



RELATO DE EXPERIÊNCIA DA CONSTRUÇÃO DE UM TELESCÓPIO DE BAIXO CUSTO

EXPERIENCE REPORT OF BUILDING OF A LOW-COST GALILEAN TELESCOPE

Kevin do Livramento¹, Luis Lira Carvalho², Sérgio da Silva Júnior³,
Énery Melo⁴, Filipe Monteiro⁵

¹Universidade Católica de Pernambuco/Licenciatura em Física, kevin.2018112910@unicap.br

²Universidade Católica de Pernambuco/Licenciatura em Física, luis.2019108475@unicap.br

³Universidade Católica de Pernambuco/Licenciatura em Física, sergio.2019131375@unicap.br

⁴Universidade Católica de Pernambuco/Licenciatura em Física, enery.melo@unicap.br

⁵Observatório Nacional do Rio de Janeiro, filipeastro@on.br

Resumo: *Este trabalho consiste em um relato de experiência sobre a elaboração e construção de um telescópio caseiro e financeiramente acessível desenvolvido por estudantes do curso de Licenciatura em Física no âmbito disciplina de Física IV, com o objetivo de proporcionar uma maior compreensão relacionada a fenômenos ópticos. Descrevemos o processo de idealização, de construção e de testes do telescópio e analisamos a viabilidade de sua replicação em sala de aula pelos professores de escolas públicas.*

Palavras-chave: Telescópio; baixo-custo; astronomia; Galileu; ensino.

Abstract: *The design and construction of a low cost and portable telescope, aims to provide students of Physics IV with a greater understanding of optical phenomena. In this sense, we adopted a constructivist learning methodology, which aims to stimulate the development of critical thinking, the search for answers and student autonomy, through an active attitude inside and outside the classroom. In this work, we will present the telescope design and necessary materials, as well as the steps followed in the construction of the instrument.*

Keywords: Telescope; low cost; astronomy; Galilean; teaching.



INTRODUÇÃO

O homem sempre contemplou o céu buscando decifrar os seus mistérios de alguma maneira, seja através do misticismo, onde premeditava algum tipo de sinal enviado por entidades quando observavam algo diferente, ou como forma de orientação para suas caminhadas pelo mar ou pela terra, dando nomes às estrelas, criando símbolos e crenças que nos ligavam a elas. A partir disso, surgiu no homem o prazer científico pelos astros, tentando compreendê-los, de forma cada vez mais racional, através da análise profunda de suas características. A curiosidade e os questionamentos sobre os astros levaram à confecção de instrumentos que possibilitaram observações mais elaboradas e precisas, como a luneta astronômica de Galileu Galilei que, em 1610, possibilitou desvendar a real aparência da Lua, com suas crateras e montanhas e, também, observar os satélites do planeta Júpiter, que resultou no declínio do pensamento geocêntrico do filósofo grego Aristóteles.

Este trabalho se trata de um relato de experiência desenvolvida, no âmbito de um curso de licenciatura em física de uma universidade do Estado de Pernambuco, sobre a construção de um telescópio de baixo custo. A experiência resultou de um projeto desenvolvido pelos autores deste trabalho durante a disciplina de Física IV, ofertada entre os meses de março até junho de 2022. Neste texto, descreveremos as motivações da proposta, as bases conceituais, bem como, o processo de construção do telescópio e os desdobramentos alcançados.

Situamos este trabalho no contexto do novo ensino médio e das novas diretrizes para a formação de professores, as quais destacam a importância do ensino contextualizado e interdisciplinar, como uma possibilidade de formação de sujeitos mais críticos, autônomos e reflexivos, com capacidade de aplicar os conhecimentos escolares na compreensão e resolução dos problemas cotidianos e da sociedade. Para isso, sugere-se que os cursos de formação de professores criem oportunidade de seus licenciandos vivenciarem e experimentarem propostas de ensino-aprendizagem inovadoras, inserindo o aprendiz em uma situação ativa.

Por outro lado, a astronomia tem se apresentado como uma possibilidade de trabalhar os conhecimentos de modo interdisciplinar e a partir de diferentes abordagens. Além disso, a astronomia, sendo um tema transversal, pode articular conhecimentos de diferentes áreas, como física, matemática, entre outras. Nesse contexto, em 2018, o curso de licenciatura em física da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP criou o projeto de extensão Astronomia Padre Machado. O desenvolvimento das atividades do projeto de extensão, baseadas na manipulação dos telescópios, requisitou o conhecimento da aplicação prática de conceitos da óptica pelos estudantes monitores.

