



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA**

**BRÍCIO WARNEY DE FREITAS ALVES**

**UMA PROPOSTA METODOLÓGICA DE UMA OFICINA DE ASTROFÍSICA NO**  
**ENSINO MÉDIO**

**FORTALEZA**

**2019**

BRÍCIO WARNEY DE FREITAS ALVES

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA DE UMA OFICINA DE ASTROFÍSICA NO ENSINO  
MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Física do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Brito de Freitas

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A477p Alves, Bricio Warney de Freitas.  
Uma proposta metodológica de uma oficina de Astrofísica no Ensino Médio / Bricio Warney de Freitas  
Alves. – 2019.  
56 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,  
Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Daniel Brito de Freitas.

1. Astrofísica. 2. Astronomia. 3. Oficina. 4. Curso. 5. Experimentos. I. Título.

CDD 570

---

BRÍCIO WARNEY DE FREITAS ALVES

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA DE UMA OFICINA DE ASTROFÍSICA NO ENSINO  
MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Física do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de licenciado em Física.

Aprovada em: 02 de Dezembro de 2019

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Daniel Brito de Freitas (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Me. Bruno Eron Magalhães de Souza  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Me. Luiz Daniel Alves Rios  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. Daniel Brito de Freitas por ser meu orientador durante 2 anos e por me ensinar o significado de ser professor. Por suas aulas inspiradoras e suas lições de vida. Por suas duras críticas, por sua compreensão e por me fazer sempre melhorar. Nunca esquecerei: "Professor que é professor, tem que aprender a vender seu peixe".

Ao Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo, por me receber na universidade (ainda como coordenador) e me apoiar durante a graduação. Por me conseguir um laboratório no qual pudesse trabalhar sem distração. Sem dúvidas, sem seus esforços eu não me formaria.

Ao Prof. Me. Bruno Eron Magalhães de Souza, no qual passamos um ano e meio no projeto residência pedagógica, sendo meu preceptor, onde aprendi que um dos passos primordiais para ser um excelente profissional é a compreensão e a empatia.

Ao Prof. Dr. Saulo Davi Reis, por suas aulas incríveis e seus conselhos. Agradeço também pelo "sucesso" que em todas as aulas eu falo.

Aos meus melhores amigos: Carol Ribeiro, Brenda Reis, João Filipe, Ramon Mota, Taynara Pinheiro, Larissa de Sousa, Carlos Breno, Emanuel Souza e a Julliana Martins. Sem dúvidas sem vocês esse trabalho jamais estaria pronto. Agradeço a disposição por me aguentarem quando estava estressado e por sempre me ajudarem a ver o lado bom das coisas. Vocês são essenciais na minha vida.

Agradeço todo o apoio da minha mãe, Edlene Freitas. Definitivamente você foi a pessoa mais essencial para a realização deste trabalho. Apesar de todas as dificuldades se manteve firme e forte comigo, sempre me ajudando da maneira que dá (mesmo quando parecia impossível).

Ao meu irmão Bruno Freitas, por sempre puxar minha orelha e me lembrar sempre dos meus objetivos. Sem dúvidas nenhuma, seus conselhos foram fundamentais para a minha formação.

Ao meu irmão Breno Freitas, por me ensinar sempre a manter a cabeça no lugar e sempre tentar ficar o mais tranquilo possível.

Aos meus professores do ensino médio: Blenda Priscila e Willer Frank, por acreditar em mim desde sempre e me incentivar a seguir carreira como físico, sempre me dando puxões de orelha.

A minha melhor amiga-irmã que conheço há 20 anos, Evilânia Chaves, por sempre está presente na minha vida nos melhores e nos piores momentos.

Ao meu amigo-irmão, que conheço há mais de 10 anos, Thiago Teixeira, pelas conversas interessantes que tivemos nos finais de semana nas calçadas da vida e nos bares.

Agradeço todas as pessoas que fizeram parte da minha caminhada acadêmica, Léo, Israel (Coala), Sérgio Tanaka e Victor Hugo.

Simplesmente, obrigado.

“A ciência opera na fronteira entre o conhecimento e ignorância. Não temos medo de admitir o que não sabemos. Não há vergonha nisso. A única vergonha é achar que temos todas as respostas.”

(Neil deGrasse Tyson - 2014)

## RESUMO

Este trabalho buscou analisar as dificuldades dos alunos em Astrofísica básica, tendo como base diversos artigos que constatavam a mesma deficiência por parte dos professores. Dessa forma, foi proposta uma oficina de curta duração na escola de ensino médio Governador Adauto Bezerra, localizada em Fortaleza, com o objetivo de introduzir conceitos básicos voltados para a área de Astrofísica com o auxílio da construção de experimentos. O método utilizado para avaliar os alunos se deu por intermédio de questionários aplicados antes e após a oficina. Verificou-se inicialmente que a maioria dos alunos que nunca teve uma interação com Astronomia, e o que motivou a maioria dos estudantes foi a busca de uma autoavaliação para testar seus conhecimentos prévios sobre o assunto. Após a realização da oficina, os estudantes aprenderam o significado de alguns conceitos como, por exemplo, magnitude aparente e ano-luz, onde, respectivamente, 73,3% e 66,7% obtiveram a resposta correta. Tendo isso tudo em conta, foi possível verificar que os alunos, após a realização da oficina, perceberam a importância da Astronomia e Astrofísica, resultando em 55,2% deles pensarem na possibilidade de seguir carreira nessa área.

**Palavras-chave:** Astrofísica. Astronomia. Oficina. Experimentos.

## ABSTRACT

This work applied to analyze the difficulties faced by the students in basic Astrophysics, on the basis of various articles that observed the same weakness in a portion of teachers. Therefore, a short-time course was proposed in Governador Adauto Bezerra High School, located in Fortaleza, with the aim of introducing Astrophysics concepts with the aid of assembling experiments. The evaluation method was through questionnaires applied before and after the course. At first it was found that a large portion of students never had an interaction with Astronomy, and what motivated most of them was the seek of self-evaluation. After the course, a great part of the students learned the meaning of some concepts, such as apparent magnitude and light-year, where, respectively, 73,3% and 66,7% got the correct answer. In conclusion, it was possible to see the students realized the importance of Astronomy, in which 55,2% of them considered the possibility of pursuing career in the area.

**Keywords:** Astrophysics. Astronomy. Course. Experiments.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Respostas dos professores a respeito de quantos planetas o sistema solar tem atualmente. . . . .	20
Figura 2 – Respostas dos professores a respeito de quantos planetas o sistema solar tem atualmente. . . . .	21
Figura 3 – Distribuição das respostas da questão 1 . . . . .	29
Figura 4 – Distribuição das respostas da questão 2 . . . . .	29
Figura 5 – Distribuição das respostas da questão 3 . . . . .	30
Figura 6 – Distribuição das respostas da questão 1 - Questionário 2 . . . . .	31
Figura 7 – Distribuição das respostas da questão 2 - Questionário 2 . . . . .	31
Figura 8 – Distribuição das respostas da questão 3 - Questionário 2 . . . . .	32
Figura 9 – Distribuição das respostas da questão 4 - Questionário 2 . . . . .	33
Figura 10 – Distribuição das respostas da questão 6 - Questionário 2 . . . . .	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição dos conteúdos ministrados na oficina. . . . .	24
---	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>A importância do ensino de Astronomia e Astrofísica</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>A abordagem do ensino de Astronomia e Astrofísica nos currículos do ensino médio e nas universidades.</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>Alternativas para aperfeiçoar o ensino de Astronomia e Astrofísica no Ensino médio.</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Questionários</b>	<b>22</b>
<b>3.1.1</b>	<i>Avaliação 1 - Avaliação Antes da realização da oficina.</i>	<b>22</b>
<b>3.1.2</b>	<i>Avaliação 2 - Avaliação após a realização da oficina.</i>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Aulas</b>	<b>23</b>
<b>3.2.1</b>	<i>Aula 1: Astronomia pré-telescópica</i>	<b>24</b>
<b>3.2.2</b>	<i>Aula 2: Medições de distâncias e a escala de Magnitude</i>	<b>25</b>
<b>3.2.3</b>	<i>Aula 3 - A teoria da Radiação e a espectroscopia</i>	<b>27</b>
<b>3.3</b>	<b>Aula 4: Introdução à Astrofísica</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>As Avaliações</b>	<b>28</b>
<b>4.1.1</b>	<i>Questionário 1 - Aplicação antes do início da Oficina</i>	<b>28</b>
<b>4.1.2</b>	<i>Questionário 2</i>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>35</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>36</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em qualquer etapa do ensino básico poucos estudantes conseguem aplicar os conhecimentos científicos à resolução de problemas do cotidiano. Um dos tópicos que essa situação se torna mais agravante, são com os conhecimentos voltados para a área de astronomia, astrofísica e cosmologia, que são temas que parecem estar fora da realidade no qual estão inseridos.

Em um processo de ensino aprendizagem a motivação dos estudantes é indispensável. Hoje poucos estudantes se interessam pela ciência, tornando assim, a alfabetização científica cada vez mais ineficaz. "O conhecimento científico é o capital mais importante do mundo civilizado. Investir em sua busca é investir na qualidade de vida da sociedade"(Greszczyszyn *et al.* 2018, p. 193).

Diversos trabalhos (AMARAL, 2008; BRETONES, 2008; SOBREIRA 2002) foram realizados com o intuito de mapear diferentes temas relativos à Astronomia básica em diversos níveis de ensino. Os resultados desses trabalhos geraram uma profunda preocupação em relação ao ensino de Astrofísica e Astronomia no ensino médio e fundamental, demonstrando que o conhecimento dos professores a respeito do referido tema é deficitária e há uma ausência dos materiais didático de qualidade.

Diante dessa perspectiva é necessário o estudo sobre os parâmetros curriculares nacionais (PCN+), que discutem em seu texto, a condução do aprendizado nos diferentes contextos e condições de trabalho das escolas brasileiras levando em conta as leis e diretrizes que redirecionam a educação básica. Também procura estabelecer um diálogo direto com professores e demais educadores que atuam na escola, reconhecendo seu papel central e insubstituível na condução e no aperfeiçoamento da educação básica (Parâmetros Curriculares Nacionais, p.7).

Na física, os PCN+ sugerem um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com o fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (Parâmetros Curriculares Nacionais, p.59). É importante destacar que o aluno tem que compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultado de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social sem dogmatismo ou certezas definitivas (Parâmetros curriculares Nacionais, p.67).

Essas competências apresentados no parágrafo acima podem ser desenvolvidas a partir da construção de um contínuo processo que ocorre por meio de ações e intervenções concretas, no dia a dia da sala de aula, em atividades envolvendo diferentes assuntos, conhecimentos

e informações. Dessa forma, os PCN+ privilegiaram seis temas estruturadores com abrangência para organizar o ensino de física:

- a) Movimentos: Variações e conservações
- b) Calor, ambientes e usos de energia
- c) Som, imagem e informação
- d) Equipamentos elétricos e telecomunicações
- e) Matéria e radiação
- f) Universo, Terra e vida

No tema estruturador "f", que é o tema de interesse, tem objetivo de fazer com que os estudantes confrontem e especulem sobre os enigmas da vida e do universo. De acordo com os Parâmetros Nacionais Curriculares, p.78:

É importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra.

Além disso, no texto dos PCN+, há mais profundidade nas especificações dos objetivos dos temas estruturadores. Por exemplo, o tema estruturador "f", é constituído por unidades temáticas. Essas unidades temáticas dividem-se em três:

- a) Terra e Sistema Solar;
- b) Universo e sua origem;
- c) Compreensão humana do Universo.

Cada um dessas unidades temáticas, tem objetivos específicos. De acordo com Parâmetros Curriculares Nacionais, p.79, os dois objetivos da unidade temática "Terra e Sistema solar", são:

- a) Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.);
- b) Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.

Já os objetivos da unidade temática "b", que é "O universo e sua origem", como diz no texto dos Parâmetros Curriculares Nacionais, p.79, são:

- a) Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo;
- b) Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

Logo, torna-se de grande relevância o estudo da astronomia clássica até o estudo da moderna cosmologia, no qual trata-se de conhecer os principais modelos para origem, evolução e constituição do universo.

Por conta disso, este trabalho tem como objetivo mostrar a efetividade de uma oficina composta de aulas teóricas e experimentais aplicada ao ensino médio com temas voltados para Astronomia/Astrofísica, bem como entender seu caráter motivacional, onde será detalhado no capítulo 3.

