**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO**
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS**
**PROGAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

# A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA NO DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA QUE ARTICULA CONHECIMENTOS ASTRONÔMICOS E FÍSICOS

Rodolfo Sant' Ana Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Geide Rosa Coelho

Vitória

Setembro, 2019

# "A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA NO DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA QUE ARTICULA CONHECIMENTOS ASTRONÔMICOS E FÍSICOS"

**Rodolfo Sant'Ana Silva**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 11 de outubro de 2019.

**Comissão Examinadora**

Geide Rosa Coelho

Prof. Dr. Geide Rosa Coelho
(Orientador PPGEnFis/UFES)

p/ Geide Rosa Coelho

Profa. Dra. Eliane Ferreira de Sá
(Membro Externo/UEMG)

Mirian do Amaral Jonis Silva

Profa. Dra. Mirian do Amaral Jonis Silva
(Membro Interno PPGEnFis/UFES)

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

Silva, Rodolfo Sant' Ana, 1982-

S586m A mediação pedagógica no desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa que articula conhecimentos Astronômicos e Físicos / Rodolfo Sant' Ana Silva. - 2019.

144 f. : il.

Orientador: Geide Rosa Coelho.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Ensino de Física. 2. Ensino de Astronomía. 3. Ensino por Investigação. 4. Mediação pedagógica. I. Coelho, Geide Rosa. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53

---

## Agradecimentos

Primeiramente aos meus pais por todo o carinho e incentivo ao longo da minha criação.

A minha falecida avó Luiza por toda a gentileza, amor e carinho que sempre teve por mim.

Ao Prof. Dr. Geide Rosa Coelho, pela gentileza de acreditar no potencial do meu trabalho e aceitar ser meu orientador. Agradeço profundamente pela paciência, companheirismo e compartilhamento de sua sabedoria. Se tornou uma figura icônica para mim, sendo um exemplo de profissional sério, capaz e, principalmente, humano.

Ao Prof. Humberto Capai por me inspirar a abraçar a docência, profissão que hoje faz me sentir tão realizado.

Aos meus amigos Rosa, Diogo, Túlio, Thifanny e Carlos por me apoiarem nessa jornada, me ajudarem passar pelos momentos difíceis da vida, pela compreensão nos momentos de maior distanciamento e por acreditarem em mim, mesmo quando eu perdia a fé. É uma honra e um privilégio dividir meu tempo na Terra com eles.

Aos meus companheiros do programa de Pós-Graduação, por partilharem os desafios da formação comigo. Em especial, ao meu irmão de orientação Raphael pelas trocas de ideias nos momentos críticos e pelos planejamentos realizados em conjunto.

A toda equipe pedagógica da Escola Silvio Egito Sobrinho, pela prontidão, apoio e confiança no meu trabalho.

Aos meus queridos alunos, por terem confiado em mim nessa jornada rumo ao desconhecido com entusiasmo.

“Não se pode ensinar tudo a alguém,
pode-se apenas ajudá-lo a encontrar
por si mesmo o caminho”

Galileu Galilei

# RESUMO

## A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA NO DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA QUE ARTICULA CONHECIMENTOS ASTRONÔMICOS E FÍSICOS

Rodolfo Sant' Ana Silva

Orientador:
Prof. Dr. Geide Rosa Coelho

Nessa dissertação apresentamos uma pesquisa resultante do desenvolvimento e implementação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que articula conhecimentos físicos e astronômicos. O objetivo da SEI é promover a prática da observação astronômica, com e sem instrumentos, enquanto proporciona o desenvolvimento de conhecimentos físicos sobre os fenômenos de refração e reflexão por meio do estudo dos telescópios. O objetivo da pesquisa é analisar a mediação pedagógica no desenvolvimento da SEI com estudantes do ensino médio. A intervenção foi implementada em quatro turmas da segunda série do ensino médio de uma escola localizada no município de Serra da rede estadual do Espírito Santo, sendo 63 meninos e 75 meninas, somando um total de 138 estudantes com idades entre 15 e 18 anos, entre os meses de junho e agosto do ano de 2018. As aulas foram gravadas em áudio e vídeo. As aulas foram transcritas para que por meio das interações discursivas estabelecidas na sala de aula fosse possível analisar a mediação estabelecida no decorrer da SEI visando a coerência com os pressupostos do Ensino por Investigação. Para a dissertação trouxemos a análise de duas aulas, uma se configurando como investigativa e outra como não investigativa, o que nos permitiu repensar as interações estabelecidas nessas aulas. Essas análises sinalizam que a autoavaliação da prática docente pode contribuir positivamente para a compreensão dos elementos ocorridos ao longo da aula e, consequentemente, um melhor entendimento da perspectiva investigativa, nos permitindo repensar as ações e contextualizações para as próximas intervenções. Assumir uma o ensino por investigação como postura pedagógica necessita de uma mudança na forma de interagir e estabelecer mediações em sala de aula, e esse movimento é um processo importante para apropriação da abordagem.



Palavras chave: Ensino de Física, Ensino de Astronomia, Ensino por investigação, Mediação pedagógica.


