, contendo questões relacionadas aos conteúdos de propagação da luz, reflexão, espelhos planos e funcionamento do periscópio. Esse instrumento teve como finalidade identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e suas concepções iniciais acerca dos fenômenos ópticos que seriam trabalhados durante a sequência didática.

Durante a construção do periscópio, foi utilizado um roteiro experimental contendo orientações para a montagem do dispositivo e questões relacionadas aos fenômenos físicos envolvidos em seu funcionamento. As respostas apresentadas pelos estudantes durante essa etapa foram utilizadas como evidências do processo de construção do conhecimento, especialmente quanto à capacidade de relacionar a atividade prática aos conceitos de reflexão da luz, ângulos de incidência e reflexão, propagação retilínea e formação de imagens em espelhos planos. Além disso, durante as atividades, foi realizada observação direta dos estudantes, considerando aspectos como participação nas discussões, interação entre os integrantes dos grupos, colaboração, formulação de hipóteses, resolução de problemas e capacidade de estabelecer relações entre os conhecimentos teóricos e a construção do dispositivo.

Ao final da sequência didática, foi aplicado um questionário de avaliação da aprendizagem, contendo questões relacionadas aos conceitos abordados durante os

três encontros. Algumas questões apresentadas no diagnóstico inicial foram retomadas nessa etapa, possibilitando comparar as respostas dos estudantes antes e após a intervenção. Essa comparação permitiu identificar possíveis avanços na compreensão dos conceitos de Óptica Geométrica e na capacidade dos estudantes de explicar o funcionamento do periscópio a partir dos princípios físicos estudados. Também foram realizados registros fotográficos das diferentes etapas da atividade, utilizados como forma de documentação do processo de aplicação da proposta.

A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa e descritiva, considerando as respostas dos questionários, as produções realizadas no roteiro experimental e as observações registradas durante as atividades. Para analisar a aprendizagem conceitual, foram comparadas as respostas apresentadas no questionário diagnóstico e na avaliação final, buscando identificar mudanças na capacidade dos estudantes de explicar os fenômenos ópticos e relacioná-los ao funcionamento do periscópio. As respostas foram analisadas considerando diferentes níveis de compreensão, levando em conta a presença, a ausência ou a compreensão parcial dos conceitos científicos trabalhados.

Além da aprendizagem conceitual, foram analisados aspectos relacionados à participação e ao desenvolvimento de habilidades durante a construção do dispositivo. Foram considerados o envolvimento dos estudantes nas atividades, a colaboração entre os integrantes dos grupos, a capacidade de discutir hipóteses, identificar problemas, propor soluções e realizar modificações no periscópio para melhorar seu funcionamento. Dessa maneira, a análise buscou compreender não apenas se os estudantes conseguiram compreender os conteúdos de Óptica Geométrica, mas também de que maneira a abordagem baseada na Cultura *Maker* contribuiu para tornar os estudantes participantes ativos do processo de construção do conhecimento.

A partir da comparação entre os conhecimentos apresentados no início e ao final da intervenção, juntamente com as observações realizadas durante a construção e os testes do periscópio, foi possível obter evidências sobre as contribuições da proposta para a aprendizagem dos estudantes. Assim, possíveis avanços nas respostas, na capacidade de explicar os fenômenos ópticos e na aplicação dos conceitos durante a construção e o funcionamento do periscópio foram considerados indicadores de aprendizagem. Dessa forma, a análise permitiu avaliar as contribuições da Cultura *Maker* como estratégia metodológica para o ensino de Óptica Geométrica,

sem restringir a avaliação apenas à participação dos estudantes, mas considerando também evidências relacionadas à compreensão e à aplicação dos conhecimentos científicos.

Figura 8 – Materiais utilizados



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

No início, os alunos apresentaram certa resistência para começar a atividade, mas, aos poucos, demonstraram interesse pela ideia e iniciaram a confecção do periscópio utilizando o roteiro experimental apresentado no Apêndice B.

Figura 9 – O periscópio.



Fonte: autor

Com o periscópio montado, foram iniciados os testes, começando pelo alinhamento dos espelhos. Em seguida, os alunos testaram o funcionamento do periscópio.

Figura 10 – Alinhamento dos espelhos



Fonte: Autor

Na Aula 3, o professor testou e avaliou os periscópios construídos pelos estudantes. Após as avaliações, foi realizada uma discussão com a turma sobre a montagem do instrumento, momento em que os alunos citaram os princípios físicos envolvidos, como a reflexão da luz, o funcionamento dos espelhos planos e a aplicação desses conceitos no periscópio.

