



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia



Licenciatura em Física *Campus Porto Velho Calama*

**Campus Porto Velho Calama**

**Coordenação do Curso Licenciatura em Física**

**EVANDRO DE SOUZA FREITAS FILHO**

**FAÇA VOCÊ MESMO E OLHE PARA O CÉU:  
A CONSTRUÇÃO DE UM TELESCÓPIO REFLETOR AUTOMATIZADO COMO  
FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO ENSINO MÉDIO**

PORTO VELHO  
2025



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia



Licenciatura em Física *Campus Porto Velho Calama*

**EVANDRO DE SOUZA FREITAS FILHO**

**FAÇA VOCÊ MESMO E OLHE PARA O CÉU:  
A CONSTRUÇÃO DE UM TELESCÓPIO REFLETOR AUTOMATIZADO COMO  
FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO ENSINO MÉDIO**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – (IFRO), Campus Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciado, junto ao Curso de Licenciatura em Física, sob a orientação da professora Dr<sup>a</sup>. Sandra Monteiro Gomes e coorientação do professor Dr. Laffert Gomes Ferreira da Silva.

PORTO VELHO  
2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Freitas Filho, Evandro de Souza.

Faça você mesmo e olhe para o céu: a construção de um telescópio refletor automatizado como ferramenta pedagógica no ensino médio / Evandro de Souza Freitas Filho, Sandra Monteiro Gomes, Laffert Gomes Ferreira da Silva. - Porto Velho, 2025.  
39 f. : il.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dra. Sandra Monteiro Gomes.  
Coorientador(a): Prof. Dr Laffert Gomes Ferreira da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -  
IFRO, Porto Velho, 2025.

1. Ensino de Física. 2. Cultura Maker. 3. Prototipagem 3D. 4. Microcontroladores. 5. Interdisciplinaridade. I. Gomes, Sandra Monteiro. II. Gomes, Sandra Monteiro (orient.). III. Silva, Laffert Gomes Ferreira da (coorient.). IV. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. V. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Miria Santana Veiga, CRB-11/898

**EVANDRO DE SOUZA FREITAS FILHO**

**FAÇA VOCÊ MESMO E OLHE PARA O CÉU: A CONSTRUÇÃO DE UM TELESCÓPIO REFLETOR AUTOMATIZADO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO ENSINO MÉDIO**

A banca examinadora, abaixo listada, **APROVA** o Trabalho de Conclusão de Curso “FAÇA VOCÊ MESMO E OLHE PARA O CÉU: A CONSTRUÇÃO DE UM TELESCÓPIO REFLETOR AUTOMATIZADO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO ENSINO MÉDIO” elaborado por “EVANDRO DE SOUZA FREITAS FILHO” como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Física, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia.

Porto Velho/RO, 09/12/2025

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Profa. Dra. Sandra Monteiro Gomes – IFRO**  
(ORIENTADORA)

---

**Prof. Dr. Laffert Gomes Ferreira da Silva – IFRO**

---

**Prof. Dr. Fernando Dall'Igna – IFRO**



## FAÇA VOCÊ MESMO E OLHE PARA O CÉU: A CONSTRUÇÃO DE UM TELESCÓPIO REFLETOR AUTOMATIZADO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO ENSINO MÉDIO<sup>1</sup>

FREITAS FILHO, Evandro de Souza<sup>2</sup>

GOMES, Sandra Monteiro<sup>3</sup>

SILVA, Laffert Gomes Ferreira da<sup>4</sup>

### RESUMO

O presente estudo objetivou elaborar uma proposta pedagógica interdisciplinar articulada aos princípios da cultura maker, por meio da construção de um telescópio refletor newtoniano automatizado de baixo custo. Metodologicamente, adotou-se uma abordagem qualitativa, exploratória e propositiva, fundamentada na teoria e no desenvolvimento técnico do artefato, englobando modelagem 3D, esquemas elétricos e programação de sistemas de controle. Os resultados demonstraram a viabilidade técnica e econômica do equipamento, validada por projetos de engenharia e análise de custos. Ademais, evidenciou-se o potencial de intervenção didática, decorrente da proposta pedagógica elaborada e fundamentada na análise das falhas e validações do protótipo. Conclui-se que a fabricação do instrumento constitui uma ferramenta eficaz para o ensino integrado de óptica, mecânica e automação etc, no ensino médio, fomentando o letramento científico, a interdisciplinaridade, o protagonismo estudantil e a democratização do acesso à astronomia.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Cultura Maker. Prototipagem 3D. Microcontroladores. Interdisciplinaridade.

### ABSTRACT

The present assignment aimed to develop an interdisciplinary pedagogical proposal aligned with the principles of maker culture, through the construction of a low-cost automated Newtonian reflector telescope. About the methodology, a qualitative, exploratory, and propositional approach was adopted, grounded in theory and the technical development of the artifact, encompassing 3D modeling, electrical schematics, and control system programming. The results demonstrated the technical and economic feasibility of the equipment, validated by engineering designs and cost

---

<sup>1</sup> Artigo apresentado ao curso de Licenciatura em Física como requisito parcial para obtenção do título de graduado em Licenciatura em Física.

<sup>2</sup> Discente do curso de Licenciatura em Física do IFRO Campus Porto Velho Calama. E-mail: [evandro.filho@estudante.ifro.edu.br](mailto:evandro.filho@estudante.ifro.edu.br).

<sup>3</sup> Professora Doutora Orientadora do Curso de Licenciatura em Física do IFRO Porto Velho Calama. E-mail: [sandra.gomes@ifro.edu.br](mailto:sandra.gomes@ifro.edu.br).

<sup>4</sup> Professor Doutor Coorientador do Curso de Licenciatura em Física do IFRO Porto Velho Calama. E-mail: [laffert.silva@ifro.edu.br](mailto:laffert.silva@ifro.edu.br).



analysis. Furthermore, the potential for didactic intervention was highlighted, stemming from the elaborated pedagogical proposal and based on the analysis of the prototype's failures and validations. It is concluded that the fabrication of the instrument constitutes an effective tool for the integrated teaching of optics, mechanics, and automation in High School, fostering scientific literacy, interdisciplinarity, student agency, and the democratization of access to astronomy.

**KeyWords:** Physics Teaching. Maker Culture. 3D Prototyping. Microcontrollers. Interdisciplinarity.

## 1 INTRODUÇÃO

A astronomia observacional constitui um pilar fundamental da ciência astronômica, que se dedica à captação, medição e análise da radiação eletromagnética e de outros sinais provenientes dos corpos celestes. É o "olho" do astrônomo, permitindo-nos explorar e obter dados empíricos para a compreensão da origem, evolução e composição do universo (Schappo, 2022).

Entretanto, esse campo de estudo enfrenta obstáculos consideráveis, sendo o acesso a equipamentos de alta qualidade uma das barreiras mais significativas. A instrumentação necessária para a observação celeste, como telescópios avançados, radiotelescópios e câmeras CCD especializadas, bem como os seus componentes ópticos e de montagem, geralmente envolve custos extremamente elevados, principalmente quando se leva em consideração a realidade econômica brasileira.

Essa realidade econômica restringe o alcance da pesquisa para muitos cientistas, instituições de ensino e astrônomos amadores, limitando a capacidade de aquisição de instrumentos de maior abertura e tecnologia de ponta, que são essenciais para aprofundar estudos em astronomia e cosmologia. Assim, a dependência de recursos financeiros substanciais para a infraestrutura observacional impõe um desafio contínuo à democratização do conhecimento e ao avanço da pesquisa astronômica em larga escala.

Nesse sentido, no mercado brasileiro atual, um telescópio refletor dobsoniano de 203mm, sem automação, pode custar aproximadamente R\$ 6.000,00, como pode-se verificar na loja on-line FótonAstro<sup>5</sup>. Já modelos dobsonianos automatizados de médio porte (200mm a 300mm de abertura) podem atingir valores que variam de R\$ 12.000,00 a mais de R\$ 40.000,00, conforme observado na loja supracitada.

---

<sup>5</sup> Referência on-line: Loja FótonAstro. Disponível em: <https://fotonastro.com.br/produto/sky-watcher-flextube-8-telescopio-dobson-203mm-f-5/>. Acesso em: 27 out. 2025.



Nessa visão, tanto telescópios refletores quanto refratores de entrada, com aberturas menores e de menor capacidade de ampliação, podem custar milhares de reais. Isso, é claro, sem contar que uma montagem equatorial motorizada avulsa, capaz de automatizar um telescópio, também pode ser encontrada por valores próximos a R\$ 5.000,00, como é possível observar também na loja em referência<sup>6</sup>.

Como alternativa, com a ascensão da chamada “*Cultura Maker*”, que incentiva a abordagem do “faça você mesmo” (do inglês “*Do It Yourself*” – DIY) (Instituto Caldeira, 2022) e a criação colaborativa, há o acolhedor universo em que existe soluções democratizantes e emergentes, fato em que reside a possibilidade de se construir ferramentas complexas a partir de materiais acessíveis e técnicas inovadoras, como a prototipagem em 3D e a eletrônica aplicada (Duque et al., 2023).

Nesse viés, e ao considerar a importância de se levar para os espaços educacionais a pesquisa e a construção de conhecimentos elaborados a partir de questões teórico-práticas, percebeu-se a necessidade de alinhar os preceitos da cultura *maker* à democratização do acesso à astronomia observacional. Isso porque tem-se em vista que tanto a aquisição de um telescópio, quanto a de uma base automatizada de origem industrial, representaria um custo altíssimo, o que inviabilizaria estes equipamentos no ambiente escolar.

Este cenário, portanto, levanta a questão-problema central deste trabalho: é possível e viável estruturar uma proposta de projeto para a construção de um instrumento astronômico de baixo custo com potencial para ser uma ferramenta pedagógica interdisciplinar (integrando a óptica, mecânica, eletrônica e automação) no ensino médio, promovendo simultaneamente a aprendizagem da física e a democratização do acesso à astronomia?

Diante de tal questão, este trabalho objetiva elaborar e apresentar uma proposta pedagógica interdisciplinar que articule os princípios da cultura *maker* com o processo de construção de um telescópio refletor newtoniano automatizado, refletindo como tal abordagem pode servir de ferramenta para o ensino integrado de óptica, mecânica, eletrônica e automação no ensino médio, ao mesmo tempo em que promove a democratização do conhecimento astronômico.

Para alcançar o proposto, elencou-se os seguintes objetivos específicos: 1. Fundamentar teoricamente a pesquisa, correlacionando os princípios da cultura

---

<sup>6</sup> Referência on-line: Loja FótonAstro. Disponível em: <https://fotonastro.com.br/produto/sky-watcher-az-gti-montagem-automatico-wifi-kit-astrofotografia/>. Acesso em: 27 out. 2025.



*maker*, o ensino de física (óptica e mecânica), automação (eletrônica e programação) e a astronomia amadora; 2. Desenvolver e apresentar a proposta de protótipo funcional de um telescópio refletor com base dobsoniana automatizada, a partir dos princípios da cultura *maker* detalhando as soluções de baixo custo que devem ser adotadas para a estrutura, óptica e sistema de controle; 3. Propor uma aplicação pedagógica baseada no processo de construção do telescópio, analisando seu potencial interdisciplinar no contexto do ensino médio.

Para atingir os objetivos propostos, a metodologia deste trabalho delinea-se como uma pesquisa qualitativa de cunho exploratório, de natureza propositiva. A abordagem qualitativa justifica-se por não buscar a quantificação, mas sim a compreensão aprofundada do fenômeno educacional em seu contexto, focando no "universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes" (Minayo, 2014, p. 21 *apud* Araújo; Oliveira; Rossato, 2017, p. 3). O caráter exploratório "tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições" (Gil, 2002, p. 41), sendo ideal para investigar a viabilidade de uma proposta pedagógica inovadora que ainda carece de referenciais estruturados. Por sua vez, sua natureza é propositiva, enquadra-se no que Severino (2013) descreve como um trabalho que, indo além da simples descrição ou explicação, viabiliza uma intervenção eficaz na sociedade sobre a realidade.