Dentro desse cenário, durante o curso da disciplina de Física IV, a partir da discussão de conceitos da Óptica, foi proposto o desafio de construção de um telescópio de baixo custo, com potencial para reprodução em salas de aula. A ideia era elaborar um modelo simples de um telescópio, discutir os aspectos teóricos, montá-lo e testá-lo. A partir da atividade esperávamos aprender sobre os conteúdos relacionados, desenvolver habilidades práticas, mas também, desenvolver um protótipo com potencial de ser replicado nas escolas. Pois, uma das principais



dificuldades ao se levar esse tema para as escolas é o custo dos telescópios. As escolas, principalmente as públicas, não dispõem de recursos suficientes.

Para a construção do nosso telescópio, usamos como referências alguns vídeos disponibilizados no YouTube, dos quais destacamos o canal Manual do Mundo, de Iberê Tenório, e um relatório de projeto da disciplina Tópicos de Física II, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP (CINTI, 2019).

ORIGEM E PRINCÍPIOS ÓPTICOS DOS TELESCÓPIOS

A maioria dos historiadores aceita que o primeiro telescópio foi construído pelo alemão Hans Lippershey (1570-1619), em 1608, na Holanda. Galileu Galilei (1569-1642) soube desse instrumento em 1609 e, em 1610, e sem ter visto o telescópio de Lippershey e com materiais semelhantes (tubos e lentes), construiu um modelo três vezes mais poderoso que o do alemão. Galileu seguiu aperfeiçoando o seu telescópio entre os anos de 1609 e 1610, sendo o melhor deles, com 30 vezes de poder de ampliação. Galileu, portanto, não inventou o telescópio, mas foi o primeiro a fazer uso científico do instrumento, ao fazer observações astronômicas com ele. Os primeiros resultados das pesquisas de Galileu com o uso de sua luneta foram publicados no livro *Sidereus Nuncius* – O Mensageiro das Estrelas, em março de 1610. Nesta obra, Galileu se debruça sobre as suas observações da Lua, das estrelas, e dos quatro grandes satélites de Júpiter, revelando grandes novidades de um universo até então desconhecido (MOSCHETTI, 2006).

Posteriormente, em 1613, Galileu publicou a Carta Sobre Manchas Solares, em que ele relata corretamente que as manchas solares são marcas no sol e, também, deixa explícitas as suas primeiras considerações científicas a favor da teoria heliocêntrica do astrônomo polonês Nicolau Copérnico. Em 1632, Galileu publicou o livro que levou a sua condenação pela igreja católica, *Diálogo Sobre os Dois Principais Sistemas do Mundo* (no original, em italiano, *Dialogo Sopra i Due Massimi Sistemi del Mondo*), onde o astrônomo compara o sistema copernicano com o sistema tradicional ptolomaico. Com o uso do telescópio, Galileu foi pioneiro em criar e desenvolver teorias acerca do funcionamento do universo através de técnicas e observações. Isso produziu uma grande revolução científica, que permitiu ampliar a capacidade do ser humano enxergar a natureza de uma maneira mais íntima (SOUZA, 2011).

O telescópio de Galileu sem dúvida foi inspirado pelo instrumento criado por Lippershey a partir das lentes dos primeiros óculos, mas é absoluto consenso que Galileu Galilei foi o primeiro a utilizá-lo como instrumento astronômico, que serviu não só para para ampliar a nossa visão do universo, como também da própria humanidade. O telescópio de Galileu era formado a partir de uma lente objetiva convergente (plano-convexa ou biconvexa) e uma ocular divergente (plano-côncavo ou bicôncava). O último exemplar dos telescópios de Galileu encontra-se no Instituto e Museu de História da Ciência, em Florença e possui as seguintes características: Um cilindro de 1273 mm de comprimento, uma lente objetiva de formato biconvexo de 51mm de diâmetro, uma ocular plano convexa de 26mm de diâmetro e uma ampliação de 14x (SARAIVA, 2013).

A configuração luneta de Galileu deu origem aos telescópios refratores e, posteriormente, outros instrumentos ópticos foram sendo desenvolvidos com configurações diferentes, como o telescópio de Newton, o qual é baseado na reflexão da luz em espelhos, ao invés de lentes. Neste trabalho priorizamos a discussão sobre



o modelo de telescópio refrator, que foi a configuração escolhida para ser desenvolvida no projeto de construção de telescópio de baixo custo. O telescópio refrator contém uma objetiva, responsável por captar os raios de luz que deverão convergir para um único ponto, chamado de foco, e uma lente ocular que tem a função de aumentar o tamanho da imagem formada pela lente objetiva. Na seção seguinte, descrevemos a experiência e apresentamos mais informações teóricas sobre esse modelo de telescópio.