5 CONCLUSÃO

A partir dos estudos realizados e da aplicação da sequência didática, foi possível observar que a utilização da Cultura *Maker* associada à construção de um periscópio proporcionou uma abordagem prática para o ensino de conteúdos relacionados à Óptica Geométrica. Durante as atividades, os estudantes tiveram contato com conceitos como reflexão da luz, ângulos de incidência e reflexão, espelhos planos e formação de imagens, relacionando esses conhecimentos à construção e ao funcionamento do dispositivo. As atividades permitiram, dessa forma, aproximar os conteúdos teóricos de uma situação prática e experimental.

Durante a aplicação da proposta, observou-se a participação dos estudantes nas etapas de construção, nos testes de funcionamento do periscópio e nas discussões realizadas em sala de aula. A organização dos alunos em grupos possibilitou a divisão de tarefas, a troca de ideias e a busca coletiva por soluções para os problemas encontrados durante a montagem. Também foi possível observar momentos em que os estudantes precisaram testar e modificar a posição dos espelhos para obter o funcionamento adequado do dispositivo, estabelecendo relações entre essas alterações e os princípios da reflexão da luz.

A análise das respostas produzidas pelos estudantes ao longo das atividades e das observações realizadas durante a intervenção possibilitou identificar evidências relacionadas à compreensão dos conceitos trabalhados. No decorrer da sequência didática, os estudantes foram estimulados a explicar o funcionamento do periscópio utilizando os conhecimentos de Óptica Geométrica, especialmente aqueles relacionados à reflexão da luz e ao comportamento dos espelhos planos. Essas evidências indicam que a atividade favoreceu a aproximação entre os conhecimentos científicos apresentados inicialmente e sua aplicação em uma situação experimental.

Também foram observados aspectos relacionados à participação e à interação entre os estudantes. A construção do periscópio criou oportunidades para que os alunos discutissem possibilidades, formassem hipóteses, identificassem dificuldades e procurassem soluções durante a montagem. Entretanto, considerando o caráter qualitativo e descritivo da pesquisa e o contexto específico em que a sequência didática foi aplicada, os resultados observados não permitem afirmar que a Cultura *Maker* seja mais eficaz do que métodos tradicionais de ensino. Os dados

obtidos permitem, contudo, apontar seu potencial como estratégia complementar para o ensino de Física.

Nesse sentido, a construção do periscópio mostrou-se uma possibilidade de atividade experimental de baixo custo para trabalhar conceitos de Óptica Geométrica de maneira prática e participativa. A proposta possibilitou integrar conhecimentos teóricos, experimentação e construção de um artefato, proporcionando aos estudantes situações nas quais puderam aplicar os conceitos estudados para compreender e solucionar problemas relacionados ao funcionamento do dispositivo.

Por fim, espera-se que a sequência didática desenvolvida possa contribuir como uma possibilidade para professores de Física que desejem incorporar atividades experimentais e princípios da Cultura *Maker* às suas práticas pedagógicas. Embora os resultados estejam relacionados às características específicas da turma e do contexto investigado, a experiência realizada demonstra que a construção de um periscópio com materiais acessíveis pode ser utilizada como recurso didático para aproximar os estudantes dos conteúdos de Óptica Geométrica e favorecer sua participação no processo de aprendizagem.

6 REFERÊNCIAS

- BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BELL, Stephanie. Project-based learning for the 21st century: skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, v. 83, n. 2, p. 39-43, 2010. DOI: 10.1080/00098650903505415.
- BROCKVELD, Marcos Vinícius Vanderlinde; TEIXEIRA, Clarissa Stefani; SILVA, Mônica Renneberg da. **A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais**. In: Anais da Conferência ANPROTEC. 2017.
- CALÇADA, Caio Sérgio; SAMPAIO, José Luiz. **Física Clássica: Óptica e Ondas**. São Paulo: Atual, 1998.
- FIGUEIREDO, A. D. (2016). **A Pedagogia dos Contextos de Aprendizagem**. *Revista e-Curriculum*, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 809-836.
- GIRCOREANO, José Paulo; PACCA, Jesuína LA. **O ensino da óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 18, n. 1, p. 26-40, 2001.
- GLOBO. **Princípios da propagação da luz**. *Educação Globo*. Disponível em: <http://educacao.globo.com/fisica/assunto/ondas-e-luz/principios-da-propagacao-da-luz.html>. Acesso em: 27 jun. 2026.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna**. 4. ed. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 1995.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: óptica e física moderna**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 4.
- HALVERSON, Erica Rosenfeld; SHERIDAN, Kimberly. **The maker movement in education**. *Harvard Educational Review, Cambridge*, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014. DOI: 10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063.
- HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. 13. ed. Porto Alegre: Bookman, 2023.
- LEMOES, Silvana Donadio Vilela; VALENTE, José Armando. **Estudo da Cultura Maker na Escola**. *Revista e-curriculum*, v. 21, 2023.
- LING, Samuel J.; SANNY, Jeff; MOEBS, William et al. **University physics: volume 3**. Houston, TX: OpenStax, 2016.
- LIRA, Júlio César Lima. **Leis da reflexão**. *InfoEscola*. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/leis-da-reflexao/>. Acesso em: 27 jun. 2026.
- MARTIN, Lee. **The promise of the maker movement for education**. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, v. 5, n. 1, p. 30-39, 2015. DOI:

10.7771/2157-9288.1099.