Por fim, este trabalho se divide em três seções. A primeira apresenta a fundamentação teórica, ressaltando a pertinência do tema, sua importância pedagógica no ensino médio e os conceitos fundamentais para o desenvolvimento experimental. A segunda seção detalha a proposta metodológica e a estruturação da proposta de protótipo, descrevendo o percurso sugerido para o seu eventual desenvolvimento, enfatizando sua aplicação no ensino de física. Por fim, a terceira seção apresenta as discussões sobre a viabilidade pedagógica da proposta de protótipo, os resultados esperados, e a proposição de aplicação do protótipo de telescópio ao ensino médio.

## **2 DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A proposição de construção de um telescópio refletor e de uma base dobsoniana automatizada é uma proposta pedagógica interdisciplinar, que articula os princípios da cultura *maker* e a integração de fundamentos oriundos da física, da mecânica, da eletrônica de controle e das práticas de prototipagem, à perspectiva de



promover a democratização do conhecimento astronômico aos estudantes do ensino médio.

Em resposta a essa demanda, o referencial teórico foi estruturado em cinco pilares. Estes eixos não representam apenas uma revisão de literatura, mas também o delineamento dos requisitos técnicos e conceituais que fundamentam esta proposta. Os eixos versam sobre: os principais obstáculos para a astronomia observacional no Brasil; a “cultura *maker*”, que oferece o paradigma de desenvolvimento e construção; “fundamentos de óptica e telescópios refletores newtonianos”, que define as especificações do sistema óptico; “bases dobsonianas”, que trata do design mecânico e estrutural; e “automação e eletrônica em motores de passo”, que aborda a implementação do sistema de controle e rastreamento.

Assim, a imersão teórica e a detalhada abordagem dos componentes, apresentada a seguir, são indispensáveis. Elas fundamentam a compreensão do potencial interdisciplinar que a proposta pedagógica, baseada na construção do telescópio, oferece ao contexto do ensino médio.

## 2.1 OS PRINCIPAIS OBSTÁCULOS DA ASTRONOMIA OBSERVACIONAL NO BRASIL

A astronomia observacional constitui o pilar empírico sobre o qual a astrofísica moderna é construída, permitindo a validação de modelos teóricos e a descoberta de novos fenômenos cósmicos através da análise da radiação eletromagnética. O Brasil, posicionado estrategicamente no hemisfério sul, desfruta de um acesso privilegiado a alvos de extremo interesse científico, como o Centro Galáctico, as Nuvens de Magalhães e regiões de formação estelar únicas, conforme explicita Schappo (2022).

Contudo, a transformação desse potencial geográfico em resultados científicos de impacto, enfrenta uma série de obstáculos significativos. Embora a posição do Brasil no hemisfério sul seja estratégica, ela colide com fatores atmosféricos e geográficos limitantes, como detalhado por Jablonski (1998) em seus estudos sobre as condições atmosféricas nacionais. Segundo ele, o clima brasileiro é marcado por alta nebulosidade e umidade, mesmo em locais de altitude como o Pico dos Dias (LNA), portanto, é consideravelmente menos favorável para a astronomia óptica/infravermelha do que os sítios *premium* localizados em desertos como no Chile.

Esses fatores impactam diretamente duas métricas essenciais para a observação: a transparência atmosférica (a fração de luz que atravessa a atmosfera)



e o *seeing* (a estabilidade da imagem, afetada pela turbulência). Ao contrário de locais ideais, como os desertos de alta altitude (ex: Atacama), o Brasil carece de sítios que combinem altitude elevada, ar seco e fluxo de ar laminar, condições indispensáveis para fotometria de precisão e espectroscopia de alta resolução em grandes instrumentos.

Além desse “teto” atmosférico, as limitações infraestruturais e financeiras definem o panorama da pesquisa no País. Steiner (2011) argumenta que, embora o Brasil possua uma comunidade astronômica robusta, sua infraestrutura observacional (telescópios de pequeno e médio porte) não é mais competitiva na fronteira da ciência. A intermitência no financiamento público afeta diretamente a manutenção dos observatórios existentes e, crucialmente, a capacidade do país de participar de consórcios internacionais que operam os telescópios de grande porte (como o ESO), que são essenciais para a pesquisa de impacto (Kepler; Reis, 2008).

Paralelamente aos desafios naturais, a poluição luminosa impõe uma barreira antropogênica crescente. A expansão urbana descontrolada, aliada à ausência de uma legislação nacional robusta que regule a iluminação externa, resulta em um aumento exponencial do *skyglow* (brilho do céu) mesmo em áreas distantes dos grandes centros. Esse fenômeno degrada o contraste do céu noturno, mascarando objetos de baixo brilho superficial, como galáxias e nebulosas. Observatórios históricos e até mesmo sítios designados, como o Observatório do Pico dos Dias (OPD/LNA – Minas Gerais), enfrentam uma ameaça constante à qualidade de suas observações, limitando severamente a pesquisa de espaço profundo.

No plano infraestrutural, a astronomia observacional de ponta é uma atividade intrinsecamente capital-intensiva. Este ponto é fortemente enfatizado por Steiner (2011), que vincula diretamente a competitividade científica de uma comunidade astronômica, ao seu acesso a telescópios de grande abertura e instrumentação de ponta.

Neste cenário, o Brasil enfrenta dificuldades crônicas no financiamento para a construção, manutenção e, sobretudo, a atualização de sua instrumentação de médio e grande porte. Como já apontado na avaliação de Kepler e Reis (2008), a intermitência no financiamento afeta diretamente a modernização do parque instrumental nacional, como o do Observatório do Pico dos Dias (OPD/LNA).

A aquisição de tecnologias sensíveis, como detectores (CCDs ou CMOS) de alta eficiência quântica e sistemas de óptica adaptativa, é dificultada por custos de



importação e pela limitada capacidade industrial interna. Embora o Brasil tenha desenvolvido competência local na construção de certos tipos de instrumentos, como espectrógrafos (conforme relatado em diversos trabalhos do LNA, ex: Castilho et al., 2010), a produção de grandes espelhos ou componentes ópticos de precisão em larga escala permanece um gargalo.

Isso resulta em uma inevitável defasagem tecnológica dos observatórios nacionais em comparação com os grandes consórcios internacionais (como o ESO, TMT, GMT), reforçando o diagnóstico de Steiner (2011) sobre a necessidade de cooperação internacional para que o país possa se manter na fronteira do conhecimento astronômico.

Diante desse cenário de escassez de infraestrutura profissional centralizada, a astronomia amadora no Brasil emerge como uma força auxiliar de notável potencial. A revolução digital, que popularizou o acesso a câmeras (CCD/CMOS) de alta sensibilidade e montagens automatizadas, permitiu que astrônomos amadores avançados atinjam um nível de precisão fotométrica e astrométrica impensável décadas atrás (Howell, 2006; Oksanen, 2014).

Embora sofram os mesmos reveses climáticos e de poluição luminosa, a capilaridade dos amadores —distribuídos geograficamente pelo território— é uma vantagem estratégica e de efeito bastante democratizante (Braga-Ribas et al., 2014). Eles são capazes de realizar campanhas de monitoramento e divulgação científica, detectar eventos como supernovas e ocultações e contribuir com astrometria de pequenos corpos, preenchendo lacunas onde o tempo de telescópio profissional é escasso.

Em suma, o cenário da astronomia observacional no Brasil é definido por uma tensão entre o potencial do céu austral e as severas limitações práticas. A comunidade científica é forçada a operar em condições subótimas de *seeing* e transparência, competir com a crescente poluição luminosa e lidar com uma infraestrutura defasada.

Neste contexto, soluções estratégicas tornam-se vitais, como a inserção em consórcios internacionais para acesso a grandes instrumentos e a otimização da infraestrutura nacional para nichos específicos.

Paralelamente, a colaboração entre profissionais e amadores surge como um recurso indispensável, aproveitando a rede de observadores avançados para maximizar a cobertura e o monitoramento de fenômenos celestes no vasto território



brasileiro, democratizando o acesso à astronomia observacional (Jacques et al., 2014).

## 2. 1. 1 A astronomia no contexto curricular e a BNCC do ensino médio

Diante do cenário de barreiras naturais, infraestruturais e financeiras que limitam a astronomia profissional no Brasil, torna-se ainda mais relevante a abordagem do tema no âmbito educacional. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o ensino médio, atribui à Física o papel de desenvolver competências que vão além da mera memorização de fórmulas.

A Competência Específica 1 da BNCC, para essa área, exige que o estudante analise “[...] fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia [...]” (Brasil, 2018, p. 554). A astronomia, ao estudar a radiação eletromagnética e os processos energéticos do universo, encaixa-se perfeitamente nesse eixo.

Além disso, a Competência Específica 3 enfatiza a necessidade de se 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” (Brasil, 2018, p. 558). A discussão sobre poluição luminosa (um dos grandes obstáculos observacionais) e a busca por soluções de baixo custo e alta eficiência na astronomia amadora, como é o caso do telescópio proposto neste trabalho, transformam o conteúdo em uma discussão sobre interação socioambiental e tecnológica.

O desafio de construir um telescópio automatizado, portanto, não é apenas um exercício de engenharia. Ele se configura como uma resposta didática a esses obstáculos profissionais, pois alinha o desenvolvimento de uma solução tecnológica acessível (cultura *maker*) à demanda curricular de que o aluno:

- 1- Compreenda os fenômenos (ótica, mecânica, astrofísica).
- 2- Desenvolva o pensamento crítico sobre as limitações da ciência nacional (contexto sociopolítico e financeiro).
- 3- Utilize a cultura digital para propor e construir uma solução prática e democratizante para a observação celeste.



Assim, a proposta pedagógica deste trabalho é estrategicamente posicionada para transpor as barreiras da astronomia profissional, levando o fazer científico e tecnológico de ponta para o ambiente educacional.

## 2. 2 DA CULTURA *MAKER* E O ENSINO DE FÍSICA

A cultura *maker* transcende a simples ideia de "faça você mesmo" (do inglês "*Do it yourself*" ou DIY), configurando-se como um movimento e metodologia que valorizam a aprendizagem ativa, a prototipagem e a solução de problemas de forma criativa e colaborativa, por meio de elementos tecnológicos aplicáveis. Conforme afirmam Carvalho e Bley (2018, p. 2-3):

O movimento [da cultura *maker*] originalmente propõe uma nova revolução industrial através de novas formas de apropriação do conhecimento derivado da tendência DIY (Do It Yourself) com aplicação no campo das tecnologias e produção industrial. Elementos da robótica, Arduino, FabLabs, impressoras 3D, softwares livres, eventos como Campus Party e Feira Maker, fazem parte do movimento *maker* (Carvalho; Bley, 2018, p. 2-3).

No contexto científico e educacional, a aplicação da cultura *maker* tem se mostrado um catalisador poderoso para o engajamento, transformando o aprendizado de conceitos abstratos em experiências tangíveis e significativas. Esta abordagem valida a tese do "construcionismo" de Seymour Papert (1991), defensor da ideia que o aprendizado é mais eficaz quando o indivíduo está ativamente engajado na construção de um artefato público e palpável — seja ele um castelo de areia, um programa de computador ou, como neste trabalho, um telescópio.

Nesse viés, Paulo Blikstein (2013), ao pesquisar a implementação de "Fab Labs" (Laboratórios de Fabricação Digital) em escolas, destaca que esses ambientes encorajam o pensamento crítico e a resolução de problemas, permitindo que os alunos "pensem com as mãos" e desenvolvam soluções criativas.