Em suma, este trabalho possui as seguintes seções:

- a) Introdução, apresentando a motivação para a realização deste trabalho;
- b) Revisão bibliográfica, onde é mostrado a importância do ensino de Astronomia e Astrofísica e alternativas para aperfeiçoar seu ensino;
- c) Metodologia para o desenvolvimento do trabalho, informando os procedimentos realizados durante a aplicação da oficina;
- d) Discussão e resultados após a realização da oficina.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A astronomia é uma ciência fundamental para a formação do cidadão. Ela envolve uma combinação de ciência, tecnologia, cultura e é uma ferramenta poderosa para despertar o interesse em ciências exatas e naturais, como física, biologia, química e matemática. O fato de que o estudo da astronomia engloba todas essas áreas, mostra a relevância do ensino dessa disciplina. Como diz Cruz (2012, p.443) "a Astronomia é uma ciência complexa, mas ao mesmo tempo encantadora".

As pesquisas acadêmicas voltadas para a educação em ciências são relativamente recentes no Brasil. Como mostra Bretones (2011), essas pesquisas vem se desenvolvendo desde a década de 70. Foram realizados levantamentos que visam fazer uma análise da quantidade de teses e dissertações voltadas para o ensino de ciências, como feito por Bretones e Megid Neto (2005) e Langhi (2008). Bretones e Megid Neto (2005) concluíram que de 1973 até 2002, foram realizadas apenas 16 pesquisas acadêmicas voltadas para o ensino de astronomia. Já Langhi (2008), fez um levantamento de 1973 até setembro de 2008, e foram quantificados um total de 36 trabalhos. Em 2018, de acordo com o banco de teses e dissertações sobre educação em Astronomia (BTDEA), temos um total de 276, somando teses e dissertações. Logo, percebe-se que os trabalhos que visam a implementação do ensino de astronomia cresceu bastante, mostrando a importância do ensino desta ciência.

### 2.1 A importância do ensino de Astronomia e Astrofísica

No trabalho de Amaral (2008), foi utilizado o relatório da reunião ocorrida em 1983 pela Unesco com especialistas de vários países e citados por Bizzo (1994). Os principais tópicos relatando a importância do ensino de ciências (cuja astronomia se aplica) no ensino fundamental e no ensino médio ainda encontra-se presente no ensino nessa década. Foram destacados 7 tópicos nesta reunião:

- a) As ciências podem ajudar as crianças a pensar de maneira lógica sobre os fatos do cotidiano e a resolver problemas práticos; tais habilidades intelectuais serão valiosas para qualquer tipo de atividade que venham a desenvolver em qualquer lugar que vivam;
- b) a ciência e a tecnologia podem ajudar a melhorar a qualidade de vida das pessoas, uma vez que são atividades socialmente úteis;

- c) dado que o mundo caminha cada vez mais num sentido científico e tecnológico, é importante que os futuros cidadãos preparem-se para viver nele;
- d) as ciências, como construção mental, podem promover o desenvolvimento intelectual das crianças;
- e) as ciências contribuem positivamente para o desenvolvimento de outras áreas, principalmente a língua e a matemática;
- f) para várias crianças de muitos países, o ensino elementar é a única oportunidade real de escolaridade, sendo, portanto, a principal forma de travar contato sistematizado com a ciência;
- g) o ensino de ciências na educação básica pode realmente adquirir um aspecto lúdico, envolvendo as criança no estudo de problemas interessantes, de fenômenos que as rodeiam em seu cotidiano.

Desses tópicos, podemos concluir que a ciência, que também está inserida a Astronomia e Astrofísica, tem um compromisso que envolve a capacidade do aluno aprender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências.

Langhi (2004) também aponta, em sua dissertação, as razões para ensinar Astronomia, ao atribuir diversos aspectos que envolvem três pilares: curiosidades, habilidades e o aprendizado; como um facilitador de mudança conceitual; por ser interdisciplinar; auxiliar na formação cidadã.

Por fim, ao aprender sobre o espaço sideral, o estudante desenvolve habilidades que são fundamentais para o aprendizado de outras disciplinas (Barros, 1997). Algumas destas habilidades são: melhoria na capacidade de cálculos matemáticos, comparação e classificação de objetos ou eventos, comunicação, experimentação, exploração, imaginação, medição, observação, organização, raciocínio lógico, aplicação, avaliação, dedução, descrição, interpretação, predição, manipulação de instrumentos e reconhecimento de pré-conceitos (Fraknoi, 1995).

## **2.2 A abordagem do ensino de Astronomia e Astrofísica nos currículos do ensino médio e nas universidades.**

Para nos aprofundarmos sobre como a astrofísica e astronomia está sendo abordada em sala de aula, é de grande relevância fazermos uma análise de como está a formação inicial dos professores nas universidades, uma vez que são eles que serão responsáveis por ministrar

esse conteúdo no referido local.

Amaral (2008), realizou um estudo para analisar quais universidades abordam a disciplina de astronomia para a formação de professores. Analisou dois cursos: Geografia e ciências naturais. Concluiu que os cursos de licenciatura e bacharelado da Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) incluem introdução à astronomia como disciplina optativa. Em outras universidades oferecem disciplinas obrigatória de Astronomia no curso de geografia. É o caso da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com fundamentos de Astronomia e Geodésica, da Universidade Federal de Goiás (UFG), com Fundamentos de Astronomia e a Universidade Estadual do Ceará (UECE), com Geografia Astronômica e Cosmografia (SOBREIRA, 2002). Já recentemente, de acordo com a estrutura curricular de 2013 do curso de licenciatura em física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a disciplina de **astronomia básica** é ofertada no quinto semestre.

Nos cursos de licenciatura em Ciências Naturais (Ciências exatas, Ciências da Natureza ou Ciências Naturais ou Matemática), o grande problema, é que quando a disciplina existe, elas possuem poucos créditos, não exigem pré-requisitos, e comumente é realizada em apenas um semestre. Amaral (2008), mostrou que a disciplina Astronomia na grade curricular do curso Licenciatura em ciências Exatas, na Universidade de São Paulo (USP), campus de São Carlos, possui apenas 2 créditos para aulas e um crédito para trabalhos, totalizando 60 horas, sendo uma disciplina que não exige pré-requisito. Na Universidade de Brasília (UnB) possui, no campus de Planaltina (FUP), a disciplina "Universo", que tem quatro créditos e não tem pré-requisitos. Já na Universidade do Estado do Pará (UEPA) oferece no curso de licenciatura em Ciências Naturais, a disciplina "Eixo Universo vida - Temas de Física: origem do Universo e do Sistema Solar", com cinco créditos, totalizando 100 horas. Já a Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Universidade Federal da Bahia (UFBA), não oferece nenhuma disciplina que trate dos conteúdos ligados à astronomia em sua grade, nem obrigatória nem optativa.

De acordo com Aroca e Silva, 2011, o fato de que os professores não tiveram contato com Astronomia na sua formação inicial e poucos tiveram formação continuada, reflete que esses professores concebem o Universo e seus elementos de maneira bastante distante dos modelos científicos aceitos atualmente. Um dos motivos para isso é que os professores baseiam-se principalmente no livro didático, que trata a astronomia de forma restrita e incompleta dessa forma os conteúdos são transmitidos e recebidos de forma acrítica. (AROCA e SILVA, 2011, pg.

1)

### **2.3 Alternativas para aperfeiçoar o ensino de Astronomia e Astrofísica no Ensino médio.**

Como dito anteriormente, a Astronomia é uma ferramenta poderosa para despertar o interesse em ciências exatas e naturais, como física, biologia, química e matemática e pode ajudar no entendimento da física em diversos níveis de instrução por se tratar de um tema onde são aplicáveis diversos conceitos físicos, como mecânica, termodinâmica, eletromagnetismo, física moderna, dentre outros.

Voelzke e Gonzaga (2011), realizaram uma pesquisa relatando que a maioria dos professores da educação básica não abordam de maneira factual conceitos relacionados a Astronomia e Astrofísica. Com o propósito de minimizar algumas deficiências, que foi elaborado um Curso de Extensão Universitária para Professores da Diretoria de Ensino Regional (Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra), com alguns objetivos específicos: Levantar as concepções alternativas; Subsidiar os professores por meio de palestras, discussões e oficinas; e verificar a aprendizagem após o curso.

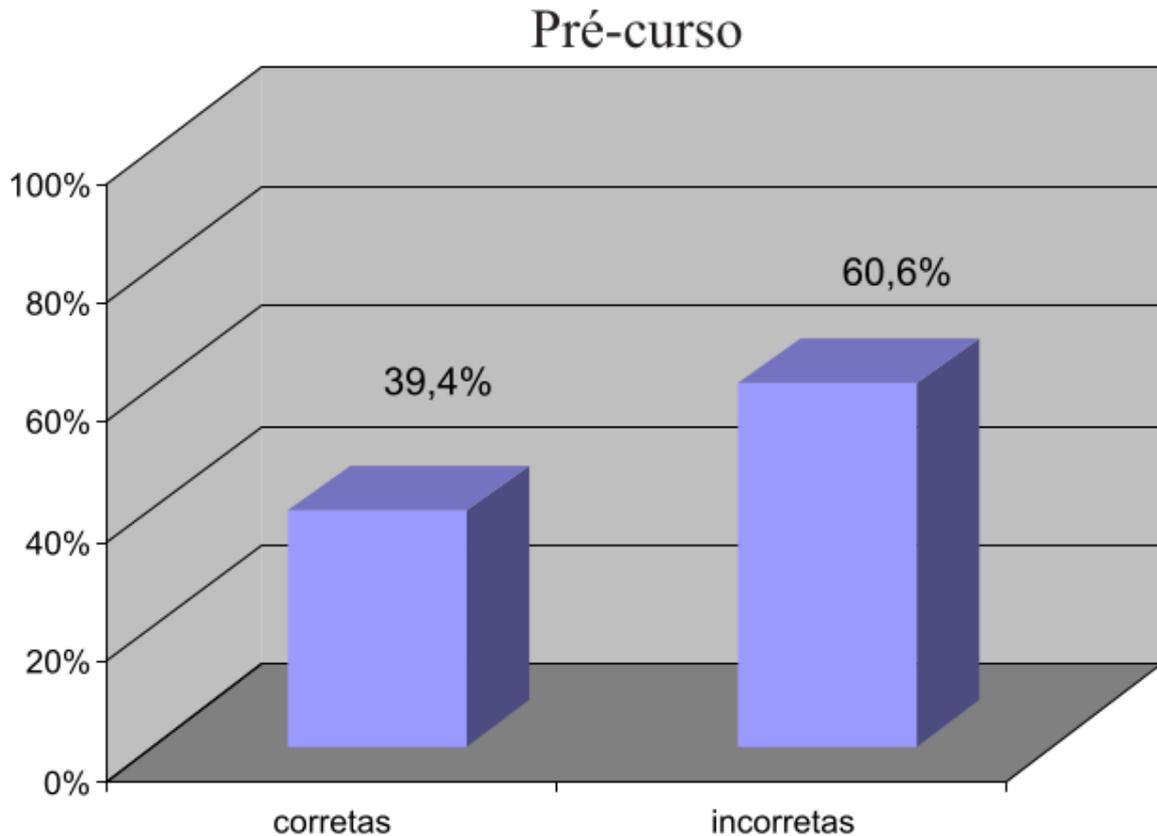
O que torna este trabalho impactante, é que os professores da área de física compunha apenas 6,1% do grupo de professores que estavam na estatística, mostrando que a Astronomia tem uma relação próxima com as outras disciplinas. Nesse curso os estudantes eram professores de biologia (que compunha 24,2% do total), geografia (18,2%), matemática (18,2%), pedagogia (9,1%), física (6,1%), química (6,1%), história (6,1%) e educação física (3,0%). É importante ressaltar também que, doze (36,4%) trabalham nos ensinos fundamental II (EF II) e ensino médio (EM); seis (18,2%) apenas no EF II; cinco (15,2%) apenas no EM; cinco (15,2%) apenas no ensino fundamental I (EFI); dois (6,1%) apenas na Educação de Jovens e Adultos (EJA); dois (6,1%) no EM e EJA e um (3,0%) na Educação Especial (EE).

Para ratificar a discussão sobre o conhecimento dos docentes de física sobre o tema Astronomia, Voelzke e Gonzaga (2011) realizou um questionário para todos os professores, como por exemplo, quantos planetas eram compostos o sistema solar, qual a definição de planeta, o que é um eclipse, quantas fases a Lua possui, quais são os nomes das fases da Lua, como os professores explicariam para os alunos as estações do ano, etc.