MARTIN, Wendy B.; YU, Jennifer; WEI, Xin; VIDIKSIS, Regan; PATTEN, Kristie K.; RICCIO, Ariana. **Promoting Science, Technology, and Engineering Self-Efficacy and Knowledge for All With an Autism Inclusion Maker Program.** *Frontiers in Education*, v. 5, 2020, article 75. DOI: 10.3389/educ.2020.00075.

MEIRA, Samara L. Brito; RIBEIRO, Jair Lúcio Prado. **A Cultura Maker no ensino de Física: construção e funcionamento de máquinas térmica.** Fablearn Brazil, 2016.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro Editora, 2001, p. 111.

OPENAI. **ChatGPT (gerador de imagens).** Imagem de representação do funcionamento de um periscópio. 2026.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Porto Alegre: Artmed, 2008.

PROF. EMMANOEL. **Espelhos planos.** 2016. Disponível em: <https://profemmanoel.blogspot.com/2016/12/espelhos-planos.html>. Acesso em: 30 jun. 2026.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco; NICOLAU, Gilberto Ferraro; TOLEDO, Paulo Antônio Soares. **Os Fundamentos da Física: Óptica e Ondas.** v. 2. 11. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

ROSSI, Bruno Fonseca; DA SILVA SANTOS, Érica Marques; DA SILVA OLIVEIRA, Luciane. **A cultura maker e o ensino de matemática e física.** In: Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online. 2019.

SALOMÃO, Francisco Carlos Carneiro; COSTA, Rousinaldo Ramalho; RÊGO, Fellipe dos Santos Campelo; RIBEIRO, Thiago Soares; MAIA, José Robson. **Metodologias ativas para ensino de óptica geométrica.** *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 18, n. 4, 2023.

SANTOS, Priscila Valdênia dos; SANTOS, Daniel de Jesus Melo dos; SILVA, Waldson Marcelo dos Santos. **A Cultura Maker na educação em Ciências para pessoas com deficiência visual: um mapeamento do cenário brasileiro.** *Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 68, e306801, 2024.

SERAFIM, Ruth de Sousa Gondim; ABREU, Francisco Glauberto da Silva; GONDIM, Raquel de Sousa; MARÇAL, Edgar; VASCONCELOS, Francisco Herbert Lima. **Aplicabilidade da Cultura Maker na educação e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem: uma revisão sistemática de literatura.** *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC*, v. 15, n. 2, p. 271-290, 2025. DOI: 10.31512/encitec.v15i2.1687.

MENDES, Mariana. **Como deve ser montado o periscópio.** 2024. Disponível em:

<https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/construcao-um-periscopio.htm>. Acesso em: 19 mar.2025.

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA: CONSTRUÇÃO DE UM PERISCÓPIO COM ABORDAGEM *MAKER*

A.1 JUSTIFICATIVA

No ensino de Física, especificamente no estudo da Óptica Geométrica, muitos alunos encontram dificuldades devido à abordagem tradicionalmente teórica da disciplina. A Física, por sua natureza, é uma ciência experimental, e seu ensino deve refletir essa característica para garantir maior compreensão e envolvimento dos estudantes. A cultura *maker* está alinhada a esse princípio, pois proporciona um ambiente no qual os alunos podem desenvolver habilidades cognitivas e socioemocionais enquanto constroem seu conhecimento de forma colaborativa, além de estimular o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza a necessidade de metodologias que integrem criatividade, resolução de problemas e colaboração no ambiente escolar.

A cultura *maker* apresenta-se como uma alternativa metodológica inovadora e eficaz para o ensino de Óptica Geométrica no Ensino Médio. Ao possibilitar que os alunos produzam materiais didáticos enquanto aprendem os conceitos teóricos, essa abordagem torna o ensino mais envolvente e significativo.

A.2 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo fornecer aos professores de Física ferramentas inovadoras para o ensino da disciplina, especificamente no contexto da Óptica Geométrica. A proposta central é a aplicação da metodologia da cultura *maker*, que se destaca como uma abordagem ativa e dinâmica, incentivando a experimentação, a colaboração e o compartilhamento de conhecimento. Ao integrar essa metodologia ao ensino de Física, espera-se proporcionar um aprendizado mais significativo, tornando o conteúdo mais acessível e estimulante para os estudantes.