No contexto deste trabalho, a relevância da cultura *maker* no cenário educacional brasileiro é amplamente discutida, destacando-se seu potencial para desenvolver competências do século XXI. Carvalho (2024), por exemplo, aborda como a cultura *maker* e os FabLabs promovem um ambiente de aprendizagem dinâmico e focado na resolução de problemas. Similarmente, Raabe e Gomes (2018) exploram como a integração da cultura *maker* no currículo escolar propicia o desenvolvimento de projetos interdisciplinares, nos quais os alunos podem se tornar protagonistas tecnológicos e não apenas espectadores (Gershenfeld, 2005 *apud* Raabe; Gomes, 2018).



A proposta pedagógica de construção do telescópio automatizado, cerne deste trabalho, alinha-se perfeitamente a essa visão. O projeto exige, por sua própria natureza, a aplicação direta e integrada de princípios da Física (ótica e mecânica), da eletrônica e da automação.

Essa abordagem responde diretamente à necessidade de "superação da visão fragmentada nos processos de produção e socialização do conhecimento" (Thiesen, 2008, p. 1). A interdisciplinaridade é aqui "vista não como uma ciência autônoma, mas como uma abordagem que permite a integração entre diversas disciplinas científicas" (Queiroz et al., 2024, p. 5). Conforme expressam Jesus, Guerra e Pereira (2024, p. 2-3), essa estratégia educacional permite "aos alunos relacionarem conceitos e conteúdos de diversas áreas, estimulando a reflexão crítica, a criatividade e a resolução de problemas de forma mais abrangente [...]".

Desse modo, o potencial da cultura *maker* é formalmente reconhecido na reestruturação curricular brasileira, encontrando forte consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino médio. A BNCC enfatiza o desenvolvimento de Competências Gerais que se traduzem perfeitamente nas práticas *maker*, tais como:

Competência geral 2 para educação básica: 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 (Brasil, 2018, p. 9).

Competência geral 5 para educação básica: compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

Ademais, no campo das Competências Específicas da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a proposta *maker* de construção do telescópio materializa a demanda por investigação e intervenção. A construção do artefato exige a aplicação integrada de conceitos de óptica geométrica (cálculo de distâncias focais, colimação), mecânica clássica (movimento de rotação, estabilidade da base) e eletricidade/automação (programação de motores de passo e software de rastreamento). Desta forma, a abordagem proposta transcende a teoria abstrata, oferecendo um caminho prático para o cumprimento das metas curriculares oficiais.



Pelo apresentado, a cultura *maker* não apenas reafirma o "construcionismo" de Papert (1991), ao encorajar o aluno a "pensar com as mãos", como defende Blikstein (2013), mas também serve como um catalisador para a interdisciplinaridade no ensino médio. Este processo é fundamentalmente alinhado à "aprendizagem pela experiência" (*learning by doing*) de John Dewey (1938), onde o conhecimento é construído através da ação e da resolução de problemas práticos.

Por conseguinte, o ato de prototipar o telescópio, mesmo que resulte em "falhas", torna-se um poderoso mecanismo de feedback (Soares; Ferreira, 2025), preparando o aluno para decompor problemas complexos e pensar como um físico experimental, processo que torna o aprendizado mais concreto e significativo, não apenas pelo produto final, mas pelo modo como os problemas são abordados e suas respectivas formas de simplificação.

Dessa forma, a proposta tem o potencial de inspirar o interesse científico e fomentar o aprendizado ativo. O estudante, deixa de ser um receptor passivo e assume o protagonismo, uma característica central das metodologias ativas (Moran, 2018; Araújo, Staudt, 2019).

Esta abordagem torna a ciência mais acessível e engajadora, contribuindo para o que Chassot (2003) define como alfabetização científica: a capacidade de ler e compreender o mundo através das lentes da ciência. Este processo, alinhado à filosofia da "aprendizagem pela experiência" (*learning by doing*) de Dewey (1938), onde o conhecimento é construído através da ação e da resolução de problemas práticos, pode oferecer aos estudantes de ensino médio uma experiência interdisciplinar fundamental para a sua formação.

## 2. 3 DOS FUNDAMENTOS DE ÓPTICA, OS TELESCÓPIOS REFLETORES NEWTONIANOS E DAS BASES DOBSONIANAS

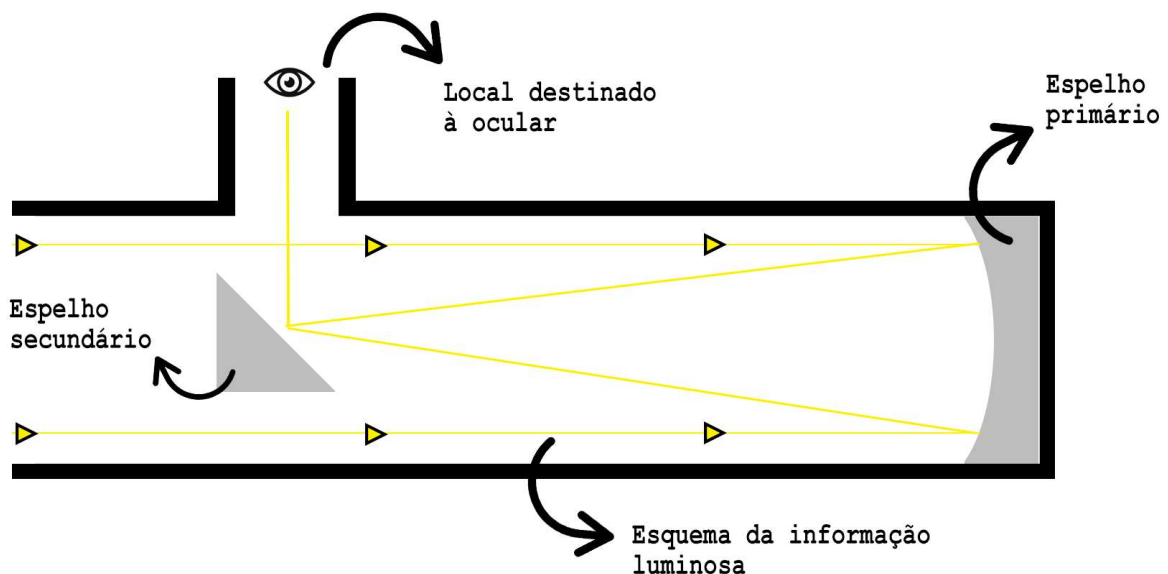
A escolha e o desenvolvimento de um telescópio refletor funcional, mesmo quando baseado em componentes ópticos pré-fabricados, exigem uma análise rigorosa dos princípios da óptica. O primeiro passo é compreender o problema fundamental que esse design resolve: a aberração cromática. Telescópios refratores (baseados inteiramente em lentes), por definição, sofrem com a dispersão da luz, onde diferentes cores (comprimentos de onda) são focadas em pontos distintos, criando halos coloridos e reduzindo a nitidez, conforme é disposto por Pionório, Bertuola e Rodrigues Júnior (2008). A solução, proposta por Isaac Newton em 1668,



foi eliminar a lente objetiva e substituí-la por um espelho côncavo, que foca todas as cores no mesmo ponto, pois a lei da reflexão não depende do comprimento de onda.

Nesse sentido, esta pesquisa fundamenta-se, portanto, na física e geometria específicas da arquitetura newtoniana. O design, em sua forma clássica, utiliza um espelho primário parabólico (ou esférico, em sistemas de razão focal longa) para coletar e focar a luz, e um espelho secundário plano, colocado à distância focal específica do espelho. Este secundário tem a função crucial de desviar a luz a  $45^\circ$ , direcionando o cone de foco para fora do tubo óptico, onde a ocular é posicionada. Tal esquema é representado a seguir.

Figura 1: esquema da óptica geométrica num telescópio refletor



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Portanto, o desenvolvimento de um modelo 3D, baseado no esquema apresentado, representará a etapa de síntese de toda a fundamentação óptica. Ele proporrá a tradução métrica das leis da física, buscando transformar os cálculos teóricos de autores como Nussenzveig (2016) e os parâmetros de engenharia de Costa (2011 *apud* Hata, 2019) em um projeto de protótipo funcional. Será este alinhamento rigoroso entre a teoria e o design que assegurará que o cone de luz seja corretamente interceptado, focado e direcionado, garantindo que o instrumento proposto cumpra o desempenho observacional esperado.

### 2. 3. 1 Parâmetros críticos de desempenho



O escopo desta parte do estudo teórico é detalhar os parâmetros que ditam o desempenho do sistema. A base teórica para a formação de imagens em espelhos curvos é consolidada pela obra Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade e Física Quântica, de Nussenzveig (2016), que detalha os fundamentos da óptica geométrica, como as leis da reflexão e a equação dos fabricantes de espelhos. A partir disso, definem-se os seguintes parâmetros de engenharia:

1. Abertura (D): o diâmetro do espelho primário. É o parâmetro mais importante, pois define diretamente o poder de coleta de luz (luminosidade) e o poder de resolução (a capacidade de distinguir detalhes finos), que é inversamente proporcional ao diâmetro.
2. Distância Focal (f): a distância do centro do espelho primário até o ponto onde os raios de luz paralelos convergem (o foco).
3. Razão Focal (f/D): é a relação entre a distância focal e a abertura (ex: f/5, f/8). Determina o "brilho" da imagem para objetos extensos (como nebulosas) e o campo de visão. Sistemas com f/D baixo (ex: f/4) são "rápidos", oferecendo campos mais amplos e maior brilho de superfície, enquanto sistemas f/D alto (ex: f/10) são "lentos", ideais para maior ampliação em planetas.
4. Ampliação (A): diferente do que se assume popularmente, a ampliação não é uma característica fixa do telescópio, mas sim da combinação do telescópio com a ocular usada ( $A = F/f$ ).

Trabalhos como o de Bernardes, et al. (2008), que abordam precisamente as particularidades dos telescópios refletores, são valiosos para esta análise, pois detalham a interdependência entre essas características (abertura, f/D) e o desempenho observacional (ampliação efetiva, resolução), fornecendo critérios claros para o design.

### **2. 3. 2 Da inevitabilidade das aberrações geométricas**

Embora o design de Newton resolva a aberração cromática, ele introduz suas próprias imperfeições, conhecidas como aberrações geométricas (ou monocromáticas), amplamente detalhadas por Nussenzveig (2016). A compreensão de suas causas e efeitos é imprescindível para garantir a nitidez da imagem final. As duas mais críticas para este projeto são:

**Aberração esférica:** ocorre quando um espelho esférico é usado. Raios de luz que atingem as bordas do espelho focam em um ponto diferente dos raios que atingem



o centro. Para sistemas "rápidos" ( $f/D$  baixo), o uso de um espelho *parabólico* é obrigatório para corrigir isso, fazendo com que todos os raios converjam para um único foco.

Coma: é a principal aberração dos espelhos parabólicos. É uma aberração fora do eixo. Tal fato significa que estrelas no centro do campo de visão aparecem como pontos nítidos, mas estrelas nas bordas do campo parecem pequenas "cometas" ou "vírgulas". O coma é significativamente mais pronunciado em sistemas "rápidos" ( $f/D$  baixo).

### 2. 3. 3 Da teoria óptica à engenharia do protótipo

Finalmente, este embasamento teórico possui uma aplicação prática e direta na engenharia do projeto: nortear a proposta de modelagem 3D da estrutura do telescópio. O conhecimento das distâncias críticas, como a distância focal do primário ( $f$ ) e o posicionamento exato do secundário define as dimensões físicas do tubo.

A teoria óptica fornece as restrições métricas fiéis que, ao serem implementadas no software de design (CAD), devem assegurar o alinhamento preciso do "trem óptico". Mais do que apenas desenhar o tubo, o modelo 3D deve garantir que a distância do secundário ao porta-ocular, somada à altura do focalizador, permita que a ocular (o "detector") seja posicionada exatamente no plano focal.

A teoria, portanto, atua como o manual de engenharia que deve garantir a funcionalidade e o desempenho esperado do instrumento. Dessa forma, o modelo digital torna-se a primeira etapa de validação do projeto, mitigando erros de construção e custos desnecessários antes da fabricação de qualquer componente físico.