Os dados quantitativos inicialmente, geraram bastante preocupação e reflexão sobre a formação dos professores, uma vez que 60,6% dos professores sequer conseguiram responder corretamente quantos planetas o sistema solar era composto, como mostra a figura 1. Isso permite refletir sobre: materiais para consulta desatualizados; uso de dicionários desatualizados; e atualizações em sites pouco confiáveis. Dessa forma, voltamos ao problema de Aroca e Silva

(2011), onde o mesmo alerta a importância do contato dos professores com a disciplina de Astronomia no ensino superior ou na formação continuada.

Figura 1 – Respostas dos professores a respeito de quantos planetas o sistema solar tem atualmente.



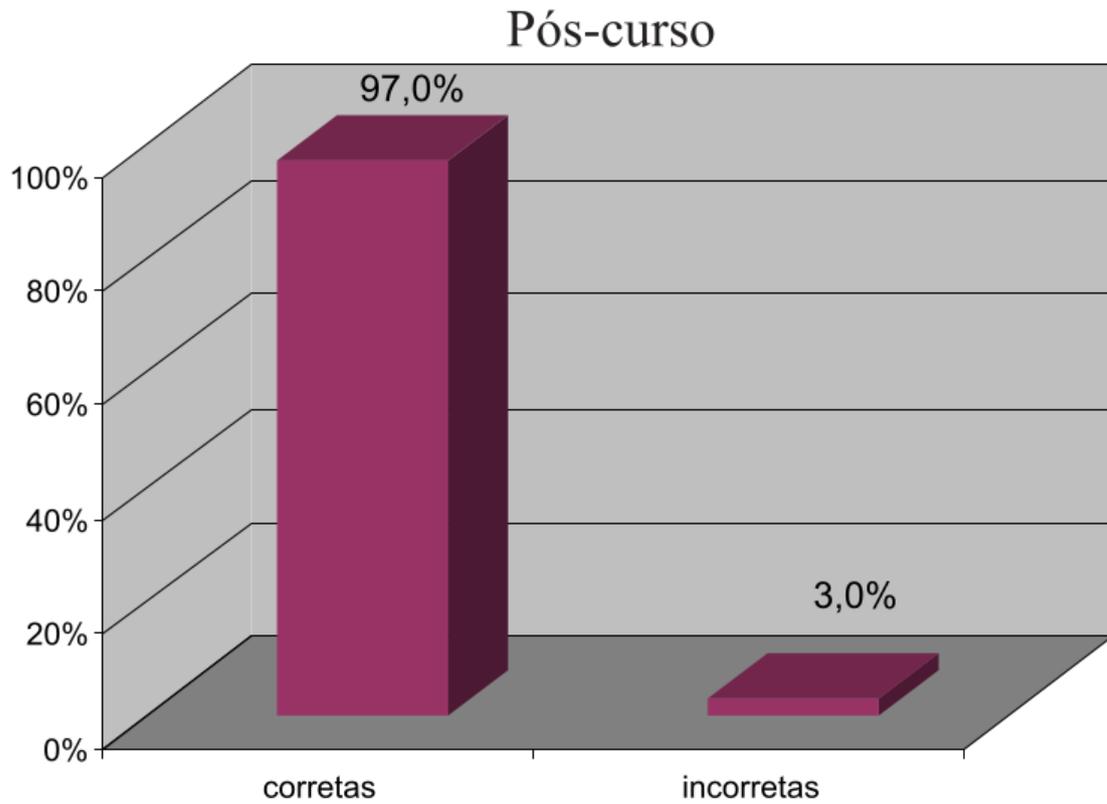
Fonte: Voelzke e Gonzaga, 2011, p. 5

Depois do curso, percebeu-se que as respostas corretas aumentaram 60%, como mostra a Figura 2. Portanto, desse trabalho pode-se concluir que o Curso de Extensão Universitária pode promover uma integração entre os professores independentemente da disciplina que lecionam; maior segurança para aplicar os conceitos de astronomia na educação básica; que os professores se mantenham atualizados e que saibam abordar os conceitos de maneira adequada à faixa etária dos estudantes.

Com este estudo espera-se que existam mais pessoas interessadas em trabalhar com a finalidade de propiciar a alfabetização científica usando para isso o tema Astronomia, pois sabe-se que é riquíssimo e pode desempenhar um papel de extrema relevância para a atual sociedade.

Os dados obtidos pelos pesquisadores demonstram que muitos professores não têm a graduação na respectiva área necessária para um melhor desenvolvimento de suas atividades de

Figura 2 – Respostas dos professores a respeito de quantos planetas o sistema solar tem atualmente.



Fonte: Voelzke e Gonzaga, 2011, p. 5

docência. Isso reflete no ensino de física e, conseqüentemente no ensino de Astronomia.

### 3 METODOLOGIA

Para inserção do presente projeto, vamos utilizar uma abordagem qualitativa e quantitativa, e assim mesclar os saberes preexistentes dos nossos alunos com as novas teorias inseridas, de forma que seja cooperativa na mediação do conhecimento.

Em um primeiro momento, houve uma análise do interesse nesse tema por parte dos alunos, seguidos por um período de inscrição da oficina, que durou 5 dias. Devido a alta procura, houve a necessidade de limitar as vagas da oficina, criando assim, uma turma com 50 estudantes, onde na primeira aula compareceram apenas 22 estudantes. Ao final do curso, o número de estudantes aumentou para uma quantidade de 30 alunos.

Seguindo o mesmo procedimento de Cunha (2017), para testar os conhecimentos prévios dos alunos foi aplicado na primeira aula um questionário, com a justificativa que, para realizar um trabalho científico, é necessário ter uma análise quantitativa dos dados em virtude da aplicação da presente oficina. Este questionário, que está no Apêndice A, abrangeu quais motivos levaram os alunos a participar desta oficina e quais são os conceitos básicos que eles conheciam sobre Astronomia e Astrofísica.

No decorrer da sequência didática, foram realizados duas práticas nas quais os alunos pudessem construir os experimentos, tais como: experimentos voltados para medir distâncias de corpos celestes utilizando a técnica de paralaxe trigonométrica e aprenderam a construir um espectrógrafo de baixo custo, para observar o espectro de uma lâmpada fluorescente e o espectro das estrelas. Antes das aplicações das práticas, foram utilizados materiais mais ilustrativos, como slides, onde nesses slides foram utilizadas imagens tiradas de telescópios espaciais, de modo a tornar a aula mais interativa, participativa e expositiva, visando uma melhor compreensão dos temas tratados em cada aulas. A organização das aulas, encontram-se na tabela 1.

#### 3.1 Questionários

Nessa seção será feito uma descrição das perguntas feitas nos questionários antes e depois da realização da oficina. Elas estão disponíveis no Apêndice A e B.

##### *3.1.1 Avaliação 1 - Avaliação Antes da realização da oficina.*

Na questão 1, buscou-se entender quais motivos levaram os alunos a participarem da oficina. O primeiro item (a) relata que os alunos iriam participar da oficina com a finalidade de

receber uma certificação. Os dois itens seguintes (b e c) referem-se à participação dos alunos por alguma pressão por parte do colégio ou da família. O item (d) mostra a quantidade de alunos que participaram da oficina por interesse prévio e o item (e) a quantidade que busca a oficina por desafio.

A questão 2 buscou saber se os alunos possuíam contato com Astronomia/Astrofísica antes da oficina. Podemos separar essas respostas em três grupos: do item (a) ao (f), representando os alunos que tiveram contato com Astrofísica/Astronomia como atividade extra classe; o item (g) representando os alunos que tiveram contato com Astronomia na sala de aula; e o item (h), representam os alunos que nunca tiveram contato com Astrofísica/Astronomia fora ou dentro da sala de aula.

A questão 3, consistiu em saber a quantidade de alunos que tem interesse em seguir carreira acadêmica em Astronomia. Já a questão 4 teve como objetivo quantificar quantos alunos entendiam o significado da unidade de medida "anos-luz".

### ***3.1.2 Avaliação 2 - Avaliação após a realização da oficina.***

Este questionário foi aplicado após a realização da oficina e tem como objetivo avaliar as percepções dos alunos a respeito do tema de Astrofísica e Astronomia. A primeira questão consistiu em avaliar a percepção que os alunos tiveram após ter uma aula de medidas de distâncias estelares, fazendo a aplicação prática a respeito do tema. Já a segunda questão teve como objetivo analisar quais cores das estrelas eram as mais quentes, uma vez que foi dada uma aula sobre radiação de corpo negro e foi mostrado a relação entre temperatura e o comprimento de onda. A terceira pergunta consistiu em analisar, após a aplicação da oficina, se os alunos tinham aprendido o significado do termo "anos-luz". A quarta questão consistiu em analisar se os alunos entendiam o significado da escala de magnitude aparente das estrelas após a realização da oficina. A quinta questão verificou-se se os alunos tiveram mais interesse, após participar da oficina, em seguir carreira na área de Astronomia.

## **3.2 Aulas**

A oficina foi aplicada em quatro aulas com duração de duas horas, totalizando 8 horas de aulas com temas voltados para Astronomia e Astrofísica. Cada aula se subdividiu em subtópicos, onde na segunda e na quarta aula que foi aplicada a realização experimental por parte

Tabela 1 – Composição dos conteúdos ministrados na oficina.

Unidade Temática	Tema	Conteúdos
I	Astronomia pré-telescópica	História da Astronomia; Personalidades que marcaram a história da astronomia (cientistas, filósofos e astrônomos); Instrumentos de observações celestes (Dos instrumentos pré-óticos aos instrumentos óticos). Paralaxe Heliocêntrica e Geocêntrica;
II	Medições de distâncias e a escala de Magnitude	Unidades de medidas astronômicas (Anos-luz, Unidade Astronômica e Parsec); Luminosidade das estrelas; Escala de Magnitude (Magnitude aparente e absoluta); Índice de Cor; Construção de um experimento para fazer medição de distâncias utilizando a técnica de Paralaxe.
III	A teoria da Radiação e a espectroscopia	Lei de Wien; Lei de Planck; Leis de Kirchhoff; Átomo de Hidrogênio; Sequência espectral das Estrelas; O Diagrama HR;
IV	Introdução à Astrofísica	Relação Massa-Luminosidade; Processo evolutivo de uma estrela; Construção de um espectrógrafo.

dos alunos.

### 3.2.1 Aula 1: Astronomia pré-telescópica

A primeira aula iniciou-se com a apresentação da oficina, explicitando seus objetivos e relatando que a coleta de dados dos questionários é para um trabalho de conclusão de curso (TCC) da Universidade Federal do Ceará (UFC), e que para isso foi necessário passar um questionário que está contido no Apêndice A, cuja análise das respostas estão no capítulo posterior.

No primeiro momento, segundo Filho e Saraiva (2014), foi mostrado a história da Astronomia, passando pelos primeiros astrônomos de diferentes culturas, como os babilônios, assírios e egípcios chegando a Grécia, onde se deu ênfase nos seguintes filósofos: Tales de Mileto ( 470-390 a.C), Anaximandro ( 610 - 546 a.C) , Pitágoras de Samos ( 572 - 497 a.C), Hiparco de Nicéia (160 - 125 a.C), Ptolomeu (85 -165 d.C) dentre outros. Foi falado do modelo Geocêntrico e o modelo heliocêntrico, dando ênfase ao estudo das precisões das observações do movimento dos planetas. Nessa etapa, foi relatado a existência da esfera celeste e o princípio da mediocridade, que relata que não há nada de especial com o ser humano ou com a vida na Terra, quebrando um paradigma que a filosofia cristã tanto estimava, que era considerar que a Terra é o

centro do universo.

Depois relatou-se a importância do sistema heliocêntrico, que foi um marco de Nicolau Copérnico no início do século XV, mostrando que o Sol era centro do universo.

Seguiu-se falando de Tycho Brahe, um dos melhores cientistas observacionais que se tem registro, porque conseguiu fazer medidas da posição dos planetas de forma extraordinariamente precisas usando instrumentos rudimentares para nós, porém, excelente para a época, permitindo assim, Johannes Kepler formular suas leis do movimento planetário.

Ao falar sobre Galileu Galilei foi explicado como foi construída sua primeira luneta e que ele a aperfeiçoou com o passar do tempo. Seus registros de Vênus possibilitaram comprovar que a teoria heliocêntrica estava correta, dentro das limitações do próprio Sistema Solar.

Ao final da primeira aula, foi explicado a diferença entre a Astrofísica e Astronomia, onde foi relatado que o objetivo da Astronomia é medir a posição dos corpos celestes, bem como calcular sua órbitas. Esses estudos foram realizadas em duas sub áreas, a Astrometria e Mecânica Celeste. Já a Astrofísica estuda a natureza física do Universo e do que nele está contido (Planetas, Estrelas, Galáxias, além da natureza e composição do que há neles e entre eles). A Astrofísica complementa o ramo tradicional da Astronomia.