A.3 METODOLOGIA

Será utilizada uma sequência didática de apoio para a aplicação da cultura *maker* em sala de aula. A seguir, serão descritas as aulas que serão apresentadas aos alunos durante a aplicação do trabalho. O objetivo deste material é apresentar

outra forma de ministrar aulas, distanciando-se do método tradicional. A sequência será composta por três aulas.

Na Aula 1, será realizada a problematização e a fundamentação teórica, com o objetivo de levantar conhecimentos prévios e introduzir os conceitos fundamentais da Óptica Geométrica. A aula será desenvolvida em duas fases: problematização, com a discussão sobre como observar objetos fora da linha de visão e a apresentação do periscópio; e aula expositiva dialogada sobre propagação da luz, reflexão, espelhos planos e funcionamento do periscópio.

Na Aula 2, será realizada a construção do periscópio, com o objetivo de construir o instrumento óptico e aplicar os conhecimentos teóricos. A aula será composta por três fases: planejamento das funções de cada aluno; construção do periscópio seguindo o roteiro experimental; e realização de testes com registro das observações.

Na Aula 3, serão realizadas a experimentação, a discussão e a sistematização, com o objetivo de relacionar teoria e prática, promovendo a socialização dos resultados. A aula será composta por quatro fases: teste coletivo dos periscópios; discussão dos princípios físicos envolvidos; elaboração de conclusões pelos alunos; e fechamento pelo professor.

A sequência didática fundamenta-se na cultura *maker*, colocando o estudante como protagonista da aprendizagem. A construção do periscópio integra teoria e prática, favorecendo a aprendizagem significativa dos conceitos de Óptica Geométrica por meio da experimentação e da colaboração entre os estudantes.

A.4 AVALIAÇÃO

A avaliação será processual, considerando a participação dos estudantes, o envolvimento durante a construção do periscópio, o trabalho colaborativo, o funcionamento do instrumento, os registros no roteiro experimental e a compreensão dos conceitos físicos trabalhados.

A.5 CONSTRUÇÃO DE UM PERISCÓPIO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA

A.5.1 Público-alvo

Estudantes do 2º ano do Ensino Médio.

A.5.2 Tempo previsto

Duas aulas de 50 minutos cada.

A.5.3 Objetivo

Ao final da atividade, espera-se que os estudantes sejam capazes de:

- Compreender o funcionamento do periscópio;
- Identificar a aplicação das leis da reflexão da luz;
- Relacionar os princípios da Óptica Geométrica a um instrumento óptico do cotidiano;
- Desenvolver habilidades de trabalho em equipe, criatividade e resolução de problemas;
- Construir um instrumento óptico utilizando materiais de baixo custo.

A.5.4 Conteúdos abordados

- Princípio da propagação retilínea da luz;
- Independência dos raios luminosos;
- Reversibilidade da luz;
- Reflexão da luz;
- Espelhos planos;
- Instrumentos ópticos;
- Funcionamento do periscópio.

A.5.5 Materiais

Para cada grupo, serão necessários:

- 1 caixa de papelão;
- 2 espelhos planos de aproximadamente 5 cm × 7 cm;
- Fita gomada ou fita adesiva;
- Cola;
- Tesoura;
- Estilete (utilizado apenas pelo professor ou sob sua supervisão);
- Régua;

- Lápis.

A.5.6 Procedimentos

Etapa 1 – Observação inicial

Observe um objeto localizado atrás de um obstáculo.

Responda:

- É possível visualizar esse objeto sem mudar de posição?
- Como seria possível enxergá-lo utilizando espelhos?

Registre as hipóteses do grupo.

Etapa 2 – Preparação da estrutura

- Recorte a caixa de papelão a fim de montar três estruturas: a primeira, um paralelepípedo (60 cm × 19,5 cm × 19,5 cm) com abertura nas extremidades; a segunda e a terceira, dois paralelepípedos menores (30 cm × 20 cm × 20 cm) com abertura em uma das extremidades.
- Posicione os espelhos centralizados em recortes de papelão que se encaixem na estrutura menor.
- Faça um recorte próximo à extremidade da estrutura menor que possibilite encaixar, com pouca folga, a extremidade da estrutura maior.
- Utilizando a fita gomada, una as extremidades.
- Posicione os espelhos nos locais indicados.

Etapa 3 – Instalação dos espelhos

- Posicione um espelho na parte interna de uma das estruturas menores, formando aproximadamente 45°.
- Posicione o segundo espelho na parte interna da outra estrutura menor, também formando aproximadamente 45°.
- Verifique se ambos estão paralelos entre si.
- Fixe os espelhos utilizando fita adesiva ou cola.

Etapa 4 – Fechamento

Feche completamente a estrutura, deixando apenas as aberturas das estruturas menores para a entrada da luz.