### 2. 4 DAS MONTAGENS DE TELESCÓPIO: A BASE DE TIPO DOBSONIANA

No jargão da astronomia amadora, a "montagem" é a estrutura mecânica responsável por duas funções críticas: dar estabilidade ao tubo óptico, evitando vibrações, e permitir seu movimento controlado para apontar e acompanhar os objetos celestes. Frequentemente, essa estrutura é um dos componentes mais complexos e custosos de um telescópio, dividindo-se em dois tipos principais: equatoriais (complexas, alinhadas com a rotação da Terra) e azimutais (de movimento intuitivo, vertical e horizontal), sendo, essa última, a escolha para este trabalho pelo fato de ser



a mais barata para se construir quando comparada com outras montagens de telescópio, corroborando com Guey (2020) e Santiago Filho (2013).

Nesse sentido, segundo Santiago Filho (2013), tem-se que:

A montagem dobsoniana foi inventada pelo astrônomo amador John Dobson. Dobson propôs um telescópio refletor compacto, com montagem azimutal de baixo custo, de fácil construção e fácil de usar. Esse aparelho ficou conhecido como telescópio dobsoniano e devido sua simplicidade, de uso e construção, é até hoje um projeto muito popular entre os astrônomos amadores (Santiago Filho, 2013).

Portanto, a adoção da montagem dobsoniana é a escolha estratégica que viabiliza a proposta. Sua popularidade duradoura, conforme destacada por Santiago Filho (2013), deve-se à sua engenharia elegante: ela elimina a complexidade e o alto custo das montagens equatoriais em favor de uma estabilidade robusta, alcançada com materiais acessíveis. Ao selecionar este design, o trabalho se alinha à filosofia de John Dobson, priorizando a funcionalidade (Papert, 1991), a acessibilidade e replicabilidade (Gershenfeld, 2005 *apud* Raabe; Gomes, 2018), e o baixo custo, conforme discorrido por Santiago Filho (2013) e Blikstein (2013), como pilares centrais.

## 2. 5 DA AUTOMAÇÃO E ELETRÔNICA

Esta seção abrange os conceitos e a programação de sistemas embarcados e de microcontroladores, bem como sua aplicação no controle de motores de passo, sensores de posicionamento e rastreamento celeste. Nesta parte da proposta, dá-se atenção extra à parte de programação, pois essa detalhará a integração completa entre motores, microcontroladores e rastreamento celeste.

Segundo Costa (2011 *apud* Hata, 2019), atualmente, os telescópios apresentam sofisticados circuitos eletrônicos e eixos motorizados que controlam o posicionamento do telescópio, permitindo-o encontrar rapidamente um determinado astro, assim como acompanhar seu movimento no céu. Nesse intento, com vistas a aprofundar os conhecimentos em automação e eletrônica para controle de telescópios, a literatura brasileira oferece importantes contribuições.

No campo dos sistemas embarcados e microcontroladores, Ordoñez, Penteado e Silva (2005), em "Microcontroladores e FPGAs: aplicações em automação", é uma referência sólida para o aprendizado de arquiteturas de microcontroladores e técnicas



de programação em linguagem C, essenciais para o desenvolvimento do sistema de controle do telescópio.

Similarmente, trabalhos focados no Arduino, como o de Baranauskas e Silva (2023), oferecem uma abordagem mais completa om que diz respeito a atuadores e microcontroladores, essenciais no controle efetivo de motores de passo da forma como cita Andrade (2024), de que “utilizando drivers conectados a microcontroladores podemos facilmente controlar motores com alta precisão, que junto de impressoras 3D podem [...] automatizar tarefas no mundo físico”.

No que tange ao rastreamento celeste e sistemas de posicionamento, embora a literatura específica sobre telescópios automatizados no Brasil possa ser mais escassa em periódicos acadêmicos, a engenharia de controle e robótica oferece análogos. Silva (2009), em "RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional", que mesmo não focando diretamente em telescópios, podem apresentar princípios de controle de movimento e algoritmos de posicionamento que são transferíveis para o projeto.

A parte de programação, que na proposta integrará os motores, microcontroladores e o algoritmo de rastreamento celeste, demandará uma atenção especial na lógica de controle, na comunicação entre os componentes e no uso proposto da aplicação OnStep para o posicionamento preciso do telescópio no céu. Esta escolha tem fundamento e facilidade de uso, conforme a colocação de Bellido e Haes-Ellis (2024):

[...] o aplicativo móvel “OnStep”, com o qual nos comunicamos via Bluetooth com o hardware conectado à nossa montagem equatorial para realizar diversas atividades, como configuração de estação, busca e/ou rastreamento de estrelas, localização e coordenadas equatoriais onde a observação será feita, uso de catálogos e outras diversas funções (Bellido; Haes-Ellis, 2024, p. 83, tradução nossa).

Portanto, a descrição de Bellido e Haes-Ellis (2024) encapsula a funcionalidade exata que torna o OnStep a escolha estratégica para a arquitetura de software deste projeto. A plataforma atua como o sistema nervoso central do telescópio, abstraindo a complexidade subjacente ao rastreamento sideral e à gestão de catálogos de objetos celestes, traduzindo-os em uma interface de usuário acessível.

A adoção desta tecnologia permite que o foco da engenharia do projeto não seja a reinvenção de um sistema "GoTo" completo a partir do zero, mas sim a proposta de correta implementação, integração e calibração do hardware (motores de passo,



drivers e microcontroladores), assegurando a comunicação eficaz e a precisão no posicionamento que são cruciais para a observação astronômica.

## 2. 6 DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: O CONHECIMENTO PELA PROTOTIPAGEM

O rigor teórico exigido para o design do telescópio, detalhado nas seções sobre óptica, mecânica e Automação, não se limita a um exercício acadêmico; ele é o fundamento para a intervenção pedagógica proposta.

Desse modo, a estratégia central seria utilizar a construção do telescópio como uma Metodologia Ativa, alinhada aos princípios da cultura *maker* e do Construcionismo (Papert, 1991). O aprendizado, portanto, ocorreria ao aluno que se engajasse ativamente na solução de problemas complexos e na construção de um artefato palpável e funcional.

Nessa perspectiva, estudos empíricos no Brasil confirmam o potencial dessa abordagem no Ensino de Física. Por exemplo, trabalhos que abordam a construção de máquinas térmicas por estudantes do ensino médio, nos moldes *maker*, demonstram que essa prática estimula a criatividade e o pensamento crítico, promovendo um ambiente de aprendizagem dinâmico e focado na resolução de problemas (Meira; Ribeiro, 2016).

De forma mais específica, pesquisas focadas na construção de telescópios com materiais de baixo custo, mesmo por estudantes de Licenciatura em Física, revelam um grande incentivo à contemplação do céu e à compreensão aprofundada de fenômenos ópticos e astronômicos (Bernardes et al., 2008). O valor, portanto, reside não apenas no produto final, mas no processo de "aprender fazendo" (learning by doing), onde o erro é transformado em mecanismo de feedback e a abstração teórica se torna experiência concreta (Dewey, 1938).

Essa abordagem de aprendizagem baseada em Projetos (ABP), que a cultura *maker* potencializa, é vista como uma alternativa eficiente para promover o protagonismo juvenil em um currículo historicamente fragmentado (Araújo; Staudt, 2019).

### 2. 6. 1 Da integração interdisciplinar na ação: fonte de aprendizagem

A intervenção pedagógica proposta ocorre de forma intrínseca ao ciclo de prototipagem, transformando cada desafio de engenharia em uma experiência de



aprendizado ativo e interdisciplinar. O processo de design e construção é segmentado em módulos que forçam a aplicação simultânea de conteúdos de diferentes áreas, como detalhado a seguir:

Fundamentos de Óptica na Prática (módulo 1): o aluno transcende o estudo teórico das leis da reflexão (Nussenzweig, 2016), ao aplicá-las diretamente no cálculo da Distância Focal e no posicionamento métrico do espelho secundário. O erro no cálculo ou na montagem do tubo resulta em uma falha observacional imediata, forçando o *debugging* óptico e, conseqüentemente, a compreensão prática das restrições geométricas inerentes ao design Newtoniano.

Mecânica e Baixo Custo (módulo 2): a adoção da montagem dobsoniana (Santiago Filho, 2013) converte os conceitos de torque, atrito e estabilidade em desafios de engenharia de baixo custo. O aluno é obrigado a otimizar o uso de materiais acessíveis (MDF/PVC) para garantir o movimento suave e preciso, aplicando diretamente os princípios da Mecânica Clássica e da estática para sustentar o tubo óptico com segurança e funcionalidade.

Algoritmos e Eletrônica (módulos 3 e 4): a implementação da automação e do sistema *GoTo*, utilizando plataformas abertas como o *OnStep* (Bellido; Haes-Ellis, 2024), exige uma profunda integração de conhecimentos. O aluno deve assimilar a Física por trás do movimento sideral e traduzir essa cinemática em código (Programação/Matemática) para controlar precisamente os motores de passo (Eletrônica/Automação). Este processo de codificação e controle é o ponto máximo de convergência interdisciplinar do projeto.

Nessa vertente, a intervenção valoriza o processo iterativo de falha e correção, elemento central da cultura *maker*. Conforme defendido por Blikstein (2013), ao "pensar com as mãos," o estudante aprende a decompor problemas complexos. A falha do telescópio em focar (problema óptico) ou em rastrear corretamente (problema de programação) é vista como um mecanismo de feedback (Soares; Ferreira, 2025), impulsionando a revisão teórica e a solução criativa de problemas, o que está no cerne da Competência Geral 2 da BNCC.

Desta forma, a construção do telescópio cumpre a natureza propositiva do trabalho, não apenas ao entregar um artefato funcional, mas, ao fornecer um modelo prático de intervenção pedagógica. Essa intervenção utiliza o rigor da ciência experimental do cálculo óptico à programação do sistema automatizado, como motor para a aprendizagem.



Esse enfoque se alinha ao Construcionismo de Papert (1991), que defende a construção de artefatos palpáveis como vetor de conhecimento, e à pesquisa propositiva, cujo objetivo é o desenvolvimento de soluções aplicáveis (Bonat, 2009 *apud* Kunzler, 2021). Ademais, ao exigir a aplicação simultânea de física, matemática e automação, o modelo combate ativamente a fragmentação curricular (Thiesen, 2008), promovendo uma aprendizagem interdisciplinar (Gershenfeld, 2005 *apud* Raabe; Gomes, 2018).

### 3 DA METODOLOGIA DA PESQUISA<sup>7</sup>

Partindo do objetivo do estudo, que é elaborar e apresentar uma proposta pedagógica interdisciplinar que articule os princípios da cultura *maker* com o processo de construção de um telescópio refletor newtoniano automatizado, refletindo como tal abordagem pode servir de ferramenta para o ensino integrado de óptica, mecânica, eletrônica e automação no ensino médio, ao mesmo tempo em que promove a democratização do conhecimento astronômico, que optou-se pela pesquisa qualitativa de cunho exploratório e de natureza propositiva.

A opção por este desenho metodológico deu-se pelos seguintes aspectos:

A escolha pela abordagem qualitativa justifica-se por ir além da mensuração estatística, buscando-se uma compreensão mais aprofundada do processo, do contexto e dos significados (Gil, 2002). O foco não reside em "quantos" aprenderam, mas em "como" a proposta pode ser estruturada, "quais" são os desafios e potencialidades da integração e "de que forma" a cultura *maker* se articula com os saberes formais de física e automação.

Nesse viés, a pesquisa classifica-se, quanto aos fins (natureza): uma pesquisa propositiva. Diferente de pesquisas que visam apenas descrever ou explicar uma realidade existente, o objetivo central aqui é intervir nessa realidade. O desenvolvimento do telescópio automatizado funciona como o estudo de caso e a prova de conceito que fundamenta e viabiliza a elaboração dessa proposta.

Para Bonat (2009), o tipo de pesquisa propositiva selecionada, "tem como objetivo a proposição de soluções, as quais fornecem uma resposta direta ao problema apresentado" (Bonat, 2009, p. 12). Assim, o resultado final esperado não é um diagnóstico, mas sim um produto: a "proposta pedagógica interdisciplinar".