Vitória
Setembro, 2019

# ABSTRACT

## PEDAGOGICAL MEDIATION IN THE DEVELOPMENT OF A INQUIRY-BASED TEACHING SEQUENCE THAT ARTICULATES ASTRONOMICAL AND PHYSICS KNOWLEDGE

Rodolfo Sant' Ana Silva

Advisor:
Prof. Dr. Geide Rosa Coelho

In this dissertation we present a research resulting from the development and implementation of an Inquiry-Based Teaching Sequence (IBTS) that articulates physics and astronomical knowledge. The objective of IBTS is to promote the practice of astronomical observation, with and without instruments, while providing the development of physical knowledge about refraction and reflection phenomena through the study of telescopes. The objective of the research is to analyze the pedagogical mediation in the development of IBTS with high school students. The intervention was implemented in four classes of the second grade of a high school of a school located in the country of Serra of Espírito Santo state network, being 63 boys and 75 girls, totaling 138 students aged 15 to 18 years old, between June and August of 2018. The classes were recorded in audio and video. The classes were transcribed so that through the discursive interactions established in the classroom it was possible to analyze the mediation established during the IBTS being careful with consistensy with inquiry in science teaching assumptions. For the dissertation we brought the analysis of two classes, one configured as investigative and the other as non-investigative, which allowed us to rethink the interactions established in these classes. These analyzes indicate that the self-assessment of teaching practice can contribute positively to the understanding of the elements that occurred throughout the class and, consequently, a better understanding of the investigative perspective, allowing us to rethink the actions and contextualization for the next interventions. Assuming research teaching as a pedagogical stance requires a change in the way of interacting and establishing mediations in the classroom, and this movement is an important process for appropriating the approach.

Keywords: Physics teaching, Astronomy teaching, Research teaching, Pedagogical mediation.

Vitória
September, 2019

# Sumário

Introdução ..... 12
Capítulo 1 – Ensino de Astronomia ..... 14
Capítulo 2 – Referencial Teórico ..... 19
2.1 Ensino por investigação ..... 19
2.2 Características das atividades investigativas ..... 20
2.3 Professor e aluno em uma postura investigativa ..... 23
Capítulo 3 – Metodologia ..... 30
3.1 Objetivos ..... 30
3.2 Contexto da intervenção ..... 30
3.3 Pesquisa-intervenção ..... 31
3.4 A Sequência de Ensino Investigativa (SEI) ..... 32
3.4.1 Objetivos pedagógicos da SEI ..... 33
3.4.2 Apresentando a SEI ..... 33
3.5 Procedimento de análise de dados ..... 44
Capítulo 4 – Análises e Discussões ..... 48
4.1 Socialização e debate aberto das observações ..... 48
4.2 Análise da aula de sistematização dos fenômenos ópticos ..... 57
Considerações finais ..... 82
Referências ..... 85
Apêndice I ..... 88
Apêndice II ..... 89
Apêndice III ..... 90

## LISTA DE FIGURAS

*FIGURA 1: FOTO DE UM BURACO NEGRO PUBLICADA PELA NASA, EXIBIDA NA BBC NEWS*.....18
*FIGURA 2: ESTUDANTES FAZENDO O PRIMEIRO RECONHECIMENTO DAS LENTES*.....35
*FIGURA 3: SIMULADOR DO CÉU, STELLARIUM PARA COMPUTADORES*.....37
FIGURA 4: MATERIAIS UTILIZADOS PARA A CONSTRUÇÃO DA LUNETA.....38
FIGURA 5: ESTUDANTES TESTANDO AS DISPOSIÇÕES DAS LENTES DAS LUNETAS.....40
FIGURA 6: ALGUNS ESTUDANTES AO FIM DA VISITA AO OBSERVATÓRIO.....41
FIGURA 7: PESQUISA FEITA POR ESTUDANTE RELATADA NO DIÁRIO DE OBSERVAÇÃO.....42
FIGURA 8: FOTO DA LUA VISTA PELO TELESCÓPIO DURANTE A VISITA AO OBSERVATÓRIO.....52
FIGURA 9: EXPLICAÇÃO DA ATIVIDADE.....58
FIGURA 10: BÁRBARA INSERE UMA LENTE BICONVEXA.....59
FIGURA 11: TESTE DE LENTES BICÔNCAVA E BICONVEXA.....60
FIGURA 12: MODELO EXPLICATIVO CRIADO POR JONAS.....64
FIGURA 13: ALUNOS COLOCANDO EM TESTE O MODELO DE JONAS.....66
FIGURA 14: SOLUÇÃO ENCONTRADA PELOS ESTUDANTES.....69
FIGURA 15: DISTÂNCIA FOCAL DAS LENTES.....80

## Lista de Quadros

QUADROS 1: ALGUMAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS.....16
QUADROS 2: CARACTERÍSTICAS DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PROPOSTAS POR SÁ ET AL, 2007 .....21
QUADROS 3: SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA.....34
QUADROS 4: DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS PARA A CONFECÇÃO DA LUNETA. .....39
QUADROS 5: LEGENDA RESUMIDA DOS SÍMBOLOS E SEUS SIGNIFICADOS DA FERRAMENTA ANALÍTICA.....45
QUADROS 6: FERRAMENTA ANALÍTICA SISTEMATIZADA POR COELHO E AMBRÓZIO (2019). .....46

## Lista de Abreviaturas e Siglas

PPGEnFis.....Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

ENCI.....Ensino de Ciências por Investigação.