### ***3.2.2 Aula 2: Medições de distâncias e a escala de Magnitude***

Na segunda aula inicia-se a discussão sobre o conceito de distâncias astronômicas, onde deve-se evidenciar que unidades de medidas comumente utilizadas, como o metro, não são práticas para medir esse tipo de distâncias. Assim estabeleceu-se outras unidades de distâncias.

Seguiu-se mostrando que há um histórico de como as primeiras medidas de distância foram realizadas e os métodos utilizados para isso. Relatou-se que Hiparcos obteve a medida da distância entre a Terra à Lua com base no raio terrestre, estimando entre 59 e 67 raios terrestres, uma aproximação impressionante. O valor atualmente conhecido varia entre 57 a 64 vezes o raio da Lua, dependendo da posição relativa entre eles. Foi mostrado que, se observarmos um ângulo de 1 grau, esse objeto estará 57 vezes mais afastado que sua altura e que isso possibilitou o cálculo do diâmetro lunar. Com o advento do telescópio, muitos objetos celestes foram descobertos, com isso surge a necessidade de calcular distâncias cada vez maiores.

A técnica mais utilizada para fazer essas medições de distâncias cada vez maiores, foi o que chamamos de paralaxe, que é o deslocamento aparente de um observador em relação a um fundo fixo, devido a mudança do observador. É importante ressaltar que essa técnica tem um

limite de alcance, pois os objetos que estão muito distantes não possuem um ângulo de paralaxe facilmente mensurável, impossibilitando seu uso.

Nesse momento, utilizou-se a proposta experimental do trabalho "Da Astronomia Básica a Astrofísica, um curso de Astronomia e Astrofísica para o ensino médio", de Evandro Luís da Cunha, onde sugere que o professor realize uma atividade prática de como realizar medidas de distância utilizando paralaxe. De acordo com Cunha, (2017):

O desafio é o “aluno observador” encontrar a distância entre si e dois “alunos estrelas”. (...) Sugere-se a formação de grupos com 4 integrantes, no mínimo. Um será o observador, que fará o papel da Terra, outro aluno será o ponto de referência lateral, para confirmar que o observador não muda o ângulo de observação, e os dois últimos são as estrelas. No qual um corresponde a estrela mais próxima e o outro às estrelas de fundo. Nessa atividade, o “aluno de referência lateral” deve utilizar uma trena para medir as distâncias “reais” e com isso ter um valor para comparar posteriormente.

Essa atividade demorou cerca de 40 minutos e foi-se necessário utilizar a quadra da escola, por ter uma dimensão bem maior que a sala de aula. Cunha ainda afirma que:

É interessante trabalhar as semelhanças e diferenças entre esse método aplicado em sala para com o método real, com estrelas. Falar que os ângulos em paralaxes heliocêntricas, das estrelas observadas são muitíssimas vezes menores que o encontrado por eles, o que exige muita precisão dos instrumentos. Essa atividade demora cerca de uma hora, entre construir o compasso celeste e fazer o experimento, além do professor ficar em constante movimento entre os grupos orientando as medidas e sanando dúvidas.

De fato, utilizando essa técnica os alunos aprenderam que para testar a eficiência do instrumento construído por eles, é necessário que esse instrumento também funcione para medidas de distâncias mais próximas. É importante enfatizar que antes da construção experimental, os alunos receberam um roteiro no qual os guiavam nos objetivos que tinham que ser realizados. Esse roteiro encontra-se no anexo.

Dando continuidade a segunda aula, depois da experimentação, foi explicado as escalas de magnitudes aparente e absoluta, explicando suas diferenças e importância para Astrofísica moderna. Deve-se explicar que a magnitude de uma estrela está relacionado com o seu brilho aparente e que quanto mais brilhante uma estrela é, menor o valor numérico correspondente a sua escala de magnitude. Já a magnitude absoluta é o valor numérico que essa estrela teria se tivesse a uma distância de 10 parsec, ou aproximadamente 33,3 anos-luz, relatando uma característica intrínseca da estrela. Também foi relatado o significado e a importância dos índices de cores, onde deve-se evidenciar que utilizando essa técnica simples, podemos medir quantitativamente as cores das estrelas.

### **3.2.3 Aula 3 - A teoria da Radiação e a espectroscopia**

Na terceira aula, deu-se ênfase ao estudo da espectroscopia, e é interessante que o professor já tenha um espectrógrafo já construído e o passe para que os alunos observem o espectro de uma lâmpada e o espectro solar (é importante ressaltar para os alunos que não façam observação diretamente para o Sol, e sim para as proximidades dele). É importante relatar as leis de Kichorff para a espectroscopia e o modelo de Bohr, para que os alunos tenham condição de explicar quantitativamente e qualitativamente o significado do espectro da absorção e emissão. Nessa aula também relatou-se a importância do trabalho de Max Planck, para explicar a radiação de corpo negro, uma vez que é nesse trabalho que ele relaciona a temperatura dos materiais com o comprimento de onda.

### **3.3 Aula 4: Introdução à Astrofísica**

Na última aula começou-se a discutir Astrofísica dando ênfase em 4 temas: O diagrama de Hertzsprung-Russell ou como é mais conhecido, o diagrama HR, a relação entre a massa-luminosidade de uma estrela e o processo evolutivo das estrelas. Foi englobado nessa aula, diferentes fases da vida de uma estrela, de acordo com sua massa inicial. Segue-se com a classificação da Havard e com o estudo do diagrama HR, nessa etapa é interessante questionar aos alunos como se sabe sobre os elementos químicos que estão presentes na estrela, assunto que pode ser melhor tratado depois de se ter um visão sobre o que é espectroscopia.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse momento serão discutidos os resultados referentes aos questionários aplicados antes e depois da oficina, onde houve dois tipos de avaliações: objetivas e subjetivas. Como os alunos tinham espaço para a escolha de mais de uma alternativa em cada questão, as somas das quantidades de respostas em cada item podem ultrapassar o número de alunos.

Como a análise de tais resultados é complexa, iremos investigar mais elaboradamente cada questão. Ao longo do capítulo serão mostrados do que se trata essas questões.

### 4.1 As Avaliações

#### 4.1.1 *Questionário 1 - Aplicação antes do início da Oficina*

É importante ressaltar que inicialmente a oficina continha apenas 22 estudantes e no final da oficina, a quantidade de estudantes aumentou para 30.

Na primeira questão é possível notar que o item mais marcado foi o item "e", portanto a maior motivação para os alunos participarem da oficina, se deu por conta de um processo de autoavaliação. Já o item "d" nos mostra que boa parte dos alunos tem interesse pela disciplina e por ser uma chance rara de contato com a matéria. Um resultado importante é que nenhum momento a escola e a família obrigou os alunos a participarem.

Segundo os resultados da questão 2, comparando com a quantidade de alunos no início do curso, pode-se perceber que mais da metade dos alunos nunca tiveram nenhum contato marcante com Astronomia/Astrofísica. Para estes alunos, a oficina surge como um primeiro contato, demonstrando assim a relevância da realização de oficinas em escolas públicas. Outro resultado relevante, é a importância dos documentários de divulgação científica, onde, nesse trabalho, mostrou-se ter um papel fundamental para que os alunos adentrassem no mundo da Astronomia/Astrofísica. O terceiro resultado importante dessa questão, refere-se aos contatos que os alunos tiveram em sala de aula. Porém, uma crítica recorrente é que os professores não dão ênfase ao assunto, sendo retratado apenas em poucas aulas no tema de gravitação universal.

Já na terceira questão, os resultados iniciais demonstram que apenas 19% dos alunos que participaram da oficina tem interesse em seguir carreira acadêmica em astrofísica, indicando assim a falta de motivação que os alunos tem sobre a respectiva área.

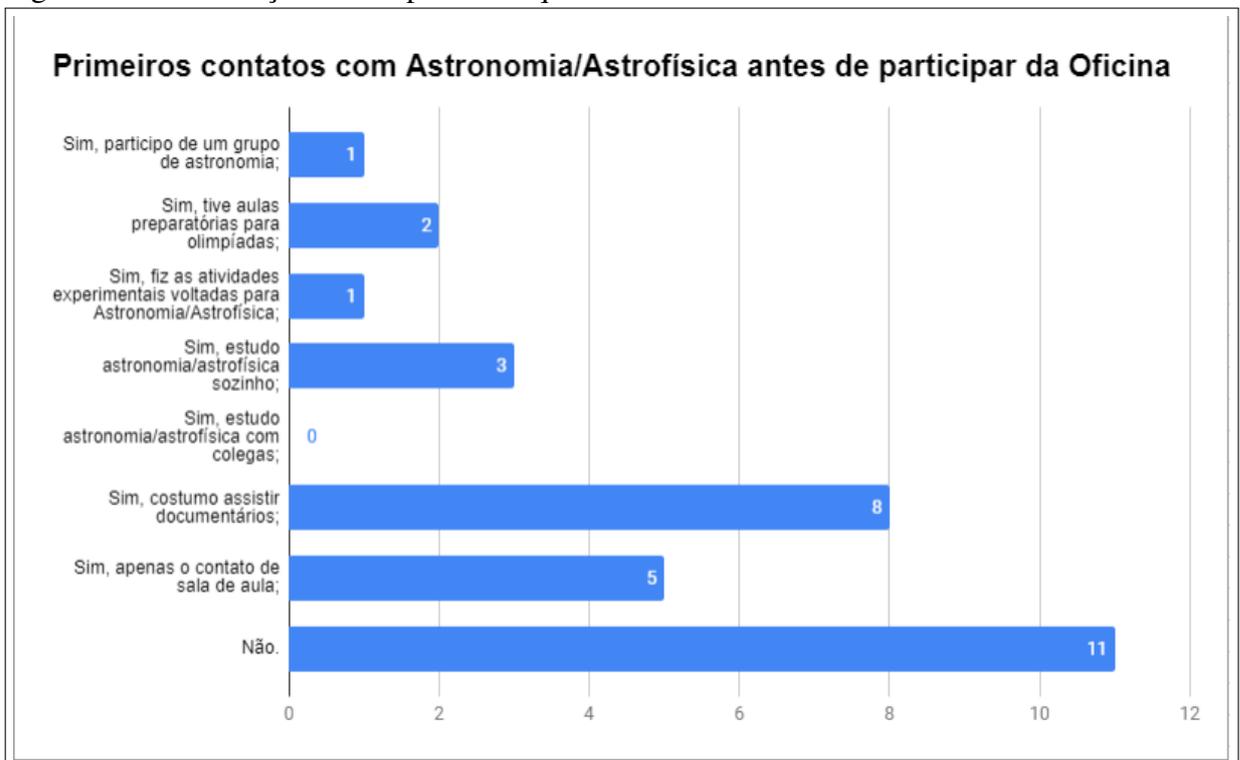
As questões analisadas da primeira avaliação a partir de agora, serão perguntas

Figura 3 – Distribuição das respostas da questão 1



Fonte: o autor.

Figura 4 – Distribuição das respostas da questão 2

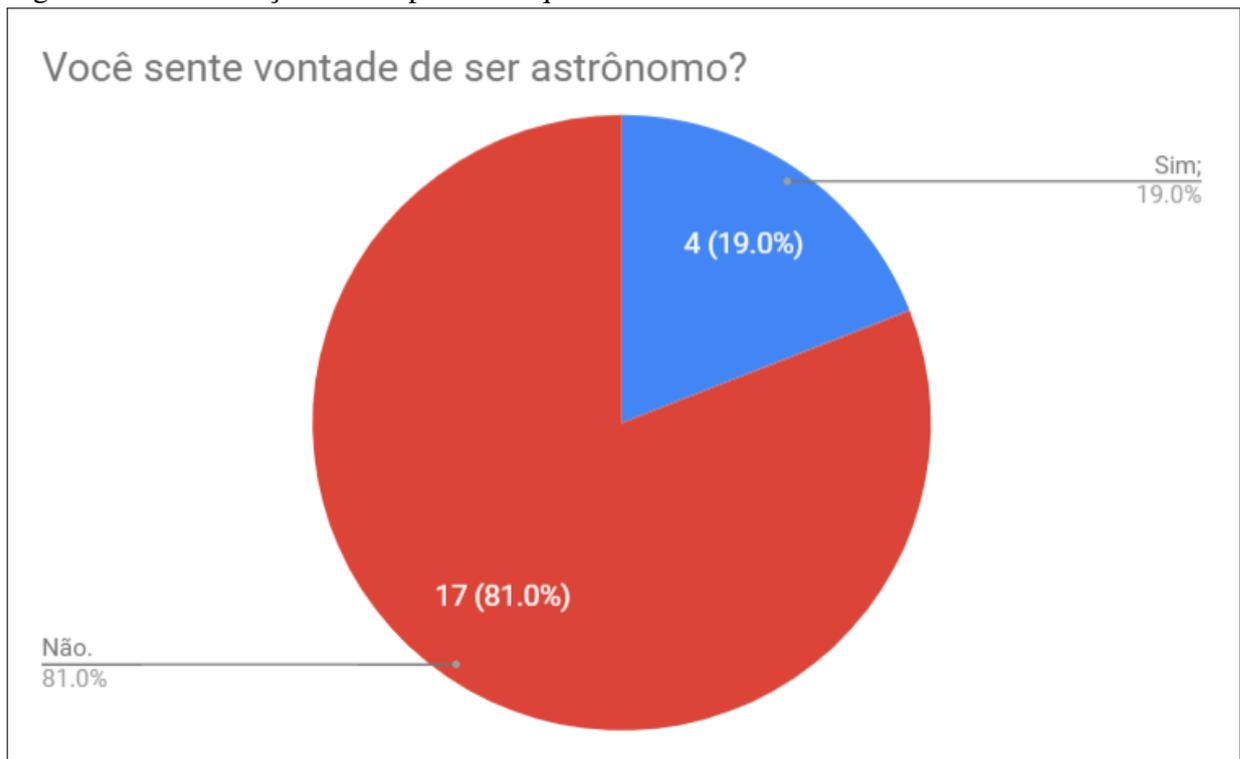


Fonte: o autor.

voltadas para o tema de Astrofísica.