---

<sup>7</sup> Utilizou-se da Inteligência Artificial (IA) Gemini PRO (Google, 2025) para revisão gramatical em todo o corpo do texto, estruturação textual e lógica na metodologia da pesquisa, e tradução para o *Abstract*.



Quanto aos objetivos (caráter): possui um caráter exploratório e descritivo, que se define através do seguinte:

- a. Exploratório: pois investiga a viabilidade e as nuances de uma articulação específica (cultura *maker* + telescópio + ensino médio) que ainda carece de referenciais consolidados, buscando familiaridade com o problema e sua respectiva integração.

Nessa análise, aplicando-se à temática do estudo de caso qualitativo, o caráter exploratório é particularmente útil a esse trabalho, pois ele tem “como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses” (Gil, 2002, p. 41).

- b. Descritivo: pois propõe a descrever minuciosamente tanto o processo de construção do artefato (seus desafios técnicos, viabilidade de custos e soluções) quanto a estrutura da proposta pedagógica final (suas etapas, objetivos de aprendizagem e alinhamento curricular). As pesquisas de caráter descritivo, segundo Gil (2002), são importantes e habitualmente realizadas por pesquisadores com preocupação da atuação prática, principalmente no que tange a frentes educacionais, que é o caso deste trabalho.

Sobre isso, intenta-se discorrer sobre as etapas da metodologia, usadas para orientar os resultados deste trabalho.

### 3. 1 Das fases e técnicas metodológicas e técnicas do percurso

Para atingir o objetivo propositivo, o percurso metodológico foi estruturado em três fases interligadas, cada uma atrelada a técnicas específicas de coleta/produção de dados e análise, garantindo o rigor científico da proposta.

Fase 1: fase que corresponde à coleta/produção de dados, e ao estabelecimento do referencial teórico e técnico que balizam a proposta.

Quadro 1: objetivos da fase 1, técnicas de coleta/produção e de análise de dados

Objetivo da fase	Técnicas de Coleta/Produção de dados	Técnica de Análise	Fundamentação
<b>Fundamentar</b>	Pesquisa Bibliográfica: Levantamento em bases de dados acadêmicas (SciELO, Google Scholar, CAPES) sobre Ensino de Física, cultura <i>maker</i> e Automação. Pesquisa	Análise Textual Discursiva: utilizada com o intuito de desconstruir e reconfigurar os conceitos-chave, identificando as relações entre a cultura <i>maker</i> e as metodologias	A Análise Textual Discursiva permite uma análise qualitativa profunda do referencial teórico, indo além da simples categorização e focando na emergência



	Documental Exploratória em repositórios de design 3D.	ativas que fundamentam a proposta pedagógica.	de novos significados (Moraes; Galiazzi, 2006).
<b>Diagnosticar</b>	Análise Documental Normativa: Seleção da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), manuais técnicos e <i>datasheets</i> de componentes eletrônicos.	Análise Documental: Verificação sistemática da aderência da proposta às competências e habilidades específicas da BNCC e avaliação da exequibilidade técnica.	A Análise Documental é essencial para validar a relevância educacional da proposta, confirmando que o artefato e o processo estão alinhados com o currículo oficial (Gil, 2002).

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Fase 2: desenvolvimento do telescópio: neste estudo, especificamente, o desenvolvimento e teste funcional (protótipo), a construção e teste do telescópio automatizado (ótica, mecânica, eletrônica e programação) será a principal ação de coleta/produção de dados. É o meio pelo qual os dados para a proposta pedagógica serão gerados, a partir do registro documental do processo (diário de bordo, logs de programação, documentação de desafios e soluções).

Este registro é essencial na pesquisa qualitativa para capturar a essência da experiência *maker* e as conexões interdisciplinares que emergem da ação prática (Papert, 1991).

Fase 3: a última fase é a elaboração e apresentação da proposta pedagógica interdisciplinar.

#### 4 DOS RESULTADOS E DAS DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os resultados centrais da pesquisa, elaborados para atender ao objetivo geral do estudo: "elaborar e apresentar uma proposta pedagógica interdisciplinar". Sendo esta uma pesquisa de natureza propositiva, o resultado principal é a proposta de intervenção pedagógica estruturada e viável, cuja solidez é comprovada pela análise do projeto de engenharia do telescópio.

O projeto de engenharia, que envolveu a modelagem 3D, o esquema elétrico e a programação, serve como evidência diagnóstica para a viabilidade técnica e de custo da proposta. A análise se estrutura em duas partes, cada qual descrita e discutida a seguir:

- a. Análise do artefato pedagógico: detalhamento do projeto de engenharia que comprova a viabilidade técnica, o baixo custo e o potencial interdisciplinar do telescópio.



- b. Proposta pedagógica interdisciplinar: descrição da metodologia de aplicação deste projeto em sala de aula, focada na validação e investigação pelos alunos.

#### 4. 1 DA ANÁLISE DO ARTEFATO PEDAGÓGICO: PROJETO DE ENGENHARIA

O projeto de engenharia de um telescópio refletor newtoniano automatizado foi concluído em nível de design (arquivos CAD, esquemas elétricos e código-fonte), validando a integração técnica e a viabilidade da proposta de intervenção. O desenvolvimento do projeto seguiu os pilares da cultura *maker* (Anderson, 2012): funcionalidade (Papert, 1991), a acessibilidade e replicabilidade (Gershenfeld, 2005 *apud* Raabe; Gomes, 2018), e o baixo custo (Santiago Filho, 2013; Blikstein, 2013), como pilares centrais, considerando que o foco de aplicação é nas escolas públicas de ensino médio, no componente curricular de física.

##### 4. 1. 1 Da seleção preliminar de material

A seleção do material para a manufatura aditiva de componentes de um projeto é uma decisão que impacta diretamente a funcionalidade, a durabilidade e o sucesso do produto final. Para este trabalho, cujos requisitos primordiais são a elevada resistência mecânica, durabilidade e capacidade de suportar estresse mecânico, o plástico ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) foi escolhido como a solução de material 3D mais adequada. A decisão baseia-se em uma análise criteriosa de suas propriedades intrínsecas, que o posicionam como um material superior para aplicações funcionais e de alto desempenho no processamento mecânico, conforme Guey (2020) atesta:

O plástico ABS natural é geralmente opaco, com cor de dente claro, não tóxico, insípido, com excelente força de impacto, boa estabilidade dimensional, propriedades elétricas, resistência ao desgaste, resistência química, tingimento, moldagem e processamento mecânico são relativamente boas (Guey, 2020).

Dessa forma, as propriedades destacadas por Guey (2020), como a "excelente força de impacto" e a "boa estabilidade dimensional", respondem diretamente aos requisitos de engenharia estabelecidos para esta proposta. Em um telescópio funcional, componentes como os suportes da óptica e as engrenagens do sistema de automação estarão sujeitos a cargas e vibrações constantes. A utilização do ABS, portanto, é a opção que viabilizaria um protótipo robusto e durável, alinhando o



desempenho técnico à filosofia de baixo custo, conforme defendem Santiago Filho (2013) e Blikstein (2013).

#### 4. 1. 2 Dos subsistemas do projeto 3D (CAD)

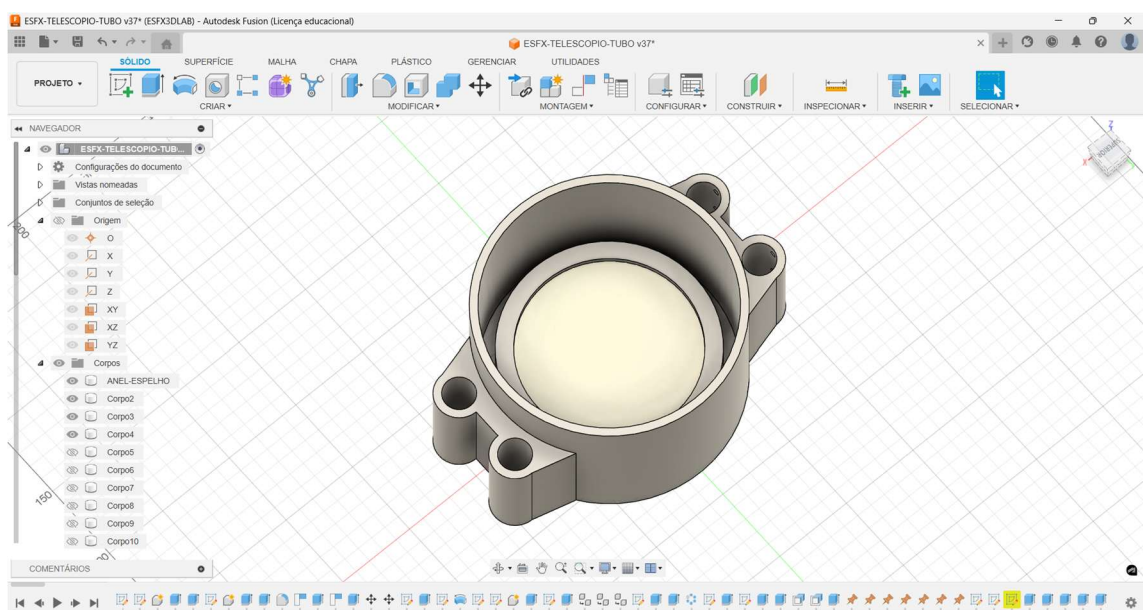
O projeto, desenvolvido em software de modelagem paramétrica (Fusion360), traduz os fundamentos teóricos em componentes funcionais. A escolha do design paramétrico é estratégica, porque permite que as dimensões sejam baseadas em variáveis e equações, garantindo a precisão óptica e mecânica, itens indispensáveis a um instrumento científico de qualidade.

##### 4. 1. 2. 1 Do subsistema óptico (OTA)

O subsistema óptico, que é comumente referenciado como OTA (*Optical Tube Assembly*) na astronomia amadora, tem como desafio principal garantir o alinhamento preciso dos componentes ópticos (espelhos e focalizadora), de forma a respeitar as características do espelho primário, que possui diâmetro de 114mm e 900mm de distância focal. Nesse sentido, o projeto detalha os seguintes itens:

- a) O suporte para o espelho primário, foi projetado não somente para comportar o espelho primário, mas também para a possibilidade de corrigir a orientação dele por meio de quatro parafusos com molas e a associação dos tubos de alumínio.

Figura 2: CAD do suporte para o espelho primário

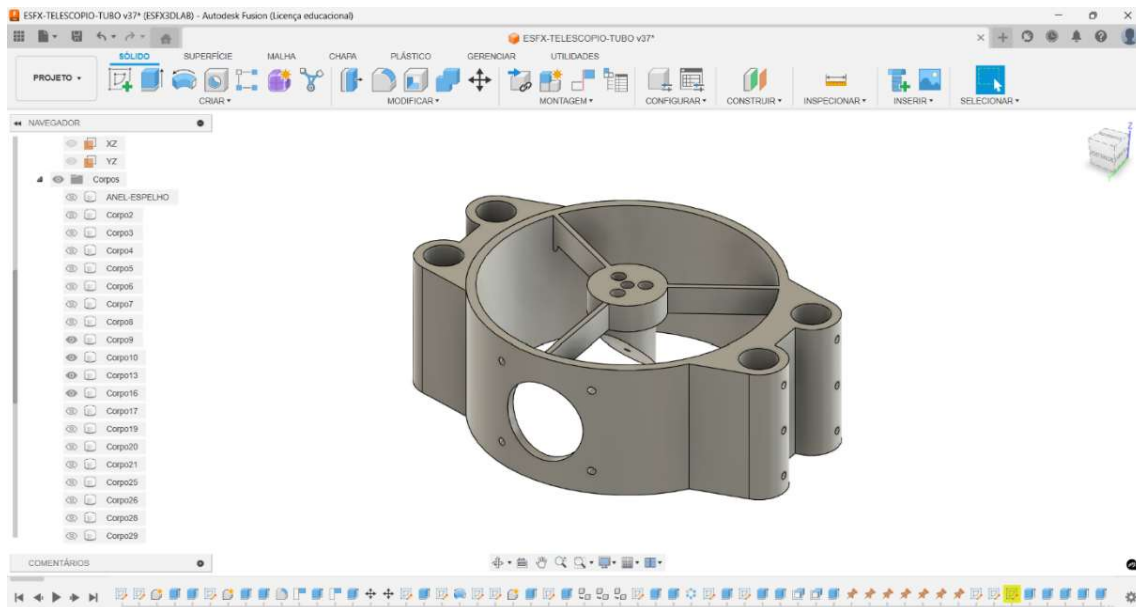




Fonte: elaborado pelo autor, 2025. Disponível em: [abre.ai/n6X3](https://abre.ai/n6X3).