Etapa 5 – Teste do funcionamento

Observe diferentes objetos utilizando o periscópio.

Caso a imagem não apareça corretamente:

- Verifique o alinhamento dos espelhos;
- Observe se ambos permanecem inclinados em aproximadamente 45° ;
- Reposicione os espelhos, se necessário.

A.5.7 Discussões

Após a construção, responda às questões a seguir.

- Qual fenômeno óptico permite o funcionamento do periscópio?
- Quantas reflexões a luz sofre até chegar aos olhos do observador?
- Qual a função dos espelhos planos no instrumento?
- Quais princípios da Óptica Geométrica podem ser identificados durante o funcionamento do periscópio?
- Por que o alinhamento dos espelhos é importante?
- Cite exemplos de utilização do periscópio no cotidiano.

A.5.8 Conclusão

Em grupo, elabore um pequeno texto descrevendo o funcionamento do periscópio e explique como os conceitos estudados em Óptica Geométrica foram observados durante a atividade prática.

A.5.9 Avaliação

A avaliação ocorrerá de forma qualitativa, considerando:

- Participação nas discussões;
- Colaboração entre os integrantes do grupo;
- Organização durante a montagem;
- Funcionamento do periscópio;
- Capacidade de relacionar teoria e prática;

- Respostas apresentadas durante a discussão final.

A.5.10 Resultados Esperados

Espera-se que os estudantes compreendam o funcionamento do periscópio por meio da experimentação, relacionando os conceitos de propagação retilínea da luz, reflexão, reversibilidade e espelhos planos com situações práticas. Além disso, espera-se favorecer o protagonismo estudantil, a criatividade, o trabalho colaborativo e uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos de Óptica Geométrica.

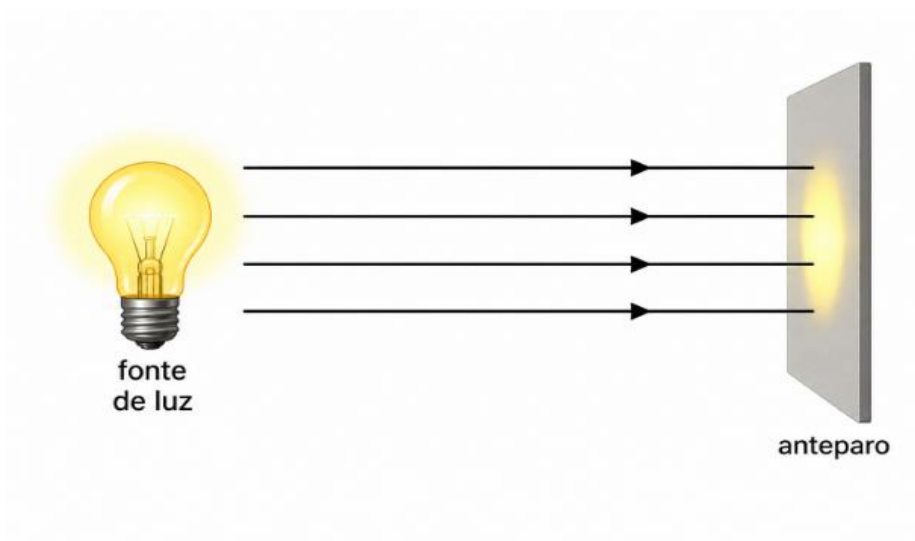
A.6 MATERIAL DIDÁTICO DE APOIO

A.6.1 Óptica Geométrica

A Óptica Geométrica estuda os fenômenos decorrentes da propagação retilínea da luz em meios homogêneos e transparentes. Ela é desenvolvida a partir da noção de raio de luz e dos princípios que regem o comportamento dos raios luminosos (Calçada e Sampaio, 1998). A Óptica Geométrica apresenta princípios como o da propagação retilínea da luz e o da independência dos raios luminosos, além da reversibilidade da luz. Também aborda fenômenos como a reflexão da luz, o estudo dos espelhos, a associação de espelhos, os ângulos e a orientação dos espelhos, entre outros conteúdos.

Segundo Calçada e Sampaio (1998), o princípio da propagação retilínea da luz afirma que, nos meios transparentes e homogêneos, a luz se propaga em linha reta.

Figura 1 – Princípio da propagação retilínea da luz.