SEI.....Sequência de Ensino Investigativa.

BNCC.....Base Nacional Comum Curricular.

## Introdução

O meu primeiro contato com a docência ocorreu por meio de um convite de um amigo para ministrar aulas de Física para um curso de pré-vestibular comunitário que tinha cede no município de Serra. Na época ainda estava cursando o terceiro semestre do curso de Física. Inicialmente era só um incentivo para fazer uma boa ação e dividir um pouco do que vinha aprendendo, porém em pouco tempo fui contagiado com o prazer da docência. Na mesma época, tive a oportunidade de estagiar no Planetário de Vitória como *Planetarista*, momento da minha vida acadêmica que me aproximou da Astronomia, área de estudo que sempre me inspirou. Esse movimento me aproximou de duas práticas que me motivaram a dedicar mais tempo aos estudos e tiveram grande influência em minhas escolhas na vida profissional e pessoal. Dois anos depois me senti confortável para afirmar com certeza que ser professor era a profissão que eu gostaria de exercer. Essa mistura de experiências me fez sempre articular os conteúdos da Física com os mistérios do universo.

No ano de 2012 iniciei profissionalmente minha carreira de professor de Física. No entanto, mesmo tendo muito gosto pelo meu trabalho, sempre tive grandes dificuldades em transmitir minha empolgação pela Física para meus alunos, pois a maioria deles apresentam muitas resistências ao conteúdo, por diversos motivos que não vou enunciar nesse momento. Após alguns anos eu estava insatisfeito com os resultados que meus alunos alcançavam. Então iniciei um movimento de modificar minhas aulas na tentativa de tornar a aula de Física algo mais próximo de uma conversa sobre a natureza que uma lousa cheia de fórmulas e contas. Porém, a princípio esses esforços não surtiram efeito, na verdade deixaram as coisas mais confusas. Então finalmente procurei conhecer outras perspectivas de ensino, pois até o momento minhas tentativas eram apenas de “boa vontade”, mas sem uma base teórica para me apoiar. Pouco tempo depois conheci uma pequena fração do que é o ensino por investigação e vi nessa perspectiva de ensino a possibilidade de transformar a minha aula e atingir os objetivos que eu tanto queria. Ao entrar no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis), iniciei minha jornada de conhecer melhor a perspectiva e, com ela trazer a Astronomia e a Física para a sala de aula como eu gostaria.

O conjunto experiencias e motivações me levaram a planejar a intervenção pedagógica que resulta nessa dissertação. Em conjunto com o grupo de pesquisa em Ensino de Física por investigação e formação de professores da educação básica, planejamos e validamos uma Sequência de Ensino Investigativa para a segunda série do ensino médio, articulando conhecimentos astronômicos e físicos por meio da observação astronômica de uma perspectiva investigativa. O objetivo da pesquisa é analisar a mediação pedagógica no desenvolvimento dessa sequência.

O grupo de pesquisa vem desenvolvendo trabalhos com elementos importantes para o avanço da perspectiva como investigações sobre astronomia nos anos iniciais (VIDAL, 2017), sequência de ensino investigativa abordando a radiação ultravioleta para o ensino fundamental (BARCELLOS, 2017), sequências de ensino investigativas para o ensino médio abordando termodinâmica (AMBRÓZIO, 2014), eletrodinâmica (SOUZA JUNIOR, 2014), eletricidade (MOTA, 2016), entre outros. Sempre de forma a socializar os conhecimentos comuns ao ensino por investigação e/ou abordagem CTS e discutindo elementos específicos de cada trabalho. Proporcionando uma ampliação de repertorio para todos os membros do grupo.

Entendemos que a perspectiva investigativa prioriza a construção do conhecimento científico por meio do diálogo, socialização de ideias, levantamento e testes de hipóteses e análise de resultados ao longo da solução de situações-problema. Ambiente que é rico em diálogos e discussões, interações que potencializam o desenvolvimento dos conceitos, assim como o desenvolvimento de atitudes e procedimentos característicos da ciência. Este ambiente ajuda a promover a enculturação científica, o senso crítico e a argumentação. Elementos sinalizados por autores como Barcellos (2019), Carvalho (2013), Ferraz e Sasseron (2017), Sá et al, (2007), Mortimer e Scott (2002).

Este trabalho propõe também análises e discussões sobre a postura pedagógica e a importância da análise da prática docente e das mediações estabelecidas ao longo da intervenção. Pois na posição de professor, uma atitude pouco comum, mas muito importante, é a autocrítica da própria prática para avaliar os impactos que nossas ações têm, para que possamos repensar a abordagem que assumimos de forma coerente com os objetivos que traçamos e os referenciais que utilizamos.

# Capítulo 1 – Ensino de Astronomia

A Astronomia é um conteúdo científico com grande potência para o ensino de ciências, pois é um tema transversal entre várias áreas do conhecimento como Matemática, Geografia, História e Física além de possibilitar múltiplas contextualizações (PAULA e FERNANDES, 2009), sendo possível a histórica, cultural ou tecnológica de forma orgânica com vários conteúdos específicos das ciências naturais.