- b) suporte para o espelho secundário, foi projetada de forma a preservar a rigidez estrutural e comportar a “aranha” do telescópio, ao passo que mantém espessura mínima para reduzir a difração contra o espelho primário.

Figura 3: CAD do suporte para o espelho secundário

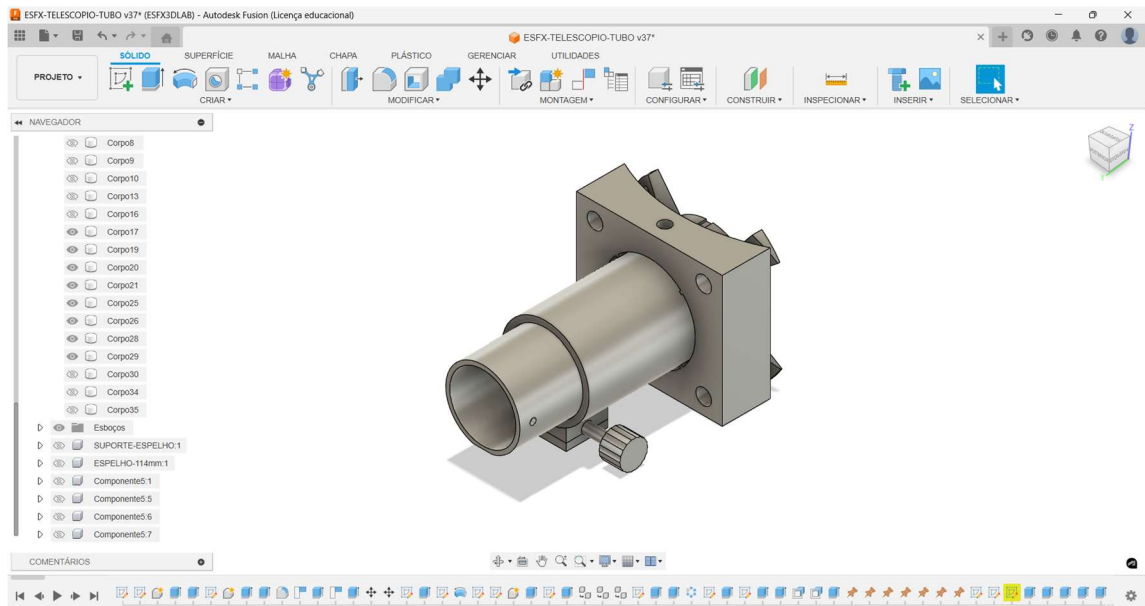


Fonte: elaborado pelo autor, 2025. Disponível em: [abre.ai/n6X3](https://abre.ai/n6X3).

- c) O aparato da focalizadora, foi projetado de maneira a se acoplar perfeitamente ao item a., para posicionar a lente ocular na distância focal correta.

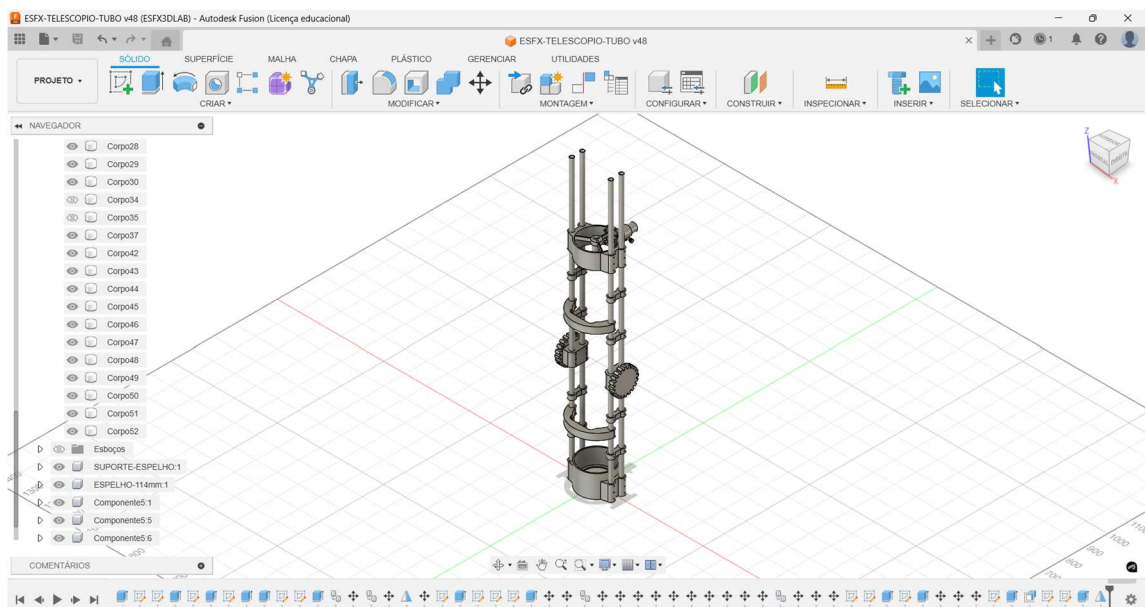


Figura 4: CAD da focalizadora



Fonte: elaborado pelo autor, 2025. Disponível em: [abre.ai/n6X3](https://abre.ai/n6X3).

Figura 5: CAD do OTA completo



Fonte: elaborado pelo autor, 2025. Disponível em: [abre.ai/n6X3](https://abre.ai/n6X3).

O projeto detalha suportes com capacidade de colimação (correção de orientação por parafusos com molas) e rigidez estrutural, garantindo que o alinhamento de 900mm de distância focal seja mantido.

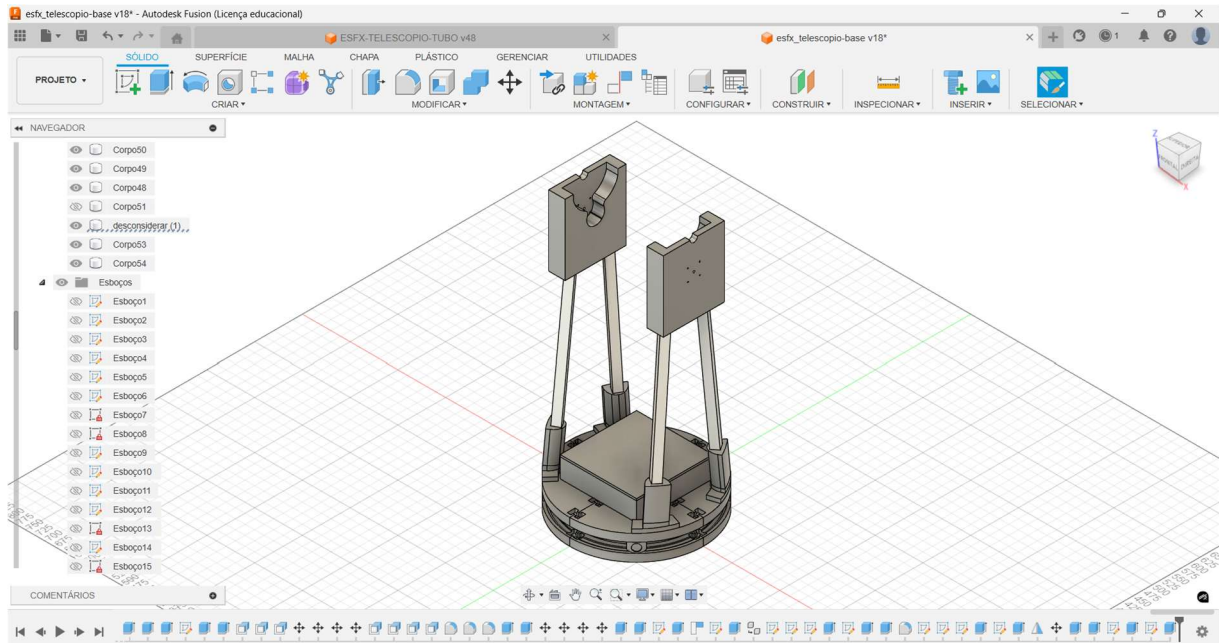
#### 4. 1. 2. 2 Do subsistema mecânico (Base)

A base Dobsoniana foi desenhada para servir como chassi de baixo custo e alta estabilidade. O projeto contempla suportes rígidos para os motores NEMA 17 e



um sistema de transmissão por engrenagens, essenciais para o movimento suave nos eixos de azimute e altitude.

Figura 6: CAD da base dobsoniana completa



Fonte: elaborado pelo autor, 2025. Disponível em: [abre.ai/n6X3](https://abre.ai/n6X3).

A conclusão dessas etapas de modelagem (CAD) oferece a primeira reflexão sobre a questão-problema. O projeto 3D demonstra que é viável desenhar um instrumento funcional que depende inteiramente de fabricação de manufatura 3D e materiais acessíveis (ABS e alumínio), alinhando-se aos princípios da cultura *maker* e do baixo custo de Santiago Filho, (2013) e Blikstein (2013).

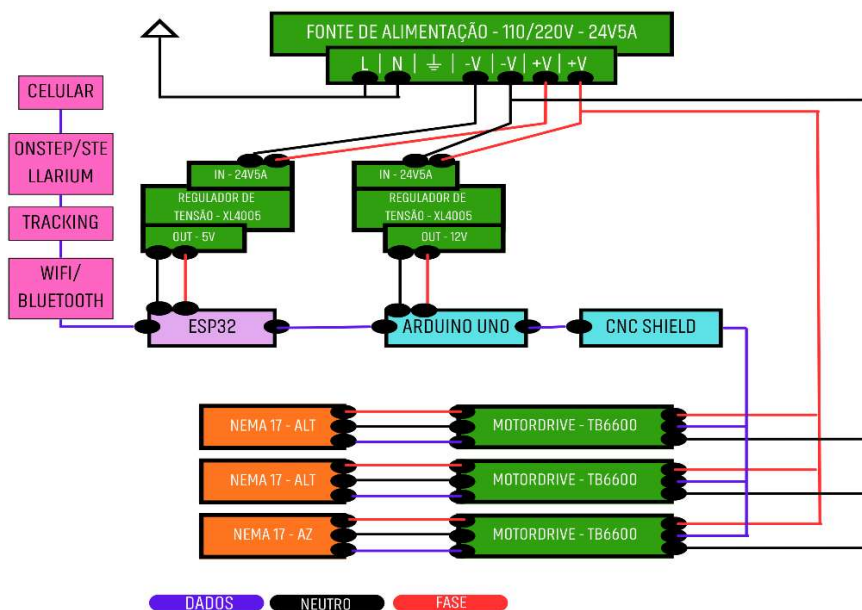
Pedagogicamente, este subsistema materializa os conceitos de Mecânica (na estrutura da base) e óptica geométrica (no alinhamento do OTA), servindo como o primeiro pilar da proposta interdisciplinar.

#### **4. 1. 2. 3 Da lógica elétrica e lógica**

A automação é o ponto de maior complexidade e integração do projeto. O esquema elétrico e a arquitetura de programação demonstram uma solução otimizada e estão integrados conforme o Esquema 1.