Na questão 4, foi perguntado aos alunos a respeito do que significava o termo "anos-luz" na física. O resultado dessa pergunta gerou uma grande preocupação, uma vez que é um

Figura 5 – Distribuição das respostas da questão 3



Fonte: o autor.

termo bastante bastante utilizado para se fazer medições de distâncias astronômicas. Os alunos não souberam relacionar "anos luz" como uma medida de distância, mas sim de tempo. Uma das resposta foi: "A quantidade de tempo que a luz atravessa em 1 ano". Nessa mesma questão 85% dos alunos responderam "Não sei" e nenhum aluno conseguiu explicar o significado de "anos-luz", tendo um total de 100% de erros.

#### 4.1.2 Questionário 2

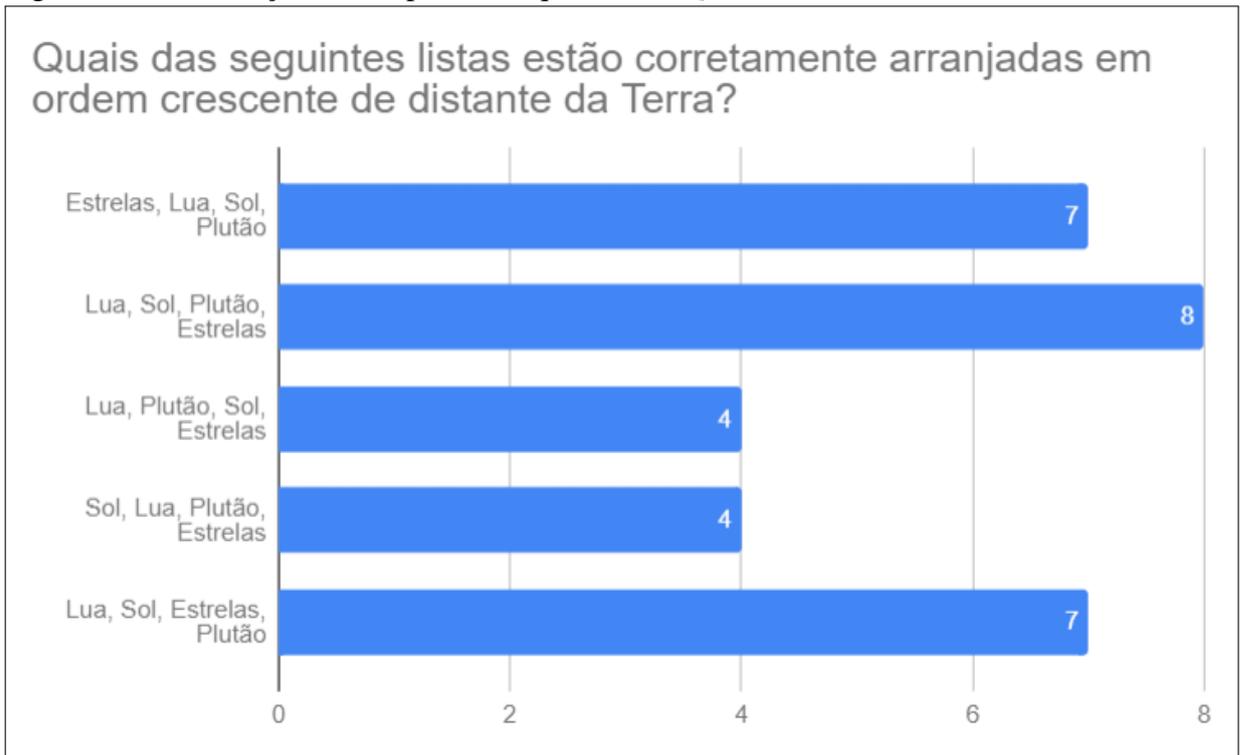
Este questionário foi aplicado após a realização da oficina, com um intervalo de tempo de 1 semana.

Da primeira questão do questionário 2, Podemos notar que 8 alunos responderam a resposta correta, e tendo uma percepção mais aguçada sobre as medidas de distâncias astronômicas.

Já a segunda questão do questionário 2, foi obtido resultados positivos, uma vez que os alunos sequer entendiam qual relação entre cor e temperatura. O gráfico da figura 7 demonstra quantitativamente este resultado. Logo, podemos inferir que 80% dos alunos aprenderam que as estrelas mais quentes são as estrelas que tem as cores azuladas.

Do gráfico da figura 8, podemos concluir que 66,7% dos alunos aprenderam que

Figura 6 – Distribuição das respostas da questão 1 - Questionário 2



Fonte: o autor.

Figura 7 – Distribuição das respostas da questão 2 - Questionário 2

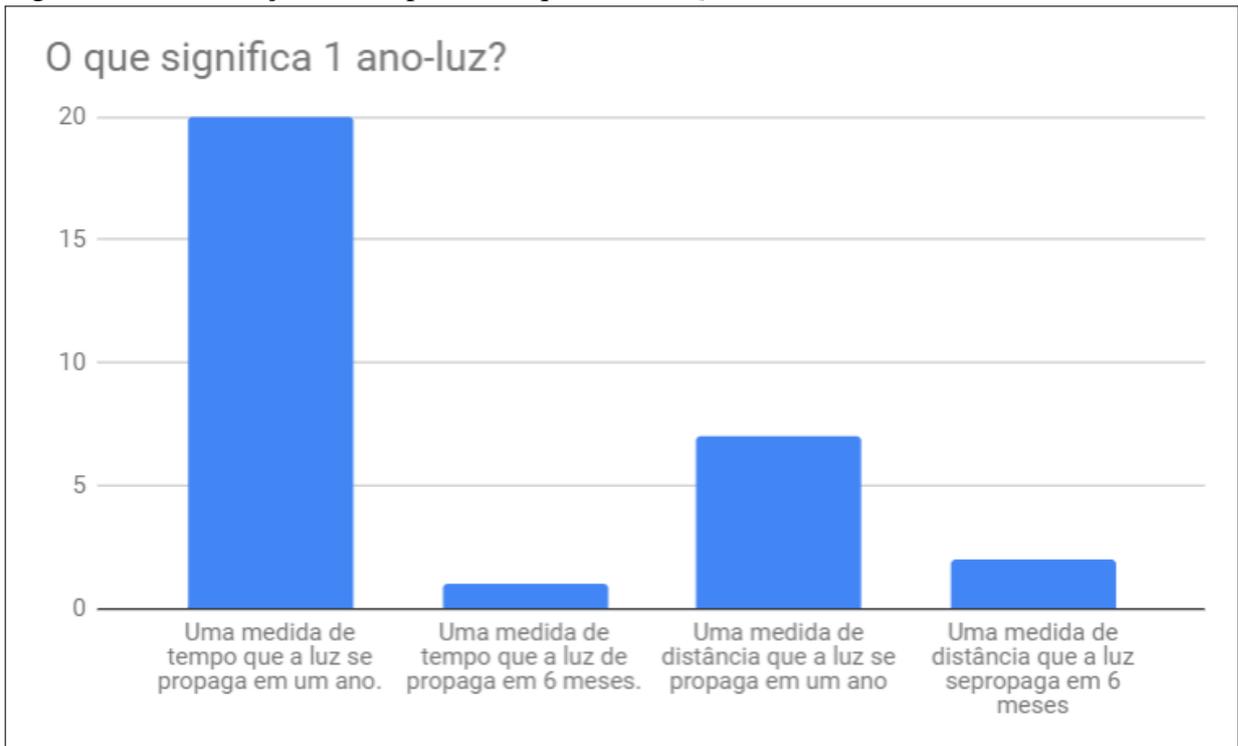


(2).png

Fonte: o autor.

o significado de anos-luz é uma medida de distância que a luz percorre em um ano. 23,3% continuaram com a percepção que tal grandeza representa o tempo que a luz percorre em um

Figura 8 – Distribuição das respostas da questão 3 - Questionário 2



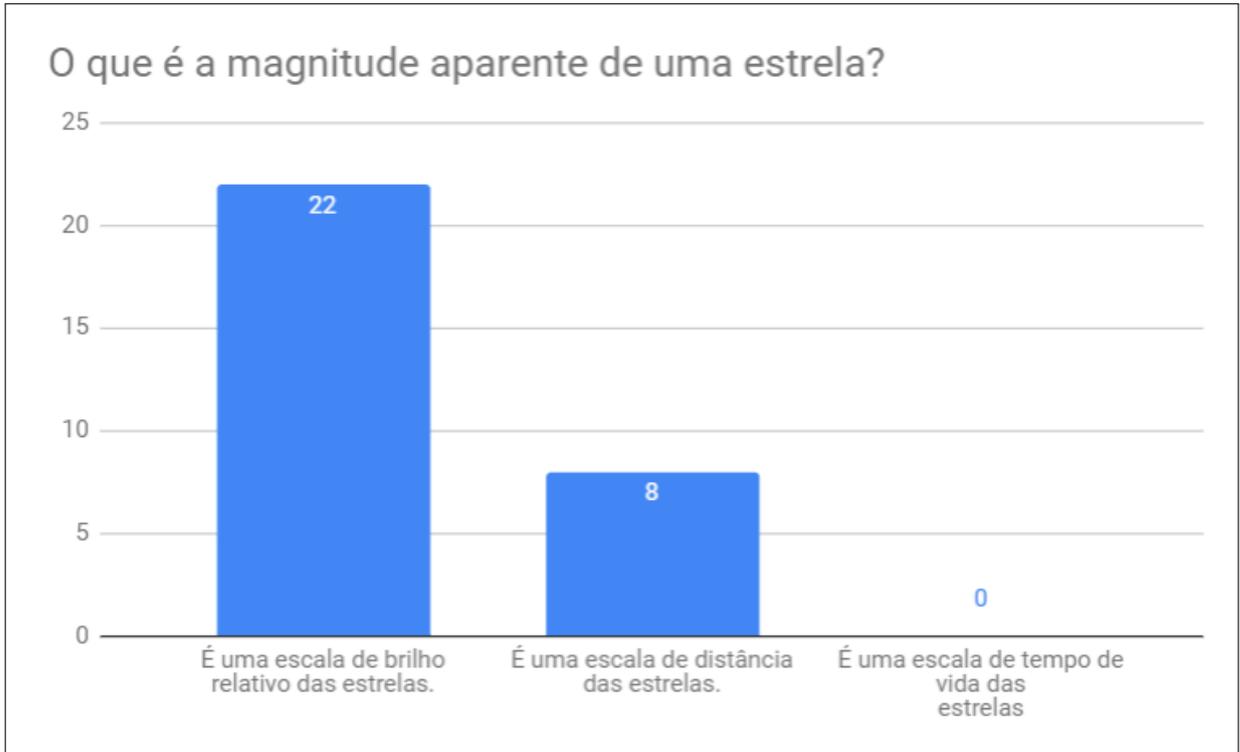
Fonte: o autor.

ano. Dessa forma o curso demonstrou-se ser relevante para o entendimento de tal conceito. No questionário 1 foi possível avaliar que todos os alunos erraram a resposta e após o curso, houve um aumento de 66,7% de acerto.