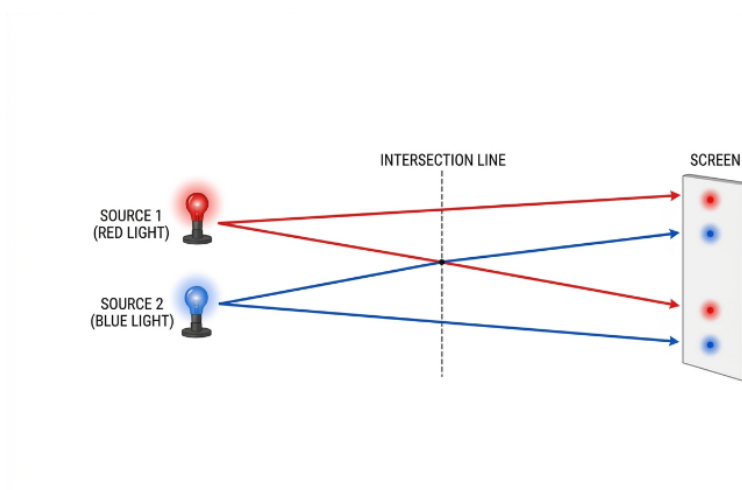


Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de inteligência artificial (2026).

Podemos observar, na Figura 1, que os raios de luz se propagam em linha reta até o anteparo.

O princípio da independência dos raios luminosos, segundo Calçada e Sampaio (1998), estabelece que cada raio de luz se propaga independentemente dos demais em um meio.

Figura 2 – Princípio da independência dos raios luminosos.



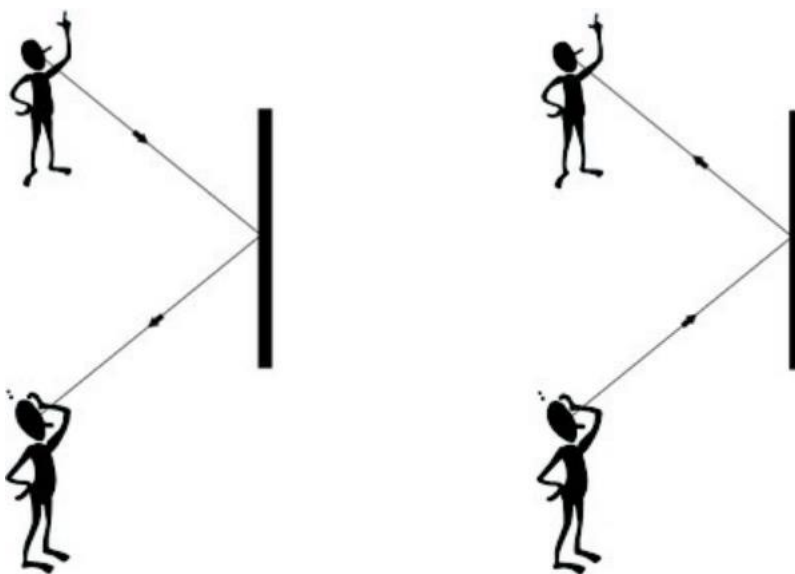
Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de inteligência artificial (2026).

Podemos observar, na Figura 2, que cada fonte de luz emite dois raios luminosos. Um dos raios segue sem interferir no outro e chega ao anteparo sem alterações; o outro raio de cada fonte cruza-se na linha de interseção e também chega

ao anteparo sem alterações.

Para Calçada e Sampaio (1998, p. 9), a reversibilidade da luz indica que a trajetória seguida pelos raios luminosos independe do sentido percorrido por eles, sendo uma decorrência dos princípios da Óptica Geométrica.

Figura 3 – Reversibilidade da luz.

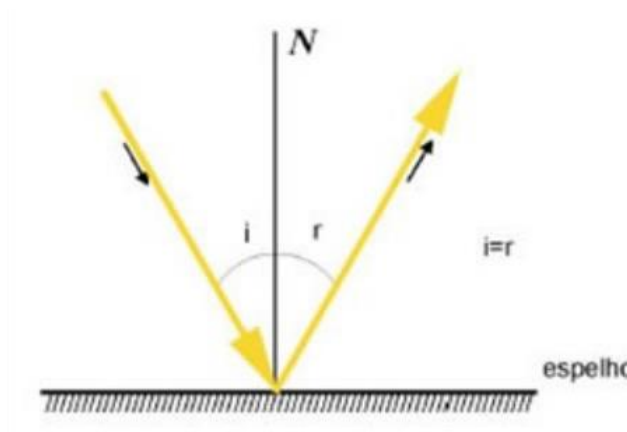


Fonte: GLOBO (2026).

Na Figura 3, podemos observar que, assim como o observador 1 consegue observar o observador 2 pelo espelho, o observador 2 também consegue observar o observador 1.

Sobre a reflexão, Calçada e Sampaio (1998, p. 21) afirmam que, experimentalmente, verifica-se que o raio incidente, a normal e o raio refletido estão no mesmo plano, e que o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência.