Esquema 1: ligação lógica e elétrica do sistema da base



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

#### 4. 1. 2. 4 Da arquitetura de programação e automação

A programação foi a etapa metodológica responsável por integrar os componentes eletrônicos e traduzir os comandos do usuário em movimento físico preciso do telescópio.

A arquitetura de software foi deliberadamente dividida em duas camadas de processamento, refletindo a associação de microcontroladores (ESP-32 e Arduino) detalhada no esquema de ligações (Esquema 1).

Essa divisão foi uma escolha de design para otimizar o desempenho: o ESP-32 atua como o "cérebro" de alto nível, enquanto o Arduino UNO atua como o controlador de movimento (o "músculo") em tempo real. Para tal, dividiu-se esse desenvolvimento para o seguinte, com seus respectivos objetivos:

- i. Controle de alto nível: o microcontrolador ESP-32 foi programado para gerenciar as tarefas complexas e de comunicação com o aplicativo OnStep, com os seguintes objetivos:
  - Estabelecer a conectividade WiFi e Bluetooth, permitindo que o telescópio receba comandos pelo celular;
  - Executar a lógica de tracking (rastreamento), utilizando o aplicativo OneStep para calcular a taxa de movimento necessária para compensar a rotação da Terra e manter o alvo centralizado;



- Traduzir as coordenadas celestes (enviadas pelo Stellarium ou OnStep) em um número específico de passos necessários para os motores de altitude (ALT) e azimute (AZ).
- ii. Controle de baixo nível: o Arduino UNO foi programado para funcionar como um controlador de motor dedicado, recebendo comandos simples do ESP-32. Nesse sentido, seus objetivos são:
  - Interpretar os comandos seriais (ex: "Mover eixo AZ, 5000 passos, direção X") enviados pelo ESP32.
  - Gerar os pulsos elétricos de alta frequência e precisão (sinais STEP/DIR) para os drivers (TB6600 e CNC Shield).
  - Controlar diretamente a velocidade, aceleração e o micro-passo dos motores de passo NEMA 17, garantindo um movimento suave e sem vibrações.

Dado o conjunto de artefatos apresentados nesta seção, os arquivos de design 3D, o esquema elétrico e os códigos-fonte, permite-se a este trabalho responder, com embasamento técnico, à questão-problema central. Nesse viés completo, a análise demonstra a seguinte disposição:

1. Sim, é tecnicamente viável projetar um instrumento astronômico funcional e de baixo custo. O projeto detalhado comprova que a integração de componentes acessíveis (impressão 3D, NEMA 17, ESP-32) é plenamente realizável.
2. Sim, o processo de construção é intrinsecamente interdisciplinar. O desenvolvimento deste projeto não *podia* ser feito sem forçar a conexão direta entre os pilares do conhecimento:
  - Física (óptica): no design do OTA;
  - Física (mecânica): no design da base e transmissão;
  - Eletrônica: no esquema de controle e drivers, bem como na ligação elétrica de todos os itens;
  - Automação (programação): na arquitetura de software;

Este trabalho, portanto, não entrega apenas uma *proposta* de telescópio, mas sim um projeto de engenharia concluído. O que se propõe, a seguir, é a utilização deste projeto como uma ferramenta pedagógica central, cuja primeira etapa seria a fabricação e validação física, agora viabilizada por este estudo.

#### 4. 2. DA ANÁLISE DE VIABILIDADE: CUSTOS E INTERDISCIPLINARIEDADE



A conclusão dos artefatos (CAD, esquema elétrico e código-fonte) demonstra a viabilidade técnica do projeto. Além disso, as Análises de Custos (Tabela 1) comprovam a viabilidade financeira do projeto, alinhada à filosofia de baixo custo.

Tabela 1: levantamento de custos dos principais componentes elétricos, eletrônicos, estruturais e itens consumíveis

Componente	Especificação	Custo estimado (em R\$) <sup>8</sup>
Kit óptico	Espelho 114mm + espelho secundário	210,00
Eletrônica aplicada	1x ESP-32, 1x Arduino UNO, 3x motor driver, 1x CNC Shield + drivers, 15x 1m de fio com bitola de 1mm <sup>2</sup>	300,00
Motores	Pacote com 3x NEMA 17	120,00
Estrutura	4x 1,3m de tubo de alumínio, 4x perfis de alumínio 20x20mm	170,00
Filamento para impressora	4x 1kg de ABS	280,00
Parafusos	Tipo Allen, M3, M4 e M5	79,99
	Total	1.159,99

Fonte: elaborado pelo autor, 2025. Disponível em: [abre.ai/n6X3](https://abre.ai/n6X3).

Conforme observado, o custo total é significativamente inferior ao de equipamentos comerciais com automação *GoTo* similar, validando a democratização do acesso à astronomia observacional.

#### 4. 2. 1 Da síntese de interdisciplinaridade do projeto

O desenvolvimento deste projeto de engenharia é, por natureza, intrinsecamente interdisciplinar (Gershenfeld, 2005 *apud* Raabe; Gomes, 2018), pois estabeleceu a conexão direta entre os pilares do conhecimento: Física (óptica e mecânica) no design e no alinhamento; eletrônica no esquema de controle e drivers; e automação (programação) na arquitetura de software. O projeto é a prova de conceito que responde afirmativamente à questão-problema.

#### 4. 2. 2 Da proposta pedagógica interdisciplinar: a intervenção ativa

Esta seção detalha a proposta pedagógica central, resignificando o projeto de engenharia como uma ferramenta de Metodologia Ativa. O valor educativo reside no envolvimento dos estudantes nas etapas finais de montagem, teste e validação.

A proposta é que o "processo de validação do telescópio" seja reestruturado como uma série de investigações para os alunos do ensino médio, utilizando conceitos

<sup>8</sup> Consultas realizadas em lojas físicas no município de Porto Velho e em sites de vendas internacionais.



de física, matemática e programação para diagnosticar o desempenho do protótipo, e não apenas "ver se o telescópio funciona". Nesse caso, os testes técnicos, são aqui ressignificados como atividades pedagógicas interdisciplinares:

Quadro 2: das atividades ativas da proposta pedagógica

Atividade (investigação)	Integração pedagógica central	Fundamentação e rigor científico
Estrutura e movimento (mecânica)	Física - mecânica: análise de Torque, Estabilidade e Centro de Massa (por que o design dobsonian é estável). Discussão sobre atrito e precisão mecânica.	A investigação do comportamento da estrutura e das vibrações transforma os conceitos de Mecânica Clássica em problemas de engenharia aplicada.
Automação e alinhamento (matemática/programação)	Geografia, matemática e programação: o "erro" do <i>GoTo</i> força a discussão sobre sistemas de coordenadas azimutais vs. celestes e a função do algoritmo em traduzir coordenadas em "passos" para os motores.	O <i>debugging</i> do posicionamento demonstra o rigor da matemática esférica na astronomia e como ela é implementada no <i>software</i> .
Método científico: óptica e rastreamento	Física - óptica e método científico: o registro fotográfico de longa exposição (com o "traço" indesejado) é o dado experimental que exige formulação de hipóteses (óptica, mecânica ou automação).	A análise do "traço" cumpre o rigor da ciência experimental como motor para a aprendizagem (Dewey, 1938), levando os alunos a revisar todo o projeto.

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

#### 4. 2. 2. 1 Da proposta de atividades para a validação (metodologia ativa)

Propõe-se que os alunos, divididos em grupos, fiquem responsáveis por validar o telescópio e a base, reestruturando os testes técnicos em uma série de investigações pedagógicas de metodologia ativa. O objetivo é que o aluno utilize o rigor da ciência para diagnosticar o desempenho do protótipo e corrigir suas possíveis falhas, através do seguinte disposto.

- a) Investigação de qualidade: estrutura e movimento (mecânica): os alunos realizarão os primeiros testes de movimento manual e motorizado para analisar o comportamento da estrutura e dos mecanismos de suporte. A Atividade Proposta foca na análise da estabilidade: há vibrações excessivas? A estrutura de ABS suporta o peso do tubo óptico sem flexionar?

A integração pedagógica (física e mecânica) transforma a análise da estrutura em uma aula prática sobre torque, estabilidade e centro de massa. Os alunos devem discutir por que o design dobsonian (com centro de gravidade baixo) é inerentemente estável. A observação da qualidade dos movimentos, por sua vez, abre a discussão sobre atrito (nos eixos) e precisão mecânica (nas engrenagens).



- b) Investigação de automação (matemática e programação): nesta etapa, o foco é a precisão do software de controle. A Atividade Proposta envolve a utilização do sistema automatizado (*OnStep/Stellarium*) para comandar o telescópio a apontar para um objeto brilhante (como a Lua ou Júpiter), validando o posicionamento do telescópio (*GoTo*)

A Integração pedagógica (geografia/matemática/programação) ocorre quando o telescópio, inevitavelmente, "erra" o alvo. Isso força uma discussão sobre a conversão de coordenadas, integrando: geografia (o sistema precisa saber a latitude e longitude local); matemática (os alunos precisam entender o sistema de coordenadas azimutal e sua relação com as coordenadas celestes); e programação (os alunos investigam como o código traduz um comando de "ir para Júpiter" em um número específico de "passos" para os motores).

- c) Investigação do método científico (óptica e rastreamento): este é o teste mais completo e multidisciplinar. A Atividade Proposta consiste em ativar o rastreamento e tentar um registro fotográfico de longa exposição (ex: 30 segundos) após centralizar o alvo.

A Integração pedagógica (física - óptica e método científico) se dá na análise de resultados. A foto, que provavelmente sairá com um "traço" em vez de um "ponto", se torna o dado experimental a ser investigado. Os alunos são obrigados a formular hipóteses do porquê o traço ocorreu, revisitando todos os módulos do projeto:

1. Hipótese óptica: o foco estava errado? (revisão do projeto óptico).
2. Hipótese mecânica: A base estava vibrando? (revisão da estabilidade).
3. Hipótese de automação: a velocidade de rastreamento no código está incorreta? (revisão do algoritmo *GoTo*).

Dessa forma, o "erro" prático impulsiona o aluno a aplicar o método científico de forma cíclica e interdisciplinar.

Diante do exposto, portanto, a construção do telescópio cumpre a natureza propositiva do trabalho. O projeto de engenharia não apenas entrega um artefato, mas fornece um modelo prático de intervenção pedagógica que utiliza o rigor da ciência experimental como motor para a aprendizagem.

Esse enfoque se alinha ao Construcionismo de Papert (1991), que defende a construção de artefatos palpáveis como vetor de conhecimento, e à pesquisa propositiva, cujo objetivo é o desenvolvimento de soluções aplicáveis (Bonat, 2009).



Ademais, ao exigir a aplicação simultânea de Física, Matemática e Automação, o modelo combate ativamente a fragmentação curricular (Thiesen, 2008), promovendo a aprendizagem interdisciplinar (Gershenfeld, 2005 *apud* Raabe; Gomes, 2018) e ativa (Moran, 2018; Araújo, Staudt, 2019).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou responder à questão central: seria possível e viável estruturar uma proposta pedagógica interdisciplinar, baseada na construção de um instrumento astronômico de baixo custo, que articulasse conhecimentos de óptica, mecânica, eletrônica e automação no ensino médio e contribuísse para a democratização do acesso à astronomia? A metodologia de pesquisa qualitativa de natureza propositiva permitiu uma resposta afirmativa. O resultado central deste trabalho, fiel à sua abordagem, é a elaboração e fundamentação da proposta pedagógica, ancorada na viabilidade técnica de seu artefato.

Para garantir a validade prática da proposta, o estudo não se limitou ao campo teórico, mas desenvolveu o projeto de engenharia completo do telescópio (arquivos CAD 3D, esquemas elétricos e códigos-fonte). Estes artefatos servem como prova de conceito da cultura *maker*, atestando a viabilidade técnica e de baixo custo (Tabela 1) que sustenta a intervenção pedagógica na realidade material da escola.