Ainda adentrando na discussão dos conceitos de astrofísica, foi realizado uma pergunta se os alunos entendiam o significado da escala de magnitude aparente das estrelas após a realização da oficina. O resultado mostrou que 22 alunos aprenderam o conceito após a realização da oficina, demonstrando sua efetividade.

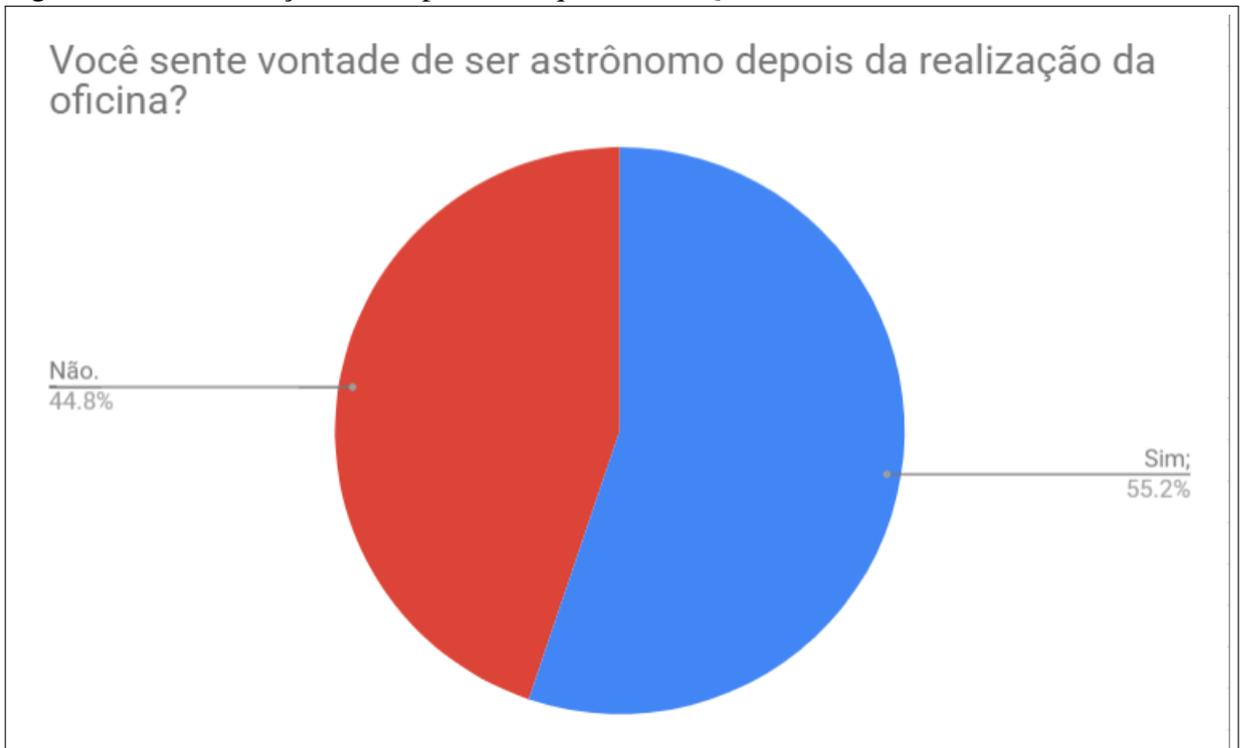
A quinta questão teve como objetivo analisar se os alunos se sentiam motivados para seguir a carreira em Astronomia no futuro, e o resultado demonstrou que 55% dos alunos sentiram-se motivados para seguir a carreira de astrônomo depois da realização da oficina, significando que foi aprendido a importância da Astronomia como carreira científica, como mostra o gráfico da Figura 10.

Figura 9 – Distribuição das respostas da questão 4 - Questionário 2



Fonte: o autor.

Figura 10 – Distribuição das respostas da questão 6 - Questionário 2



Fonte: o autor.

## 5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Nesse estudo, teve-se como objetivo investigar como o ensino de Astronomia está sendo aplicado no Brasil e como organizar uma oficina que propõe experimentação para melhor entendimento dos alunos na respectiva área. Relacionou-se os conceitos prévios que os alunos tinham a respeito de astronomia, bem como o efeito motivador que as organizações de oficinas podem oferecer.

Demonstrou-se positivo o efeito motivacional das oficina, pois, como mostra a figura 10, aumentou-se 25,8% a quantidade de alunos que pensam em seguir carreira acadêmica em Astronomia.

Também foi demonstrado a eficiência do aprendizado dos alunos em relação aos conceitos básicos de Astronomia. Demonstrou-se que aumentou em 66,7% a quantidade de alunos que entenderam o significado da unidade de medida Anos-luz. E que 73,3% entenderam o significado de magnitude aparente, que é um escala de brilho que depende da distância do observador até a respectiva estrela em questão. 80% dos alunos entenderam que as estrelas mais quentes são as azuis, porque tiveram uma aula de introdução à radiação de corpo negro, e foi mostrado qual a relação entre cor e temperatura das estrelas.

Outro resultado relevante que este trabalho mostrou, foi que 100% dos participantes entenderam que a astrofísica não é uma matéria isolada, mas sim uma matéria com altos índices de interdisciplinaridades, onde foi explorado matemática, física, química e até mesmo biologia.

O estudo da Astronomia se faz necessário, pois além de proporcionar um grande espaço de interdisciplinaridade, principalmente com a física, química, matemática, geologia e biologia, ela pode ser utilizada como referencial para que os professores chamem atenção dos alunos, pois é um dos temas que mais os atraem.

Em resumo, foi revelada uma deficiência encontrada nos alunos do primeiro e segundo ano do ensino médio sobre os conceitos básicos de Astronomia e que essa deficiência foi suprida, pelo menos em boa parte, através da realização da oficina, dando resultados satisfatórios.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. R.; HOSOUME, Y. Tópicos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia na 1ª série do ensino médio como parte integrante de um projeto curricular diferenciado de Física. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**. n. 25, p. 51-70, 2018.

AMARAL, P. **O ensino de Astronomia nas séries finais do ensino fundamental: uma proposta de material didático de apoio ao professor**. 2008. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processos de ensinagem na Universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. Joinville: Univille, 2015.

AROCA, S. C; SILVA, C. C. Ensino de Astronomia em um espaço não formal: observação do Sol e de manchas solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 33, n. 1, p. 1-11. 2011.

BISCH, S. M. **Astronomia no ensino fundamental: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores**. 1998. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

BRETONES, P. S. **Banco de teses e dissertações sobre educação em Astronomia: implantação, dificuldades e possíveis contribuições**. disponível em: <[https://sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2011\\_TCO15.pdf](https://sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2011_TCO15.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2019.

BRETONES, P. S.; NETO, J. M. **Tendências de teses e dissertações sobre educação em astronomia no Brasil**. disponível em: <[http://www.paulobretones.com.br/Artigo%20SAB%20v24\\_n2\\_2005\\_Bretones-Megid.pdf](http://www.paulobretones.com.br/Artigo%20SAB%20v24_n2_2005_Bretones-Megid.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2019.

BRETONES, P. S. Ensino e divulgação da Astronomia na América Latina na perspectiva da Liada. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**. n. 6, p. 7-19, 2008.

BUFFON, A.D.; NEVES, M. C. D. **A importância do ensino de Astronomia na perspectiva de professores e pesquisadores**. Disponível em: <<http://www.sinect.com.br/2016/down.php?id=3324&q=1>>. Acesso em: 15 out. 2019.

CUNHA, E. L. **Da Astronomia à Astrofísica: um curso para Ensino Médio**. 2017. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

DAMASCENO, J. C. G. **O ensino de Astronomia como facilitador nos processo de ensino e aprendizagem**. 2016. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF) – Instituto de Matemática, Estatística e Física, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2016.

FERREIRA, D. MEGLHIORATTI, F. A. **Desafios e possibilidades no ensino de Astronomia**. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2356-8.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2019.

GONZAGA, E. P.; VOELZKE, M. R. Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 33, n. 2, p. 1-8. 2013.

HORVATH, J. E. Uma proposta para o ensino de Astronomia e Astrofísica estelares no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 35, n. 4, p. 1-12. 2011.

JÚNIOR, E. C; FERNANDES, B. S.; GUILHERME, S. L.; SIQUEIRA, A. J.; PAIVA, J. N. M.; SANTOS, M. G.; TAVARES, J. P.; SOUZA, T. V.; GOMES, T. M. F. Divulgação e ensino de Astronomia e Física por meio de abordagens informais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 40, n. 4, p. 1-8. 2018.

JÚNIOR, E. P. V. **O ensinon de astronomia no Ensino Médio: uma proposta de oficina de apoio ao professor**. 2010. Monografia (Licenciatura em Física) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.

LANGUI, R. M.; NARDI, R. Dificuldades enfrentadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino de Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**. n. 2, p. 75-92, 2005.

LANGUI, R. M.; NARDI, R. **Educação em Astronomia no Brasil: alguns recortes**. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0206-1.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2019.

LANGUI, R. M.; NARDI, R. Ensino de Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não-formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 31, n. 4, p. 1-11. 2009.

MATSUURA, O. T. **Questionário do minicurso sobre Astrofísica**. Disponível em: <[https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/Texto\\_Questionario.pdf](https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/Texto_Questionario.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2019.

OLIVEIRA, A. A.; FUSINATO, P. A.; BATISTA, M.C. Astronomia dos currículos dos cursos de Ciências Biológicas no Estado do Paraná. **Revista Valore, Volta Redonda**. v. 3, p. 334-342, 2018.

ROGÉRIO, T. P. **Uma proposta de ensino de Astronomia para o Ensino Médio a partir de uma breve história da evolução de nosso conhecimento sobre o Universo**. 2017. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

VOELZKE, M. R.; ALBRECHT, E. O ensino de astronomia no ensino médio brasileiro sob diferentes abordagens metodológicas. Disponível em: <<https://slidex.tips/download/o-ensino-da-astronomia-no-ensino-medio-brasileiro-sob-diferentes-abordagens-meto>>. acesso em: 12 out. 2019.

**APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO 1 - APLICAÇÃO ANTES DA OFICINA**

1. Qual sua Série/Sala/Turno?
2. Quais motivos levaram você a participar dessa oficina?
  - a)(  ) Meu professor disse que eu tenho chance de ganhar um certificado;
  - b)(  ) Fui obrigado pelo colégio;
  - c)(  ) Fui obrigado por meus pais;
  - d)(  ) Gosto muito de astronomia/astrofísica;
  - e)(  ) Queria testar meus conhecimentos;
  - f)(  ) Meus amigos também fizeram;
  - g)(  ) Não tinha mais nada para fazer e decidi participar da oficina;
  - h)(  ) Outro motivo:
3. Você já possuía algum contato com Astronomia/Astrofísica antes de participar da Oficina?
  - a)(  ) Sim, participo de um grupo de astronomia;
  - b)(  ) Sim, tive aulas preparatórias para olimpíadas;
  - c)(  ) Sim, fiz as atividades experimentais voltadas para Astronomia/Astrofísica;
  - d)(  ) Sim, estudo astronomia/astrofísica sozinho;
  - e)(  ) Sim, estudo astronomia/astrofísica com colegas;
  - f)(  ) Sim, costumo assistir documentários;
  - g)(  ) Sim, apenas o contato de sala de aula;
  - h)(  ) Não.

4. Você tem vontade de ser astrônomo?

a)  Sim; b)  Não;

5. O que significa a unidade de medidas “anos-luz?”

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO 2 - APLICAÇÃO APÓS A OFICINA

1. Quais das seguintes listas estão corretamente arranjadas em ordem crescente de distante da Terra?
  - a) Estrelas, Lua, Sol, Plutão
  - b) Lua, Sol, Plutão, Estrelas
  - c) Lua, Plutão, Sol, Estrelas
  - d) Sol, Lua, Plutão, Estrelas
  - e) Lua, Sol, Estrelas, Plutão
  
2. De que cor são as estrelas mais quentes?.
  - a) Azul
  - b) Vermelha
  - c) Amarela
  - d) Laranja
  - e) Branca
  
3. Você sabe o que significa 1 ano-luz?
  - a) Uma medida de tempo que a luz se propaga em um ano.
  - b) Uma medida de tempo que a luz se propaga em 6 meses.
  - c) Uma medida de distância que a luz se propaga em um ano.
  - d) Uma medida de distância que a luz se propaga em 6 meses.
  
4. O que é a magnitude aparente de uma estrela?
  - a) É uma escala de brilho aparente das estrelas.

- b) É uma escala de distância das estrelas.
- c) É uma escala de tempo de vida das estrelas.