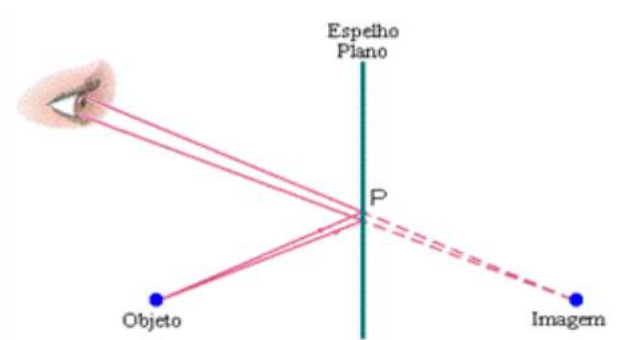
Figura 4 – Reflexão da luz.



Fonte: LIRA, Júlio César Lima. Leis da reflexão. InfoEscola, 2026.

De acordo com Calçada e Sampaio (1998, p. 17), quando a maior parte da luz que incide sobre uma superfície é refletida de forma regular, essa superfície é chamada de espelho ou superfície refletora. Alguns elementos estão presentes no estudo dos espelhos, como o objeto, que, para Halliday, Resnick e Walker (1995), pode ser uma fonte puntiforme de luz colocada a certa distância do espelho plano, e a imagem virtual, que, segundo Calçada e Sampaio (1998, p. 29), é definida pelo cruzamento dos prolongamentos dos raios que incidem no espelho.

Figura 5 – Espelho plano.



Fonte: Prof. Emmanoel (2016).

Podemos observar que o ponto objeto real é formado pela interseção efetiva dos raios de luz, enquanto o ponto imagem virtual é formado pela interseção dos prolongamentos desses raios. Duas características importantes são que o objeto e sua imagem são simétricos em relação ao espelho e possuem naturezas contrárias (Prof. Emmanoel, 2016).

Halliday, Resnick e Walker (1995) apresentam algumas características das imagens formadas em espelhos planos: são imagens virtuais, pois não podem ser projetadas sobre um anteparo; são direitas, mantendo a orientação vertical do objeto; possuem o mesmo tamanho do objeto observado; encontram-se à mesma distância atrás do espelho que o objeto está à sua frente; e apresentam simetria em relação ao plano do espelho, produzindo uma inversão lateral aparente.

De acordo com Ramalho, Nicolau e Toledo (2016), os instrumentos ópticos são dispositivos que utilizam fenômenos como a reflexão e a refração da luz para formar imagens ou facilitar a observação de objetos. Esses instrumentos empregam espelhos, lentes ou prismas para modificar a trajetória dos raios luminosos, possibilitando diversas aplicações no cotidiano.

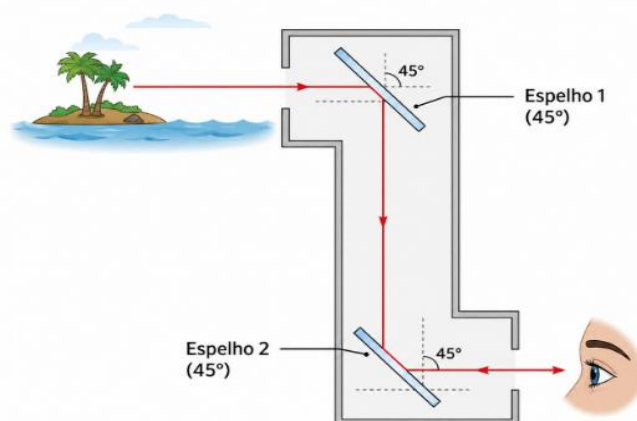
Os instrumentos ópticos podem ser de dois tipos básicos: os instrumentos de projeção, como máquinas fotográficas, filmadoras e projetores, que são instrumentos de visão objetiva e fornecem uma imagem real do objeto; e os instrumentos de observação, como periscópio, microscópio, telescópio, luneta, binóculo e lupa, que são instrumentos de visão subjetiva e fornecem uma imagem virtual do objeto.

A.6.2 Construção do Periscópio como Ferramenta Didática

O periscópio é um instrumento óptico simples que utiliza espelhos planos para redirecionar a luz, permitindo a observação de objetos fora da linha direta de visão. A construção de um periscópio em sala de aula constitui uma atividade experimental que aproxima os conceitos de óptica geométrica da prática, favorecendo a compreensão dos fenômenos de reflexão e propagação da luz. Atividades experimentais de baixo custo podem contribuir para relacionar teoria e prática no ensino de Física, estimulando a participação dos estudantes e tornando a aprendizagem mais significativa (GONÇALVES; RODRIGUES, 2022).

A construção desse dispositivo em sala de aula permite que os alunos compreendam fenômenos como reflexão e reversibilidade da luz, além de desenvolverem habilidades como raciocínio lógico e criatividade. Essa abordagem não apenas facilita o entendimento dos conceitos teóricos, mas também estimula o interesse dos alunos pela Física, tornando o aprendizado mais envolvente e participativo.