A análise do processo de design confirmou o potencial interdisciplinar intrínseco do projeto. Foi impossível conceber o instrumento sem forçar a aplicação integrada de múltiplos domínios do conhecimento: física (mecânica e óptica): Aplicada na concepção da base e no rigor do alinhamento do trem óptico (focagem e estabilidade). Engenharia de Materiais (cultura *maker*): Evidenciada na seleção de materiais de baixo custo (ABS para impressão 3D) que atendessem aos requisitos de rigidez e durabilidade. Eletrônica e Automação: Materializada na concepção do sistema de controle (ESP32 e Arduino) e no desenvolvimento do código para o rastreamento celeste.

A principal contribuição deste projeto reside em sua dupla resposta aos desafios educacionais e sociais: a) Democratização da astronomia: o projeto supera a barreira financeira para o acesso à astronomia observacional no Brasil, uma restrição diagnosticada por autores como Steiner (2011), e Kepler e Reis (2008). Ao provar (Tabela 1) que o custo total é drasticamente reduzido, a cultura *maker* se estabelece como um vetor para a democratização do conhecimento (Anderson, 2012).



Ainda, a escolha da montagem dobsoniana, baseada na simplicidade e baixo custo (Santiago Filho, 2013), corrobora essa visão. b) Transformação Pedagógica: O processo de design materializou o Construcionismo de Papert (1991) e a ideia de 'pensar com as mãos' de Blikstein (2013). A proposta pedagógica transfere essa vivência para os alunos do ensino médio, focando na validação como um ato do método científico. Ao serem confrontados com as falhas do protótipo, os alunos seriam conduzidos a uma investigação de conceitos abstratos, alinhando-se às metodologias ativas (Moran, 2018; Araújo, Staudt, 2019) e promovendo a alfabetização científica (Chassot, 2003).

Este trabalho conclui com sucesso a fase de pesquisa e proposição do projeto. Ele serve como a base e a proposta formal para próximas pesquisas, que se concentrarão na fase de Implementação, Validação e Aplicação Pedagógica em um ambiente real de ensino médio, medindo seu impacto no engajamento e no aprendizado dos alunos.

Por fim, esta pesquisa entrega uma proposta que transforma conceitos abstratos de física em uma experiência tangível, validando o processo de construção não apenas como um produto da cultura *maker*, mas como uma poderosa ferramenta de investigação interdisciplinar e uma solução prática para o ensino de ciências da natureza.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, Chris. **Makers**: a nova revolução industrial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

ANDRADE, Thiago. **Controlando motores de passo utilizando Arduino e C++ para projetos de robótica**. Revelo Community, 24 jul. 2024. Disponível em: <https://community.revelo.com.br/controlando-motores-de-passo-utilizando-arduino-e-c-para-projetos-de-robotica/>. Acesso em: 03 nov. 2025.

ARAÚJO, Cláudio Márcio de; OLIVEIRA, Maria Cláudia Santos Lopes de; ROSSATO, Maristela. O Sujeito na Pesquisa Qualitativa: Desafios da Investigação dos Processos de Desenvolvimento. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 33, e33316, 2017. DOI: 10.1590/0102.3772e33316. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/chGpCqDwPprVkbyDXKXqWGj/?lang=pt>. Acesso em: 01 nov. 2025.

ARAÚJO, R. V.; STAUDT, E. **Implementação de metodologias ativas: Aprendizagem Baseada em Projetos em aulas de Física sobre Acústica no ensino médio à luz dos Campos Conceituais**. Dissertação (Mestrado Nacional



Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

BELLIDO, Juan Luis Ruiz; HAES-ELLIS, Richard Mark. **Diseño, Fabricación y Control de una Montura Ecuatorial Automatizada para el Seguimiento de Astros**. 2024. 95. Proyecto Fin de Grado Grado Universitario en Ingeniería de Tecnologías Industriales. Universidad de Sevilla, Sevilla, 2024.

BERNARDES, Tamara de Oliveira. **Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, p. 4501, 2008.

BERNARDES, Tamara de Oliveira. **Metodologias para o ensino de astronomia e física através da construção de telescópios**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 25, n. 1: p. 103-117, abr. 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/KTwLhXvvgjzVZLmqPmkSBFh/?format=html&lang=pt>.

Acesso em: 03 nov. 2025.

BLIKSTEIN, Paulo. **O fazer como forma de pensar: a teoria construcionista e a fabricação digital na educação**. Educação, Tecnologia e Sociedade: Novas abordagens, novas fronteiras. São Paulo: Penso, 2013.

BONAT, Debora. **Metodologia da Pesquisa**. 3. ed. Curitiba: IESDE Brasil, 2009.

BRAGA-RIBAS, F. et al. A ring system detected around the Centaur (10199) Chariklo. **Nature**, v. 508, n. 7494, p. 72-75, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CARVALHO, Ana Beatriz Gomes; BLEY, Dagmar Pocrifka. cultura maker e o uso das tecnologias digitais na educação: construindo pontes entre as teorias e práticas no Brasil e na Alemanha. **Revista Tecnologias na Educação**, [S. l.], ano 10, n. 26, Edição Temática VIII – III Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E 2018), 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art2-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2025.

CARVALHO, Ana Beatriz Gomes Pimenta de. **FAB LAB e educação no Brasil: as ações de disseminação da cultura maker na educação básica e no ensino superior**. Texto Livre, [S. l.], v. 17, e52809, 2024. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/tl/a/wmbkpchNNMHf8wYtkMgbhZB/?format=html&lang=pt>.

Acesso em: 11 nov. 2025.

CASTILHO, B.; CALEFETTE, F. B.; FIGUEIRA, W. R. S. et al. **Novos instrumentos para o Observatório do Pico dos Dias**. In: REUNIÃO ANUAL DA SAB, 35., 2010, São Paulo. Anais... São Paulo: IAG/USP, 2010.



CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica**: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003.

DEWEY, J. **Experience and education**. New York: The Macmillan Company, 1938.

DUQUE, Rita de Cássia Soares et al. (Orgs.). **A CULTURA MAKER**: e suas implicações no contexto educacional. 1. ed. Vitória: Editora Educação Transversal, 2023. 158 p. ISBN: 978-65-87634-24-1. DOI: 10.55470/editora.978-65-87634-24-1.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.

GOOGLE. Gemini. Versão Pro 3.0. Disponível em: <https://gemini.google.com>. Acesso em: 19 nov. 2025.

GUEY, William. Tipos de materiais de Impressão 3D e suas aplicações. Blog PRINT IT 3D. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.printit3d.com.br/post/tipos-de-materiais-de-impress%C3%A3o-3d-e-suas-aplica%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 03 nov. 2025.

HATA, Silvia Hikari. **Sistema de localização automática de objetos celestes para telescópio dobsoniano**. 2019. 44 f. Trabalho de Conclusão Curso (Graduação em Engenharia Eletrônica) - Universidade Tecnológica do Paraná, 2019.

HOWELL, Steve B. **Handbook of CCD Astronomy**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

INSTITUTO CALDEIRA. **Cultura maker**: a importância do conceito “mão na massa” na era pós-digital. INSTITUTO CALDEIRA, 2022. Disponível em: <https://institutocaldeira.org.br/blog/cultura-maker-a-importancia-do-conceito-mao-na-massa-na-era-pos-digital/>. Acesso em 01 JUL. 2025.

JABLONSKI, F. **O Céu do Brasil**: Condições Atmosféricas para Astronomia. *Boletim da SAB [Sociedade Astronômica Brasileira]*, v. 18, n. 1, p. 58-69, 1998.

JACQUES, C. et al. SONEAR: **Um observatório privado dedicado à descoberta de cometas, asteróides e supernovas**. *Boletim da SAB*, v. 33, n. 1, p. 25, 2014.

JESUS, Everaldo Antonio de; GUERRA, Avaetê de Lunetta e Rodrigues; PEREIRA, Antonio Renaldo Gomes. A interdisciplinaridade como estratégia para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. **International Contemporary Management Review**, v. 5, n. 2, p. 1-12, 2024. DOI: 10.54033/icmr5n2-003. Disponível em: <https://doi.org/10.54033/icmr5n2-003>. Acesso em: 03 nov. 2025.

KEPLER, S. O.; REIS, R. R. R. A Astronomia no Brasil: Avaliação e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 2301.1-2301.14, 2008.



KUNZLER, Selma de Moraes. **Tecnologia no ensino para surdos numa perspectiva bilíngue: gênero discursivo meme**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Letras) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel, 2021.

MEIRA, S. L. B.; RIBEIRO, J. L. P. **A cultura maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmicas**. FabLearn Brasil, 2016.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n.1, p. 117-128, 2006. DOI: 10.1590/S1516-73132006000100009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wvLhSxkz3JRgv3mcXHBWSXB/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 18 nov. 2025.

MORAN, José. Metodologias ativas para uma educação inovadora. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: Óptica, Relatividade, Física Quântica**. vol. 4. 7. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

OKSANEN, Arto. **Pro-Am collaboration in photometry**. AIP Conference Proceedings, v. 1610, n. 1, p. 77-85, 2014.

ORDOÑEZ, Edward David Moreno; PENTEADO, Cesar Giacomini; SILVA, Alexandre César Rodrigues da. **Microcontroladores e FPGAs: aplicações em automação**. São Paulo: Novatec, 2005. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=ornY7y0eXEoC&printsec=frontcover>. Acesso em: 03 nov. 2025.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas**. 2. ed. New York: Basic Books, 1991.

PIONÓRIO, N.; RODRIGUES JR, J. J.; BERTUOLA, A. C. Correções da aberração cromática no contexto da óptica geométrica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 3315.1-3315.10, set. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/LyH8Znjq3bD4F8fmMRgrg7t/>. Acesso em: 11 nov. 2025.

QUEIROZ, K. R. dos S.; NEVES, A. C. A.; MOURA, C. B. A. de; MOURA, I. D. A. de; SILVA, J. M. da; SILVA, G. P. da; SILVA, F. M. da; SILVA, M. D. F. da. A interdisciplinaridade no ensino médio como facilitadora da aprendizagem de alunos nas escolas públicas de Inaciolândia-GO. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 10, n. 5, p. e69846, 2024. DOI: 10.34117/bjdv10n5-048. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/69846>. Acesso em: 10 nov. 2025.

RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 26, ed.



Temática VIII, set. 2018. Disponível em: [tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br](http://tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br). Acesso em: 23 jul. 2025.

SANTIAGO FILHO, Sebastião. **Dobsoniana**: montagem azimutal dobsoniana. Blog TelescópiosAstronômicos. São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.telescopiosastronomicos.com.br/dobsoniana.html>. Acesso em 03 nov. 2025.

SCHAPPO, Marcelo Girardi. **Astronomia**: os astros, a ciência, a vida cotidiana. 1.ed. São Paulo: Editora Contexto, 2022.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc**: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional. 2009. 133 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/5506ccb0-0bb1-4643-a5e1-cfaabc8c3808/content>. Acesso em: 03 nov. 2025.

SILVA, J. V. da; BARANAUSKAS, M. C. C. **Internet das Coisas em Hospitais**: Uma Revisão Sistemática da Literatura em Ambientes Ubíquos e Pervasivos. Campinas, SP: Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, mar. 2023. (Relatório Técnico IC-23-06).

SOARES, Laisa Luiz; FERREIRA, Cristiano Corrêa. Aplicação de Metodologias Ativas para o Ensino da Modelagem e Prototipagem 3D: um Relato de Experiência no ensino médio. RELACult - **Revista Latino-Americana de Estudos em cultura e Sociedade**, [s. l.], v. 11, ed. especial, art. 2586, abr. 2025. e-ISSN 2525-7870. Disponível em: <https://periodicos.claec.org/index.php/relacult/article/view/2586>. Acesso em: 03 nov. 2025.

STEINER, J. E. A astronomia brasileira na era dos telescópios gigantes. **Revista USP**, n. 89, p. 182-191, 2011.

THIESEN, Juarez da Silva. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação** v. 13 n. 39 set./dez. 2008.