Anteriormente, a presença de temas astronômicos no currículo escolar da educação básica era pequena e limitada a poucos anos do ensino fundamental. Porém, na nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018 o tema da Astronomia se tornou bastante presente em quase todos os anos do ensino fundamental.

> Na unidade temática **Terra e Universo**, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiencias de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como a observação dos principais fenômenos celestes (BRASIL, 2018, p. 328).

Já no ensino médio, a BNCC de 2018, propõe um aprofundamento desses conceitos na temática Vida, Terra e Cosmos. Articulando a Física, bem como as outras ciências da natureza, com conhecimentos astronômicos como modelos cosmológicos, evolução estelar, gravitação, espectro eletromagnético e composição de outros corpos celestes, distribuídos no decorrer das três séries do ensino médio.

> Em **Vida, Terra e Cosmos**, resultado da articulação das unidades temáticas Vida e Evolução e Terra e Universo desenvolvidas no Ensino Fundamental, propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente. Isso implica, por exemplo, considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar processos estelares, datações geológicas e a formação da matéria e da vida, ou ainda relacionar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, ao efeito estufa e às mudanças climáticas (BRASIL, 2018, p. 549).

Para abranger os diversos fenômenos naturais e astronômicos, o documento propõe, por meio de seus objetivos e habilidades, uma maior aproximação dos estudantes, não apenas dos conteúdos astronômicos, mas também estabelecer uma relação com o a construção histórica e cultural desses conhecimentos. Ação que

valoriza as diferentes formas de conceber o universo utilizado pelas civilizações mais antigas (BRASIL, 2018).

Concordamos com Macedo (2014, p. 1549) quando considera que a Base Nacional Comum Curricular da forma como foi desenvolvida e promulgada estabelece “a construção de uma nova arquitetura de regulação e de que, nela, os sentidos hegemonizados para educação de qualidade estão relacionados à possibilidade de controle do que será ensinado e aprendido”. Entretanto, a área de ciências da natureza no documento assume uma perspectiva de educação científica problematizadora e emancipatória dos sujeitos, por articularem como eixos estruturantes das proposições curriculares a alfabetização científica (entendida por nós como a capacidade de compreender e interpretar o mundo natural, social e tecnológico, mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências), abordagem investigativa, que busca promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e aplicação de processos, práticas sociais típicas da cultura científica escolar e a contextualização histórica, social, cultural, tecnológica, cotidiana e CTS da ciência. Essa perspectiva entra em contradição quando o documento sugere um maior controle do conteúdo ensinado e aprendido, bem como não estabelecer diferenças entre objetivos de aprendizagem e padrões de avaliação. Perdendo a conexão com a proposta problematizadora e emancipatória sugerida no documento (MACEDO, 2014).

As mudanças propostas pela BNCC (2018) são importantes para o processo de ensino de Astronomia. Porém, existe uma outra preocupação relacionada ao currículo praticado pelos professores e a sua formação acadêmica, como aponta alguns autores como (LANGHI e NARDI, 2005; LEITE e HOSOUME, 2007; IACHEL e NARDI, 2009; LANGHI e NARDI, 2010). Esses trabalhos sinalizam para a importância na formação continuada desses profissionais por diversos motivos como o pouco conhecimento do tema, por conta da formação inicial, que não abrange a Astronomia. Dessa forma, muitos professores apresentam em seu discurso uma série de concepções alternativas que podem ser replicadas ao longo dos anos. O trabalho de Leite e Hosoume (2007, p. 55) nos trazem a seguinte reflexão:

> Embora a maioria dos entrevistados tenha ministrado conteúdos de Astronomia no ensino fundamental, apenas um número razoável (35%) de professores possui visão científica da Terra. O que nos surpreendeu foi

> encontrar professores que ainda concebem a Terra com características planas, envolvendo necessidade de uma vertical absoluta.

Conforme apontado por Langhi (2011), as concepções alternativas estão presentes em diversos conceitos relacionados a Astronomia. No trabalho em questão, o autor expõe, a partir de uma revisão bibliográfica, uma série de concepções alternativas presentes no discurso dos alunos (Quadro 1). Para Langhi (2011) este não é só um problema de ausência da Astronomia no currículo da educação básica, mas também um problema na formação dos professores de ciências, que por diversas razões também carregam essas concepções alternativas e como consequência essas concepções continuam sendo replicadas.