5. Você sente vontade de ser astrônomo depois do curso?

- a) Sim
- b) Não

## ANEXO A - CONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO 1 - MEDIDAS DE DISTÂNCIAS UTILIZANDO A TÉCNICA DE PARALAXE

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF – Polo UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

Apêndice integrante da dissertação de mestrado cujo título é: “Da Astronomia Básica à Astrofísica: um curso para Ensino Médio”, adaptada pelo mestrando Evandro Luis da Cunha sob Orientação do professor Dr. Gerson Renzetti Ouriques, do experimento realizado por Leandro de Oliveira Kerber, disponível em <http://www.if.ufgs.br/oei/exp/paralaxe.htm>.

### MATERIAL NECESSÁRIO:

Régua de 60 cm

Cabo de vassoura ou outra madeira leve e reta de aproximadamente 1 metro de comprimento

Pedaço de madeira de 50 cm

3 parafusos finos e compridos

Trena

Fio de nylon ou qualquer outro tipo de fio flexível

### OBJETIVO E PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Separar em grupos com 4 integrantes cada para construir um compasso celeste para medir os ângulos entre dois corpos e posteriormente, através da paralaxe calcular a distância entre eles.

Para construir o compasso celeste, faça 3 furos nas régua. Dois nas extremidades (0 cm e 60 cm), onde serão presos os fios de nylon e um exatamente no centro (30 cm)

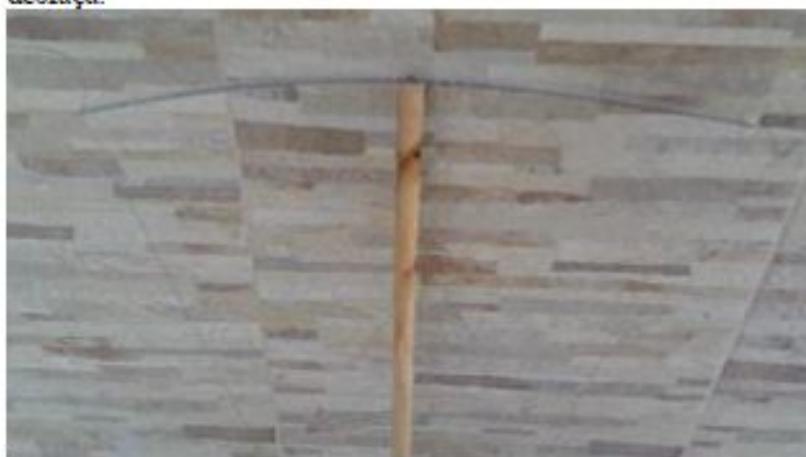


Com o parafuso no furo do meio da régua, prenda ela exatamente no centro de uma das extremidades do cabo de vassoura



Coloque outro parafuso na extremidade oposta a que se localiza a régua. Esse parafuso será utilizado para amarrar o fio de nylon.

Amare as extremidades da régua, curvando-a levemente de forma a obter um arco de semicírculo e prenda o fio na extremidade oposta, de forma que não se desfaça.



Pegue o outro pedaço de madeira e prenda-o com um parafuso central perpendicularmente no cabo de vassoura, esse será nosso ESQUADRO.

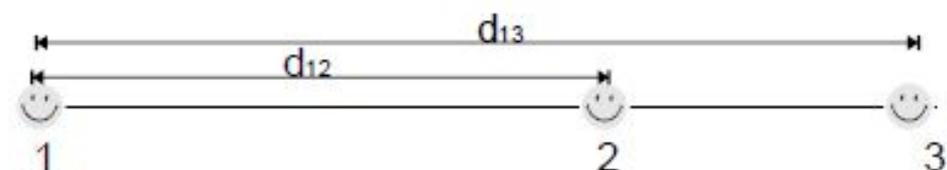


Está pronto o compasso celeste.



O compasso celeste será utilizado para medir os ângulos de paralaxe entre os corpos adotados. Com o uso dele, podemos medir distâncias entre corpos sem estarmos próximos a eles. Exatamente como fazemos com estrelas.

Para isso, precisamos alinhar 3 alunos conforme a figura a seguir:



Onde:

1 é o observador, que estará com o compasso celeste.

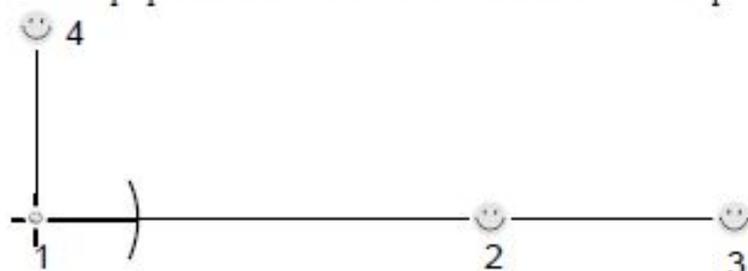
2 é o aluno que representa a estrela A, que está mais próxima de nós.

3 é o aluno B que representa as estrelas de fundo.

$d_{12}$  é a distância entre o observador e a estrela A

$d_{13}$  é a distância entre o observador e a estrela B

Um aluno (4) deve se posicionar ao lado do observador, formando um T. Ele deve estar alinhado com o esquadro construído sobre o compasso, ou seja, a madeira perpendicular sobre o cabo de vassoura deve estar apontando para ele.



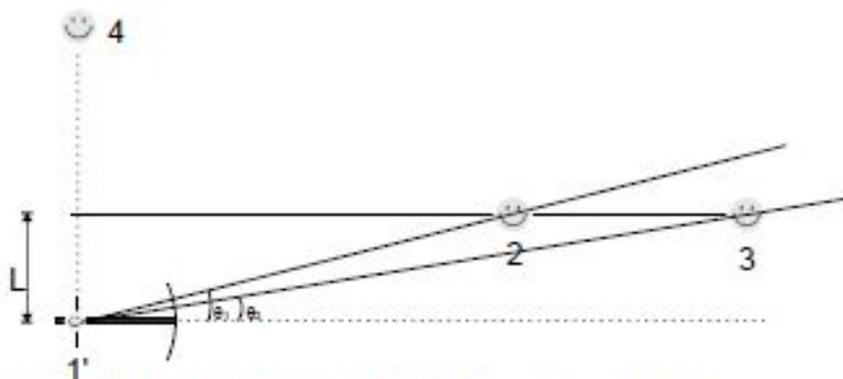
Agora, simularemos uma passagem de tempo, no qual o aluno observador estará se deslocando a uma distância lateral  $L$  do seu ponto de origem. É importante que esse deslocamento seja perpendicular aos alunos “estrelas”. Essa nova posição do observador será chamada de  $1'$ .

A distância  $L$  percorrida por ele deve ser anotada na tabela. Isso é equivalente a Terra em um lado do Sol em janeiro e no lado oposto em julho, ou seja, ao diâmetro da órbita terrestre.



O compasso celeste deve ser apontado não para a estrela, mas sim em paralelo com o ponto que apontava antes (linha horizontal pontilhada). Para isso, verifique se o “esquadro” continua ainda apontando para o aluno 4.

Agora é só ver qual o ângulo entre a reta pontilhada e a posição do aluno “1’,2” e a posição do aluno “1’,3”. Para isso, observe através da régua, que é transparente, qual a numeração (dos centímetros) onde se encontra a estrela 1 e a estrela 2. Use como se fosse uma mira para ter maior precisão (tomar cuidado para não desalinhar com o aluno referência (4)).



O ângulo é obtido através da equação da posição angular.

$$\theta = \frac{S}{R}$$

Onde  $S$  é o arco percorrido (observado na régua) e  $R$  é o Raio da circunferência (o tamanho do cabo da vassoura).

Supondo que o aluno 1 (vamos chamar de objeto A) está exatamente atrás do número 20. Isso significa que o deslocamento  $S$  é de 10 cm (30 cm (centro da régua de 60 cm) – 20 cm). Assim supondo que o cabo tenha 80 cm de comprimento, então o ângulo será de:

$$\theta = \frac{S}{R} \quad \theta = \frac{10}{80} \quad \theta = 0,125 \text{ rad}$$

Para converter em graus, basta lembrar que  $180^\circ = \pi \text{ rad} = 3,1416 \text{ rad}$ .  
Portanto:

$$\theta^\circ = \frac{180^\circ \cdot \theta_{\text{rad}}}{3,1416}$$

De forma que:  $\theta = 7,162^\circ$

Sabendo que a tangente de um ângulo é o cateto oposto dividido pelo cateto adjacente, e que nosso cateto oposto é a distância  $L$  e o nosso cateto adjacente é a distância  $dA$ , obtemos:

$$\tan \theta = \frac{L}{dA} \quad dA = \frac{L}{\tan \theta}$$

Ou seja, supondo que o observador "1" deslocou-se 4 metros para o lado, temos que a distância  $dA$  é:

$$dA = \frac{L}{\tan \theta} \quad dA = \frac{4}{\tan 7,162^\circ} \quad dA = 31,83 \text{ m}$$

O erro percentual é obtido medindo a distância com uma trena e usando a equação:

$$\% = 100 \frac{|d(\text{paralaxe}) - d(\text{trena})|}{d(\text{trena})}$$

Complete a tabela abaixo usando os dados obtidos.

$L=$	Angulo de paralaxe	Angulo em graus	Distância calculada	Distância medida	Erro percentual
	$pA=$	$\theta a=$	$dA$	$dA$	Erro A=
	$pB=$	$\theta b=$	$dB$	$dB$	Erro B=

## ANEXO B - CONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO 2 - CONSTRUÇÃO DE UM ESPECTROSCÓPIO DE BAIXO CUSTO

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF – Polo UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

Apêndice integrante da dissertação de mestrado cujo título é: “Da Astronomia Básica à Astrofísica: Um Curso para Ensino Médio”, desenvolvida pelo mestrando Evandro Luis da Cunha sob Orientação do professor Dr. Gerson Renzetti Ouriques.

O presente material foi desenvolvido utilizando a ideia originalmente proposta pela Sociedade Brasileira de Física - SBF e entregue aos mestrandos dos polos em diferentes universidades, que pode ser acessado em [http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos\\_diversos/light2015/Espectroscopio\\_SBF.pdf](http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/light2015/Espectroscopio_SBF.pdf);

Um espectroscópio pode ser construído utilizando-se de prismas, conforme efeitos descritos no apêndice A.6.3, ou através de redes de difração, que diferentemente do prisma, a separação do espectro ocorre devido a interferência e não à refração da luz. Um feixe de luz, não sendo monocromático, se propaga sempre com a mesma velocidade, que é independente de sua frequência, por outro lado, o comprimento de onda associado deve mudar, para que essa característica seja mantida.

Eles estão relacionados pela equação:

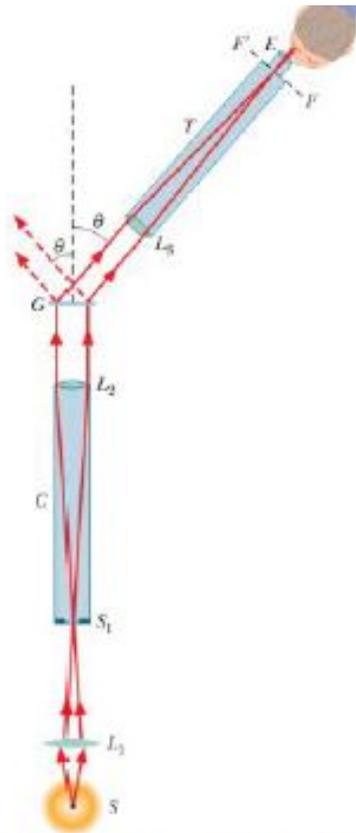
$$v = \lambda \cdot f$$

Onde:  $v$  é a velocidade da luz no material,  $\lambda$  é o comprimento de onda associado a uma frequência específica e  $f$  é essa frequência.

A equação da difração por fendas nos permite perceber que os pontos de máximos dependem do comprimento de onda, portanto da frequência da onda incidente.

$$d \sin \theta = m \lambda$$

Onde  $d$  é o valor da separação entre as raias da rede, e  $m$  é chamado de número de ordem (0, 1, 2, 3, ..., n). Já o ângulo é em relação a um eixo entre a reta que une a fonte e a fenda primária, e ao valor de  $m$  desejado. A figura a seguir mostra uma linha de difração que apareceria para uma pessoa que observasse um espectroscópio típico.



Fonte: HALLIDAY, D; RESNICK, R; Walker J. **Fundamentos de Física – Óptica e Física Moderna**, volume 4. 9ª edição, Rio de Janeiro, LTC, 2012, p. 124.