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Inicialmente, realizamos um estudo sobre os princípios ópticos que fundamentam a construção do telescópio em livros da Física (NUSSENZVEIG, 2002; HALLIDAY, 2012; HELERBROCK, 2022), o resultado dessa etapa foi a elaboração de um esboço do projeto. A etapa seguinte foi de consulta de modelos de telescópios de baixo custo na internet, destacamos o modelo refrator desenvolvido pelo canal Manual do Mundo do YouTube (MANUAL DO MUNDO, 2016), que foi escolhido para a realização do projeto através de uma perspectiva pedagógica, visando replicar nas salas de aula. Chegamos a um entendimento de que o telescópio refrator, utilizado por Galileu, seria mais fácil de conduzir a didática em sala, pelo fato de apresentar menor grau de complexidade na sua construção e funcionamento, em comparação aos telescópios mais atuais.

Vale destacar que no processo de desenvolvimento do projeto, adaptamos o modelo de telescópio de Galileu, que tinha uma lente objetiva biconvexa enquanto o nosso utiliza uma lente côncavo-convexa. Além disso, o nosso modelo apresenta as seguintes características: lente objetiva do tipo côncavo-convexa de 48mm de diâmetro, distância focal de 50cm e 2 de dioptria; lente ocular do tipo plano-convexa de aproximadamente 30 mm de diâmetro, de distância focal de 2 cm e dioptria igual a 50. Os valores das distâncias focais e dioptrias foram definidas a partir da aplicação de dados obtidos experimentalmente aplicados nas fórmulas descritas a seguir.

Antes da montagem do aparelho, realizamos alguns testes utilizando apenas as duas lentes, com o objetivo de observar as imagens obtidas e coletar as distâncias focais. O processo de testagem consistiu em fixar as duas lentes em um suporte fixo; em seguida, aproximamos e distanciamos uma lente da outra até obter uma imagem nítida; a distância entre as lentes seria registrada para definição da nossa distância focal. Em seguida, esses valores foram utilizados na equação $c = 1/f$, sendo c a dioptria e f a distância focal, que resultou nos valores reportados anteriormente, e para a definição da ampliação do nosso telescópio, ou seja, na definição da relação entre os tamanhos do objeto observado a olho nu e da imagem formada através do telescópio.

O cálculo da ampliação angular do telescópio é dado pela equação $M = -f/f'$, sendo M a ampliação angular, f a distância focal da lente objetiva e f' a distância focal da lente ocular, a partir da aplicação dos dados coletados, obtivemos uma ampliação angular de $-25X$, sabendo que sua ampliação é negativa logo a imagem observada é virtual e invertida. A definição do comprimento do tubo do telescópio deu-se pela expressão: $f + f'$, que resultou em um valor de 52 cm. Deste modo, alcançamos as medidas precisas do telescópio do nosso projeto, apresentado na Figura 1.

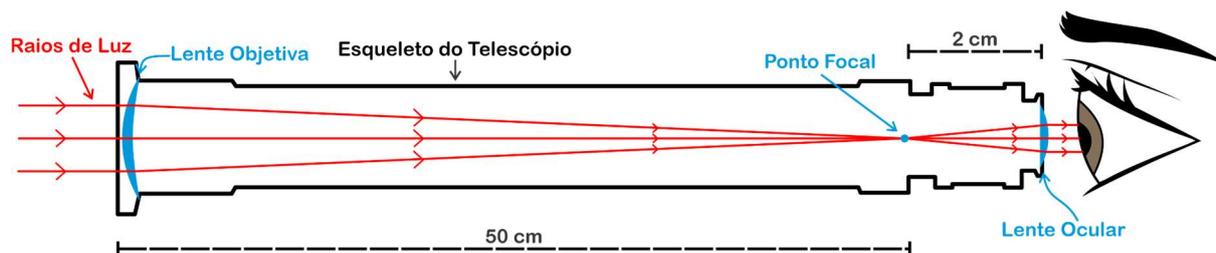


Figura 1: Esquema do telescópio do projeto. Autoria: Autores.

Após essa etapa de estudos teóricos e práticos foram realizadas as etapas de aquisição do material e de montagem do artefato, as quais são descritas na seção seguinte de descrição da montagem.