Quadros 1: Algumas Concepções Alternativas

| |
|---|
| O Sol sempre nasce no ponto cardial Leste e seu ocaso se dá no ponto oeste. |
| O Sol é uma bola de fogo. |
| Associação da existência da força de gravidade com a presença de ar, acreditando-se que só existe gravidade onde houver ar ou alguma atmosfera. |
| As estações do ano ocorrem devido à variação de distância da Terra em relação ao Sol, proporcionando o verão quando nosso planeta está mais próximo do Sol e inverno quando se afasta do mesmo. |
| A região escura de determinadas fases lunares ocorre devido à sombra da Terra sobre ela. |
| Associação da presença da Lua exclusivamente ao céu noturno, com a impossibilidade de seu aparecimento em plena luz do dia. |
| Há estrelas entre os planetas do Sistema Solar |
| Marte fica do tamanho da Lua cheia no céu quando se aproxima da Terra todo mês de agosto. |
| Constelação é um conjunto de estrelas que estão fisicamente próximas entre si. |
| Astronomia e Astrologia (credulidade em horóscopos) são indistintas. |

Fonte: Langhi (2011, p. 386 - 389)

A predominância dessas concepções indica que, uma abordagem mais específica sobre Astronomia pode contribuir para um melhor entendimento dos

objetos celestes próximos e seus movimentos, articular conceitos científicos já explorados, mas aparentemente desconectados, aproximar os estudantes da prática de observação astronômica a vista desarmada e com instrumentos são ações que podem contribuir para a desmitificação de várias concepções alternativas relacionadas aos astros, assim como aproximar os estudantes do conhecimento e da prática científica (LANGHI e NARDI, 2009).

Precisamos esclarecer que a formação continuada de professores no tema da Astronomia não é um dos objetivos deste trabalho. No entanto, esse é um ponto importante que não pode ser ignorado. E ao considerarmos uma abordagem que utiliza a Astronomia como eixo central para a contextualização e discussão, esse é um aspecto que precisa ser considerado.

É importante ressaltar, que a Astronomia é um dos temas transversais no currículo de ciências. E dessa forma tem potencial para ser utilizado como eixo estruturante para contextualização e problematização para o ensino de ciências, podendo ser articulado com os conteúdos propostos por várias disciplinas.

Uma forma de articulação é por meio da construção e utilização de telescópios. Pois o telescópio é um artefato tecnológico de grande importância para a evolução das observações astronômicas, que permite contextualizações de vários tipos. Permitindo a convergência de vários conhecimentos científicos. De acordo com Bernardes, Iachel e Scalvi, (2008, p. 106):

> A construção de um telescópio envolve conceitos tanto de Física quanto de Astronomia, e estes conceitos podem ser explorados em níveis específicos, dependendo a quem são destinados. Por exemplo, para que se entenda cada uma das características do aparelho que irá ser construído, é necessário que se tenha um conhecimento básico em Astronomia abrangendo, por exemplo, a Astronomia de posição; classificação dos corpos celestes (estrelas, galáxias, planetas, nebulosas, etc.); identificação dos corpos celestes com seus respectivos movimentos em relação à Terra;

Utilizar uma contextualização histórica sobre a construção do telescópio é uma maneira interessante de abordar a evolução científica e tecnológica. Pois o telescópio, não só é uma ferramenta científica poderosa, mas também é um forte convite a prática da observação astronômica. Trazer o discurso da evolução da ferramenta é um convite ao estudo da evolução das observações e como a compreensão do universo mudou nos últimos séculos, graças ao uso do telescópio.

Permitindo entrar em áreas da Astronomia como a Radioastronomia e explorar conceitos físicos como o espectro eletromagnético (BERNARDES et al, 2006).

O estudo e domínio desses conceitos, juntamente com o avanço tecnológico nos permitiu conhecer o universo de formas que Galileu jamais imaginou. Obtendo resultados incríveis, como o ocorrido em abril deste ano (2019) em que, pela primeira vez, foi possível compilar uma imagem, interpretada para o espectro visível, de um Buraco Negro. Objeto celeste que até o momento era considerado indetectável por qualquer meio conhecido, com a exceção da perturbação gravitacional que ele causa.