Nessa imagem, temos a fonte de luz  $S$  (como uma estrela) emitindo luz policromática, um feixe da luz incidente passa pela lente  $L_1$ , que a faz passar pela fenda  $S_1$ , sendo paralelizada novamente pela lente  $L_2$  (como ocorre, por exemplo, em um telescópio), em seguida esse feixe de raios paralelos incide na rede de difração  $G$ , que difrata os raios de luz de acordo com seus comprimentos de onda. Essa rede de difração produz duas figuras de difração simétricas ao eixo do colimador (tubo  $c$ ).

Assim, um observador, ao olhar por um espectroscópio, perceberá regiões onde, por exemplo, a luz vermelha sofrerá interferências construtivas e predominará, enquanto isso, as outras frequências sofrem interferência destrutiva nesse ponto, portanto não sendo percebidas; porém logo ao lado, a interferência construtiva se dá para outra frequência (próxima a da luz vermelha, como o verde por exemplo), mais ao lado, interferência construtiva para o amarelo, posteriormente azul e violeta e assim acaba por completar o espectro visível.

Nesse experimento, um corte em um *cap* (tampa de tubo de PVC) fará o papel da fenda que limita a intensidade dos raios luminosos e os direciona à nossa rede de difração.

A rede de difração, em nosso caso, será a superfície de um *Compact Disc (CD)* do qual foi retirada a camada reflexiva e opaca. Um CD tem tipicamente ranhuras com cerca de 1,2 micrometros de largura, se comportando, portanto como uma rede de difração com cerca de 830 ranhuras por milímetros, enquanto em um DVD, a largura é de cerca de 0,5 micrometros, tendo, portanto, cerca de 2000 ranhuras por milímetros. Uma única observação importante a ser feita é que, devido ao formato discoidal do CD, as ranhuras não são planas e sim concêntricas.

A largura da fenda no *cap* influencia na nitidez de separação do espectro, portanto, se fosse possível construir uma fenda ajustável, conseguiríamos proporcionar mais nitidez das raiais de absorção ou emissão presentes no espectro visível, porém como a espessura de uma serra de metal é constante, temos sempre uma largura fixa.

Para construir o nosso espectroscópio, precisamos das seguintes ferramentas e materiais:

Ferramentas:

- Serra de cortar ferro;
- Estilete;
- Tesoura.

Materiais:

- 20 cm de cano de PVC, 20 mm;
- 1 luva soldável para emendar cano de PVC 20 mm;
- 25 cm de cano PVC 25 mm;
- 1 *cap* soldável para cano de PVC 25 mm
- 1 CD;
- Fita isolante ou papel *contact*.
- Fita adesiva *Silvertape* que seja bem adesiva à superfície.

Procedimento:

Vamos precisar recortar um disco de diâmetro 19 mm do CD para servir de rede de difração. O processo abaixo descreve como vamos proceder para retirar a película do CD. É indiferente no resultado final retirar a película antes ou depois de realizar o recorte. A utilização de CDs velhos, que já estejam descolando, facilita e muito nesse serviço, porém deve-se tomar o cuidado de verificar se ele não está riscado. Para a

remoção da película, foi utilizado fita adesiva *Silvertape*. Essa fita colada sobre a superfície do CD e posteriormente puxada traz consigo a parte brilhante (onde ficam gravados os dados).

Na figura 83, temos o CD já sem a película, pronto para ser recortado e formar nossa rede de difração.

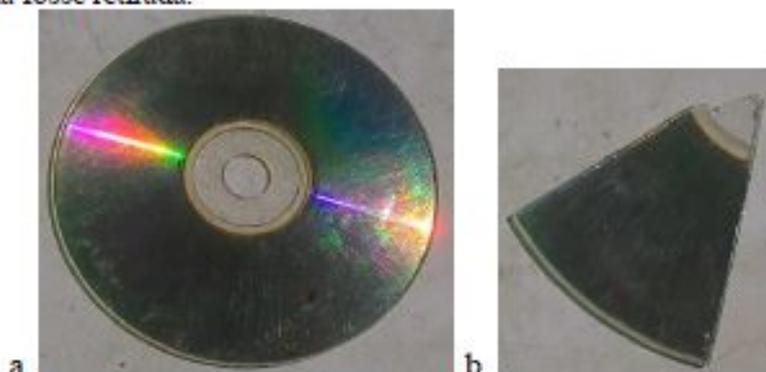
Figura 83: CD sem a película onde os dados são gravados.



Fonte: O autor.

Outra alternativa é cortar o pedaço necessário antes de retirar a película, conforme figura 84b, isso facilita em casos de difícil remoção.

Figura 84a: CD antes de retirar a película. 84b: Recorte realizado sem que a película fosse retirada.



Fonte: O autor.

Caso tenha optado por retirar a película após o corte, recorte uma fatia do CD e utilize a fita adesiva nessa etapa para sua remoção. Após removida a película, por qualquer meio, recorte o quadrado de 25 mm de lado figura 85.

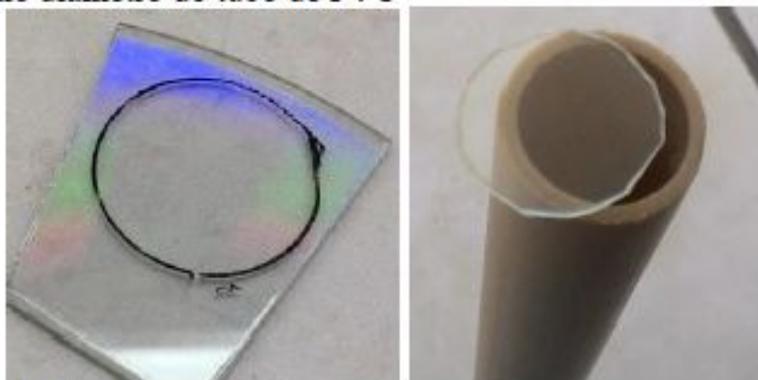
Figura 85: Rede de difração já cortada nas dimensões aproximadas de 25 mm.



Fonte: O autor.

Com a rede de difração já pronta, devemos utilizar uma tesoura ou estilete para cortar ela de forma próxima a circular, com diâmetro levemente menor que o do tubo de PVC (19 mm), conforme observável na figura 86.

Figura 86: Rede de difração recortada de forma circular, com aproximadamente o mesmo diâmetro do tubo de PVC



Fonte: O autor.

Em seguida, vamos fazer o corte da fenda para entrada de luz, no *cap*. Para isso, na parte de cima dele, faça um corte com aproximadamente 0,5 cm de profundidade, utilizando para tal a serra de cortar ferro. A figura 87 exemplifica o processo.

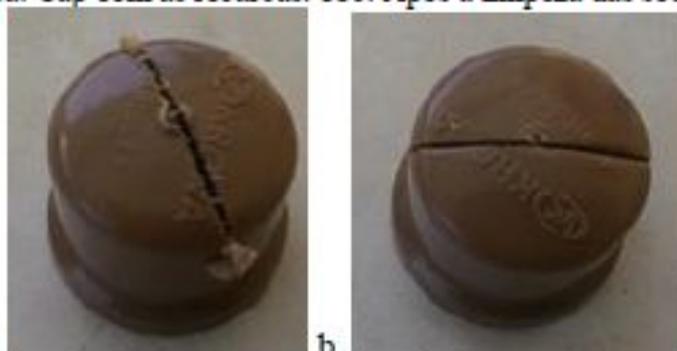
Figura 87: Corte do cap 25 mm com a serra de cortar ferro.



Fonte: O autor.

Com o *cap* cortado, utilize o estilete para retirar as sobras e rebarbas de PVC do corte feito. Veja a figura 88a. com as rebarbas e a figura 88b. sem elas.

Figura 88a: Cap com as rebarbas. 88b. Após a limpeza das sobras e rebarbas.



Fonte: O autor.

Em seguida, corte um pedaço de 20 cm do cano de PVC de 20 mm de diâmetro e revista-o com fita isolante para bloquear a passagem da luz (deixe 2 centímetros no final do cano sem fita), conforme pode-se observar na figura 89.

Figura 89: Pedaço de cano 20 mm com 20 cm de comprimento, já revestido com a fita isolante para bloquear a passagem da luz.



Fonte: O autor.

Cubra o cano de 25 mm também com a fita isolante, de modo a bloquear a passagem da luz através do cano.

Nessa etapa, temos todas as peças necessárias (figura 90), basta iniciar a montagem do nosso espectroscópio, conforme sequência a seguir.

Figura 90: Cano de PVC 20 mm e 25 mm, de 20 cm e 25 cm de comprimento respectivamente, *cap* com o corte da fenda, rede de difração obtida a partir do CD e uma luva de 20 mm.



Fonte: O autor.

Para montagem, basta inserir dentro da luva, o disco de difração que recortamos, até ele encaixar no rebaixo que existe internamente, na luva.

Em um seguida colocar o tubo de 20 mm de modo a prensar o disco contra o rebaixo. Já no tubo de 25 mm, encaixe o *cap* cortado (com a fenda), de acordo com a figura 91.

Figura 91: Montagem do espectroscópio.



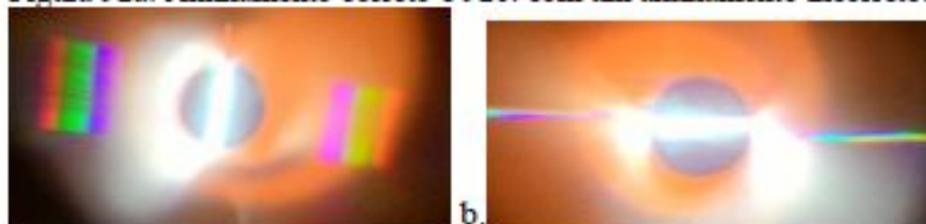
Fonte: O autor.

Para utilizá-lo, basta encaixar o cano de 20 mm dentro do cano de 25 mm. Observação: Provavelmente ficará folgado, mas podemos fazer o ajuste utilizando mais uma ou duas voltas de fita isolante na ponta do cano de 20 mm de modo a deslizar suavemente.

O próximo passo é ajustar a posição da fenda em relação à posição da rede de difração. A fenda deve estar paralela à rede de difração, para tanto, basta apontar o lado que contém a fenda para uma fonte luminosa (exceto o Sol direto) e observar no lado oposto, fazendo rotacionar o tubo de 20 mm até obter a figura mais larga o possível para o espectro. Se apontar para uma lâmpada, percebe-se os espectros de emissão do gás dessa lâmpada. O ajuste de nitidez é feito aumentando ou diminuindo o comprimento do cano. Se surgirem reflexos internos, pode-se lixar o interior dos canos acoplando uma lixa qualquer em uma haste metálica, e esta, sendo acoplada em uma furadeira ou parafusadeira.

A figura 92a mostra como o espectro fica visível com um alinhamento correto e com um alinhamento incorreto (92b).

Figura 92a: Alinhamento correto e 92b. com um alinhamento incorreto.



Fonte: O autor.

A figura 93 mostra o espectroscópio pronto para ser utilizado, em sua distensão máxima e sua distensão mínima.

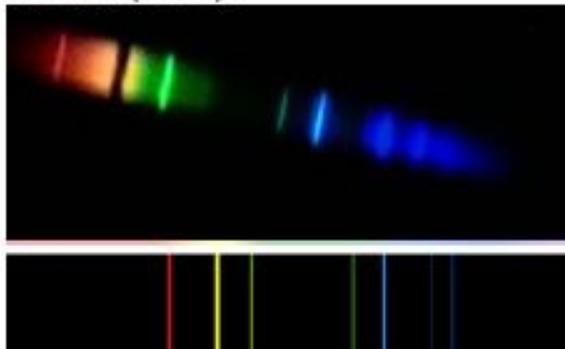
Figura 93: espectroscópio pronto, quando estendido (acima) e quando fechado (abaixo).



Fonte: O autor.

A figura 94 compara o espectro de uma lâmpada de Sódio quando observado pelo espectroscópio por nós construído.

Figura 94: Espectro da lâmpada de Sódio (não pura) visto pelo espectroscópio (acima) com o real (abaixo).



Fonte: figura acima: O autor e figura abaixo: disponível em: <http://fisquiweb.es/Laboratorio/Espectroscopia/EspectroLampNa.bmp>.

Já para uma lâmpada compacta, a base de mercúrio, podemos ver os picos de emissão. Porém esse não é o espectro do Mercúrio em si, mas sim o espectro dele mesclado com o espectro do revestimento de Fósforo e de algumas impurezas da lâmpada.

Figura 95: espectro de emissão de uma lâmpada fluorescente compacta.



Fonte: figura acima: o autor.

Os créditos desse experimento pertencem à SBF, que propôs o espectroscópio, cabendo ao autor somente a adaptação de dimensões e materiais que forneceram melhores resultados.