Descrição da montagem

A maioria dos materiais foi adquirida em loja de materiais de construção e papelaria. A lente objetiva foi confeccionada em uma óptica e a ocular foi reaproveitada de um aparelho fotográfico antigo de um estudante da turma. O custo total aproximado do material utilizado foi de R\$150,00, sendo a lente o item mais caro, com custo de R\$50,00. Destacamos a seguir a seguinte lista dos materiais usados: 1 cano de pvc 40mm na cor branca; 1 cano de pvc 50mm na cor branca; 1 bucha de redução de pvc 40mm para 32mm na cor branca; 1 luva simples de pvc de 40mm na cor branca; 1 luva simples de pvc de 50mm na cor branca; 1 cap de pvc de 50mm na cor branca; 1 lente objetiva côncavo-convexa de 48mm (+2 grau); 1 lente ocular plano-convexa 26mm; fita crepe; fita dupla face; cartolina preta; massa epóxi; tinta spray preta; e lixa fina nº220

Inicialmente, foram feitas as marcações no cano de pvc para dar início aos cortes, logo em seguida, cortamos os canos de pvc. O cano de 40mm foi cortado em um pedaço de 40 cm. O cano de 50mm foi cortado em três pedaços de comprimentos diferentes, sendo de 40 cm, de 12 cm e de 7 cm. O pedaço de 12 cm foi cortado em um fragmento menor de 1 cm para servir de suporte do telescópio. A fase seguinte consistiu na preparação dos segmentos de cano (o tubo do telescópio): lixamos todas as superfícies de contato que iriam se encaixar e pintamos, com a tinta preta - para diminuir a dispersão da luz - foi realizada a pintura da parte interna e externa dos canos, deixando apenas as suas extremidades sem pintura, pois uma extremidade iria servir de encaixe da tampa protetora da lente -. essa tampa tinha o objetivo de proteger a lente contra qualquer tipo de dano e sujeira em excesso - e a outra, apenas por escolha estética (Figura 2a).

Usamos a bucha de redução de 40mm para 32mm para abrigar a nossa lente ocular, como a lente tem diâmetro de 30mm e o cano 32mm, usamos a massa epóxi para preencher a superfície interna do cano, corrigindo essa diferença. Nesse momento, foi necessário um cuidado especial para deixarmos a lente bem centralizada no interior do cano. Encaixamos o cano de 50mm dentro do de 40mm e fixamos os dois com a fita dupla face. Em seguida, colocamos fita crepe na extremidade interna para fixar um cano com o outro de forma que a fita não grudasse no cano, facilitando assim o seu manuseio (Figura 2b).



(a)

(b)

Figura 2: Canos de 40cm pintados. Interior do cano com fita dupla face

Em seguida, introduzimos o arranjo da lente ocular na bucha de redução e dentro da luva de 40 mm e acoplamos dentro do cano de 40mm. Para fixarmos a lente objetiva na parte frontal do telescópio usamos um anteparo construído com pedaços de cartolina preta. Cortamos a cartolina em dois círculos de 5 cm de diâmetro com um orifício interno de raio 2 cm. Introduzimos a lente na luva de 50mm para isso, usamos os círculos como bucha, de modo a não forçar a lente dentro do tubo. Então, acoplamos esse sistema ao resto do corpo do cano de 50mm. Assim, obtivemos um telescópio de 52 cm de comprimento, especificamente da distância de manuseio, destacada por uma marcação no corpo do telescópio. Para a estabilização do telescópio, usamos um tripé de câmera fotográfica (Figura 3).



Figura 3: Imagem do telescópio após montagem com tripé.

Experiências de teste

Após a montagem, o telescópio foi testado no estacionamento ao lado do prédio de aulas da Universidade (Figura 4). Além disso, ao final do semestre, realizamos uma visita técnica ao Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica - OASI, localizado no sertão do estado de Pernambuco, através do projeto de extensão Padre Machado da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP). Durante a

visita, pudemos divulgar o telescópio, testar a observação em um ambiente mais aberto - sem muitas árvores e iluminação artificial - e repassar a experiência adquirida com o processo de construção e finalização.