Figura 6 – Periscópio.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de inteligência artificial (2026).

O periscópio é um instrumento óptico que utiliza o fenômeno da reflexão da luz para permitir a observação de objetos que se encontram fora da linha direta de visão do observador. Seu funcionamento baseia-se na utilização de dois espelhos planos (ou prismas, em modelos mais sofisticados), posicionados paralelamente e inclinados a 45° em relação ao eixo do tubo do instrumento.

Quando os raios luminosos provenientes do objeto atingem o primeiro espelho, são refletidos em um ângulo de 90° em relação à direção inicial, obedecendo às leis da reflexão. Em seguida, esses raios incidem sobre o segundo espelho, que realiza uma nova reflexão, direcionando a luz até os olhos do observador. Dessa forma, o periscópio permite visualizar objetos localizados acima, abaixo ou atrás de obstáculos, sem que seja necessário deslocar o observador.

O funcionamento do periscópio fundamenta-se nas duas leis da reflexão da luz: a primeira estabelece que o raio incidente, o raio refletido e a reta normal pertencem ao mesmo plano; a segunda determina que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. Essas leis garantem que a trajetória da luz seja previsível, possibilitando o correto direcionamento dos raios luminosos entre os espelhos até o observador.

Além disso, a utilização de dois espelhos planos paralelos faz com que a imagem final apresente características semelhantes às produzidas por um espelho plano, porém sem a inversão lateral observada em uma única reflexão. Como ocorrem duas reflexões sucessivas, a inversão produzida pelo primeiro espelho é anulada pela segunda, resultando em uma imagem virtual, direita e com o mesmo tamanho do objeto, preservando sua orientação.

A construção de um periscópio pode ser realizada utilizando materiais acessíveis, como papelão, espelhos planos, cola quente e tesoura. Esse processo permite que os alunos visualizem, na prática, como os raios de luz são refletidos nos espelhos e direcionados para os olhos do observador. Além disso, a montagem do periscópio possibilita a introdução de conceitos importantes, como os ângulos de incidência e reflexão, auxiliando na compreensão das leis da reflexão da luz.

Outro aspecto importante do uso do periscópio como ferramenta didática é a interdisciplinaridade. Durante sua construção, os alunos podem aplicar conceitos de Matemática ao calcular ângulos de reflexão, bem como princípios de engenharia ao projetar a estrutura do dispositivo. Essa integração de conhecimentos contribui para uma formação mais completa, permitindo que os estudantes percebam a relação entre diferentes áreas do saber.

Além do aprendizado técnico, a atividade de construção do periscópio estimula habilidades socioemocionais, como trabalho em equipe, comunicação e resolução de problemas. Como essa atividade pode ser realizada em grupos, os estudantes precisam discutir ideias, dividir tarefas e colaborar para garantir o sucesso da montagem do dispositivo. Esse tipo de abordagem fortalece o desenvolvimento de competências essenciais para a vida acadêmica e profissional dos alunos.

O periscópio também pode ser utilizado para exemplificar aplicações práticas da óptica geométrica no cotidiano. Dispositivos semelhantes são empregados em submarinos, tanques militares e até mesmo em alguns tipos de equipamentos médicos. Ao compreender essas aplicações, os alunos percebem a relevância do conhecimento adquirido em sala de aula, o que pode aumentar sua motivação para aprender e explorar ainda mais os conceitos físicos envolvidos.

Estudos indicam que atividades práticas, como a construção de dispositivos ópticos, podem melhorar significativamente a retenção do conhecimento. Segundo Meira e Ribeiro (2016), estudantes que participaram de atividades experimentais demonstraram maior capacidade de compreender e aplicar conceitos físicos quando comparados aos que tiveram apenas aulas expositivas. Esse resultado reforça a importância da experimentação na aprendizagem de Física, especialmente em temas abstratos como a Óptica Geométrica.

Por fim, a construção do periscópio incentiva os alunos a adotarem uma postura mais investigativa em relação à ciência. Durante o processo, os estudantes podem ser desafiados a testar diferentes configurações, modificar a posição dos

espelhos e analisar como essas mudanças afetam a imagem observada. Esse tipo de questionamento estimula o pensamento crítico e a curiosidade científica, competências fundamentais para o desenvolvimento acadêmico e profissional dos alunos.

Dessa forma, o uso do periscópio como ferramenta didática dentro da cultura *maker* não apenas melhora a aprendizagem dos conceitos de Óptica Geométrica, mas também proporciona uma experiência educacional enriquecedora e motivadora. Ao integrar teoria e prática, essa abordagem contribui para um ensino de Física mais dinâmico, inclusivo e alinhado às demandas do século XXI.