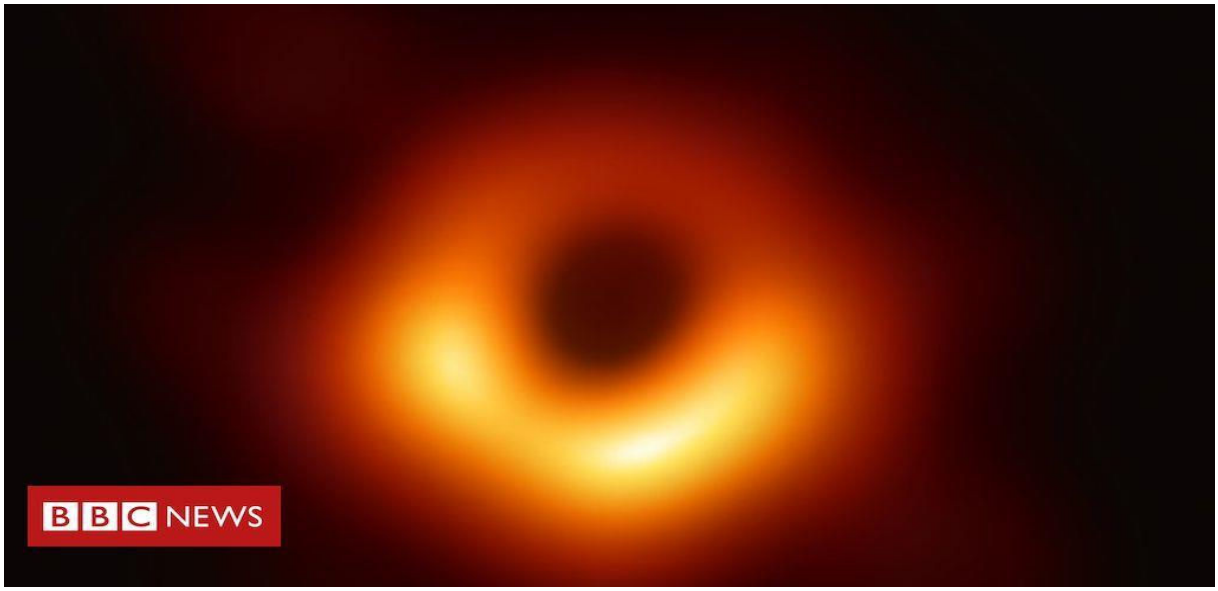



*Figura 1: Foto de um Buraco Negro publicada pela NASA, exibida na BBC News. Fonte: https://www.bbc.com/portuguese/geral-47883429*

Fenômenos como esse nos ajuda a entender que a Astronomia é um tema com grande potencial para auxiliar no ensino de Ciências e Física. Tendo em vista que aborda conceitos e fenômenos que, pela minha experiência, costumam estimular a curiosidade e, assim, podendo contribuir com o engajamento esperado dos estudantes quando assumimos uma abordagem investigativa e problematizadora.

# Capítulo 2 – Referencial Teórico

## 2.1 Ensino por investigação

Quando iniciei meus estudos para esse trabalho, meu principal objetivo era conhecer e me apropriar de uma abordagem que me permitisse mudar a forma que ministrava minhas aulas de Física. Queria sair do comodismo da Matemática excessiva e da apresentação de conceitos de forma direta e robótica pois, por mais que me esforçasse em explicar bem o conteúdo, era perceptível que muitos dos meus alunos simplesmente não compreendiam o que eu estava falando. Queria instigá-los a pensar mais sobre os conceitos e debater sobre o tema para que pudéssemos assumir uma postura mais democrática que engajasse os estudantes no processo de construção de conhecimento na sala de aula. Para atingir essas mudanças assumi então como abordagem pedagógica que chamamos de Ensino de Ciências por Investigação (ENCI).

No decorrer do século XIX, várias propostas de ensino e aprendizagem foram alvo de estudos. Uma delas denominada com "*inquiry*", que de acordo com Zompero e Laburú (2011), ganhou espaço através da publicação do livro Logic: The Theory of Inquiry, publicado em 1938 pelo filósofo e pedagogo americano John Dewey. Ao longo dos anos podemos encontrar diversas conceituações de *inquiry*, como aprendizagem por redescoberta pela experimentação e resoluções de problemas, entre outros. Mas independente da nomenclatura, é uma abordagem de ensino com base na investigação que incentiva o pensamento crítico, a argumentação de ideias, exposição de hipóteses, bem como o desenvolvimento conceitual e cognitivo do aluno ao proporcionar uma abordagem que contempla elementos e práticas da cultura científica. Sendo assim, nas linhas que se seguem chamaremos as várias conceituações de *inquiry* como ensino por investigação, pois todas possuem características fundamentais para essa abordagem (ZOMPEIRO e LABURÚ, 2011).

É necessário destacar que entendemos o ensino por investigação como uma postura pedagógica que nos auxilia a pensar no ensino e aprendizagem de ciências. Nesse contexto o tradicional discurso de autoridade do professor não é o elemento central para a construção do conhecimento, mas sim as interações discursivas incentivada pela interlocução entre os meios mediacionais, inserindo os estudantes no processo de construção do conhecimento, não mais como sujeitos passivos mas,

como agentes ativos desse processo ao interagir com outros estudantes, o professor, questionando e significando os conceitos relacionados aos fenômenos, tornando essas interações discursivas o elemento central da aula (COELHO e AMBRÓZIO, 2019). Essas interações são fundamentais, pois a própria ciência é organizada por meio de conceitos, símbolos e representações fundamentais para fenômenos naturais. É importante entender que estes conceitos e símbolos não são os fenômenos em si, mas sim uma construção desenvolvida por meio do conhecimento científico para interpretar a natureza (DRIVER et al, 1999). Portanto, uma etapa fundamental no aprendizado de ciências é a iniciação do estudante nas formas do conhecer científico, como este conhecimento é pensado, evidenciado e validado. A esse respeito Driver, et al (1999, p. 32) diz o seguinte:

> Quer se adote ou não uma perspectiva relativista, a visão do conhecimento científico como socialmente construído e validado tem implicações importantes para a educação em ciências. Isso significa que a aprendizagem das ciências envolve ser iniciado nas formas científicas de se conhecer. As entidades e ideias científicas, que são construídas, validadas e comunicadas através das instituições culturais da ciência, dificilmente serão descobertas pelos indivíduos por meio de sua própria investigação empírica;

Dessa forma é importante que o estudante conheça os modos de produção de conhecimento científico e, junto com o professor e de forma didática, faça uso deles em seu processo de aprendizagem em ciências. É claro que não é esperado que o estudante se torne um “mini cientista”, imitando toda a prática cientifica realizada nos centros de ciências. Existem diversos processos e elementos típicos do fazer científico que não são possíveis de serem realizados pelos estudantes. No entanto, alguns desse elementos como a elaboração e socialização de hipóteses, testes de hipóteses em situações controladas, argumentação e a divulgação e validação de uma solução para uma situação problema são elementos fundamentais da cultura científica que podem ser realizadas no decorrer da investigação (CARVALHO, 2013).