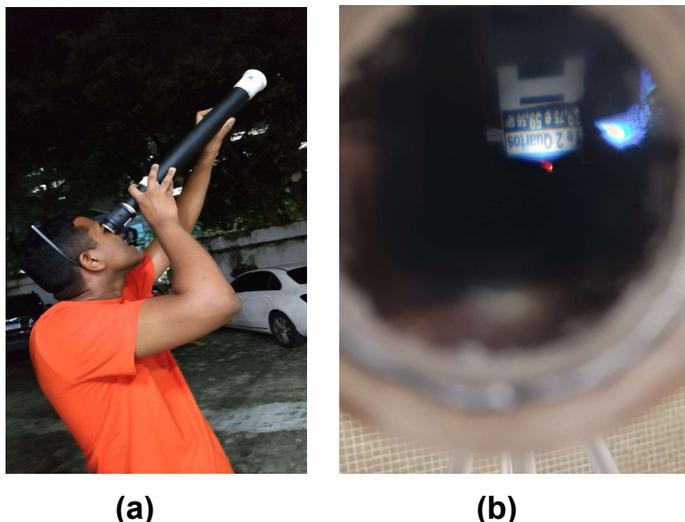


Figura 04: Estudante testando o telescópio nos arredores do prédio de aulas. Imagem realizada com o telescópio

A partir dessas experiências pudemos observar que o telescópio tem algumas limitações, mas também, atributos positivos que devem ser levados em consideração para o caso de replicação. A ausência de um tripé específico demanda uma solução improvisada para as observações. Em nossa experiência, utilizamos um tripé de máquina fotográfica emprestada de um dos componentes do projeto. Contudo, identificamos na *internet* soluções de baixo custo para a confecção de tripés, usando garrafa PET. Por ser algo construído de modo caseiro, o artefato chama atenção dos estudantes e aguça a curiosidade não apenas pela sua capacidade de observação, mas também, pelo processo de construção, despertando o interesse de estudantes e professores de terem o seu próprio telescópio caseiro.

Em relação às imagens obtidas através do nosso telescópio (Figura 4), percebemos certa falta de nitidez, que atribuímos ao tipo de material da lente confeccionada pela ótica, que foi de acrílico. Contudo, não fizemos testes precisos para nos certificar dessa hipótese.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em uma análise geral da experiência, podemos avaliar que o proporcionou algumas situações não esperadas. O processo de montagem do telescópio foi relativamente fácil, sem nenhuma complexão impeditiva da finalização do projeto. Em alguns momentos foi necessária uma improvisação e solução de eventuais divergências. Por exemplo, a adaptação do projeto às características da lente ocular disponível. Por outro lado, destacamos a falta de nitidez da imagem obtida, a que atribuímos ao tipo de material da lente objetiva - acrílico. Por isso, recomendamos a utilização de lente de vidros. Contudo, para quem não está habituado a usar telescópios a imagem obtida não constitui um problema grave em relação ao custo de fabricação do telescópio. Ou seja, consideramos que o modelo proposto é viável para



replicação nas salas de aula. E, recomendamos também a confecção de um tripé para obter maior estabilidade nas observações.

Por fim, em relação à aprendizagem dos conhecimentos, em muitos momentos, percebemos uma demanda de aplicação de conceitos teóricos para a resolução de um problema prático, o que contribuiu para uma aprendizagem mais significativa de conteúdos da Física IV.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CINTI, A. R. **Telescópio Refrator: Luneta de Galileu**. Relatório da disciplina Tópicos de Física II - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, 2016. Disponível em:
https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F709/F709_2019_sem2/Anderson-Muraca_F709-S2-2019-RF.pdf
- HALLIDAY, D.; WALKER, J.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna** vol. 4, 9. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- HELERBROCK, R. Lentes Esféricas. **Tecnoblog** – Mundo Educação, UOL, 2022. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/lentes-esfericas.htm>
- MANUAL DO MUNDO**. Como fazer uma Luneta caseira de PVC. 2016. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0&t=30s&ab_channel=ManualdoMundo
- MOSCHETTI, M. Galileu e as cartas sobre as manchas solares: a experiência telescópica contra a inalterabilidade celeste. **Cadernos de Ciências Humanas - Especiaria**. v. 9, n.16, jul./dez., p. 313-340, 2006.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade e Física Quântica**. São Paulo: E. Blücher, 2002.
- SARAIVA, M. F. **Galileu e Observações** – notas de aulas. Mestrado em Ensino de Física, UFRGS, 2013. Disponível em:
https://ppgenfis.if.ufrgs.br/mef008/aulas_11/Galileu_observacoes_tel_v3.htm
- SOUZA, D. B. **Princípio de Inércia no Diálogo de 1632 e nos Discorsi de 1638 de Galileu**. Monografia (Graduação em Filosofia) - Faculdade de Filosofia da Universidade de Brasília, 2011, 44 fl.