## 2.2 Características das atividades investigativas

Os vários nomes relacionados ao ensino por investigação trazem consigo um entendimento importante de que existem várias formas de abordar os temas conceituais em sala de aula, mas mantendo as características do ensino investigativo. Pois não é uma metodologia fechada de ensino, que possa ter um passo a passo específico a ser seguido, permitindo muitas possibilidades em seu

planejamento e aplicação. Fazendo com que o ensino por investigação seja uma abordagem de grande amplitude assumindo papel de uma perspectiva de ensino (SASSERON, 2015). Dessa forma, entendemos o ensino por investigação como uma postura pedagógica assumida pelo professor afim de promover aprendizagem em ciências por meio de práticas pedagógicas que aproximem os estudantes dos modos de pensar, agir e fazer ciência (COELHO e AMBRÓZIO, 2019; BARCELLOS et al, 2019).

Como mencionado, não temos um passo a passo para seguir nessa perspectiva, mas temos características importantes que caracterizam o ensino por investigação. Dentre as várias características possíveis, autores como Coelho e Ambrózio (2019), Carvalho (2013), Sasseron (2013, 2015), Sá et al (2007), Mortimer e Scott (2002), Azevedo (2004) e Borges (2002), entre outros, concordam que é fundamental haver uma situação-problema que permita aos estudantes várias formas de pensar em uma solução, uma contextualização, a elaboração de hipóteses, a comunicação e debate das hipóteses para que possa haver a validação de uma, ou mais soluções, assim como a mediação atenta do professor.

> É preciso que sejam realizadas diferentes atividades, que devem estar acompanhadas de uma situação problematizadora, questionadoras e de diálogo, envolvendo a resolução do problema e levando à introdução de conceitos para que os alunos possam construir seu conhecimento (AZEVEDO, 2004, p. 20).

Para melhor representar essas características, apresento abaixo o um quadro sistematizado por Sá et al (2007), após uma série de debates com seu grupo de pesquisa, em busca de um consenso para identificar algumas das características fundamentais para uma atividade ser considerada investigativa, junto com alguns comentários a respeito delas.

Quadros 2: Características das atividades investigativas propostas por Sá et al, 2007

| **Características das atividades investigativas** | **Comentários sobre as características** |
|---|---|
| **Construir um problema** | O problema formulado deve instigar e orientar o trabalho do aluno e do professor com o aluno. No caso de uma situação problema ser apresentada pelo professor é importante que ela seja reconhecida como problema pelos alunos, o que implica criar oportunidades para que eles explorem as ideias que têm, confrontem suas ideias com outras novas, duvidem, questionem e se engajem na busca de uma |

| | |
|---|---|
| | resposta para a situação-problema. |
| **Valorizar o debate e a argumentação** | Se existe um problema autêntico, provavelmente, existe uma diversidade de pontos de vista sobre como abordá-lo ou resolvê-lo. Por isso, é natural que uma situação-problema desencadeie debates e discussões entre os estudantes. Temos evidências que as ações de linguagem produzidas nessas circunstâncias envolvem afetivamente os estudantes. |
| **Proporcionar a obtenção e avaliação de evidências** | O termo evidências refere-se ao conjunto de observações e inferências que supostamente dão sustentação a uma determinada proposição ou enunciado (Paula, 2004a). Processos de experimentação e observação controlada normalmente são dirigidos à busca e à avaliação de evidências. As atividades de investigação conduzem a resultados que precisam ser sustentados por evidências. Tais evidências devem sobreviver às críticas. |
| **Aplicar e avaliar teorias científicas** | POZO & GOMEZ CRESPO (1999) realizam uma síntese das pesquisas sobre concepções alternativas dos estudantes e de suas diferenças epistemológicas em relação às teorias científicas. Uma dessas diferenças diz respeito ao caráter mais abstrato, formal e logicamente coerente das teorias científicas em relação às teorias de senso comum. A apropriação do conhecimento científico pelos estudantes depende da criação de situações em que esse conhecimento possa ser aplicado e avaliado na solução de problemas. Essas situações são criadas em atividades de investigação. |
| **Permitir múltiplas interpretações** | Quando formulamos um problema temos uma expectativa inicial que pode ser negada ou confirmada mediante a obtenção da resposta. Nossas expectativas ou hipóteses desempenham um papel muito importante em atividades de investigação, pois, dirigem toda a nossa atenção, fazendo com que observemos e consideremos determinados aspectos da realidade enquanto ignoramos outros (Paula, 2004b). A diversidade de perspectivas e expectativas que podem ser mobilizadas em uma atividade de investigação permite múltiplas interpretações de um mesmo fenômeno e o processo de produção de consensos e negociação de sentidos e significados dá lugar a uma apropriação mais crítica e estruturada dos conhecimentos da ciência escolar |

Fonte: SÁ et al, (2007, p. 9)

Entendemos que em busca de nos preparar para promover essas características de forma organizada e planejada, podemos nos atentar para o trabalho de Carvalho (2013) que propõe o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Podemos definir uma SEI como uma sequência de aulas que abordam um determinado tema do currículo escolar, em que as aulas e atividades são planejadas de forma que os estudantes possam trazer seus conhecimentos prévios sobre o assunto proposto para o ambiente investigativo. Dessa forma, os estudantes podem apresentar ideias próprias, discuti-las com outros estudantes e com o professor a fim de ampliar o repertório de conhecimentos, relacionando seus conhecimentos espontâneos, ou prévios, com o conhecimento científico (CARVALHO, 2013). É importante sinalizar, que quando dizemos sobre

relacionar os conhecimentos espontâneos com o conhecimento científico, falamos de um entendimento a respeito desses conhecimentos de forma que eles possam fazer sentido nos dois meios, uma ressignificação dos conceitos prévios para que haja conexão entre o que o próprio aluno já conhece e os novos conhecimentos e conceitos científicos. O objetivo não é que o aluno abandone seus conhecimentos prévios, mas sim que ele possa fazer a ligação entre estes conceitos de forma a ampliar seu repertório conceitual, provendo ao estudante novas formas de compreender os fenômenos naturais (MUNFORD e LIMA, 2007).

Entendemos que uma SEI pode ter como objetivo tanto promover uma alfabetização científica, um aprofundamento conceitual ou mesmo aproximar o conhecimento de um contexto sociocultural. Mas, independentemente do objetivo planejado pelo professor, a SEI tem foco no processo de aprendizagem do estudante. É o que torna as características de uma atividade investigativa como o levantamento e teste de hipóteses, o relato, a argumentação, a reflexão, e o pensamento crítico tão importantes, pois é por meio do processo de investigação que o estudante poderá desenvolver os novos conceitos por meio de sua própria linha de raciocínio (CAPECCHI, 2013). Portanto o envolvimento do estudante com o processo de investigação é fundamental para que uma atividade, ou aula, possa ser caracterizada com investigativa. A respeito disso Azevedo (2004, p. 21) diz:

> Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também ter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho características de uma investigação científica.

No entanto, para promover o envolvimento do estudante e um ambiente investigativo para que a SEI atinja seus objetivos, não é suficiente planejar a sequência e propô-la aos estudantes. O professor também deve mudar sua postura para que o ambiente investigativo se configure na sala de aula, pois o professor deve estar tão envolvido quanto o aluno no processo de investigação.

### 2.3 Professor e aluno em uma postura investigativa

Quando um professor se propõe a assumir uma postura investigativa, ele não deve se ver como transmissor direto do conhecimento, comportamento muito comum no ensino diretivo de ciências. Trilhar o caminho do ensino por investigação é compreender que os estudantes podem desenvolver os conhecimentos científicos

escolares como o suporte adequado do professor, configurado como uma figura epistêmica fundamental na sala de aula. Nesse processo o professor propõe problemas que permitam aos estudantes pensar, ponderar, refletir e debater formas de resolvê-los, assim como mediar as interações discursivas estabelecidas na sala de aula.

Nessa perspectiva a mediação é fundamental para que a investigação se desenvolva na sala de aula. Martins e Moser (2012) argumentam que toda ação humana ocorre por meio de alguma forma mediação, dessa maneira as interações que ocorrem em sala de aula também são ações mediadas, mesmo em uma aula diretiva centrada no discurso do professor. No entanto, ao assumirmos uma perspectiva investigativa, entendemos que o professor atua como interlocutor entre os meios mediacionais presentes na aula (COELHO e AMBRÓZIO, 2019). Martins e Moser (2012, p. 10) traz a seguinte fala a respeito do conceito de mediação:

> Se toda ação humana supõe uma mediação, do mesmo modo a aprendizagem se faz com a mediação semiótica ou pela interação com o outro, na intenção social, na qual as palavras são empregadas como meio de comunicação ou de interação.

É fundamental entender, também, que o professor não faz essa mediação sozinho. O processo de aprendizado que ocorre durante uma aula perpassa por diversas ferramentas culturais, que são típicas da cultura escolar como textos, experimentos, vídeos, jogos, equações ou mesmo o discurso oral. Dessa forma o professor estabelece a mediação por meio dessas ferramentas culturais, ou meios mediacionais. Portanto ao falarmos sobre a mediação do professor, significa caracterizar como ele conduz as interações entre os sujeitos (BARCELLOS et al, 2019). Apoiado em Wertsch (1998), Oliveira; Sá; Mortimer (2019) argumentam que não há como separar o agente e meio mediacional, pois os indivíduos estão sempre interagindo com os meios mediacionais. Isso torna a relação entre sujeito e ferramenta cultural um movimento único, e assim, é indissociável o que é exclusividade de sujeito ou do meio mediacional. Isso significa que a aproximação e domínio com as ferramentas culturais é um movimento constante e fundamental ao longo da mediação estabelecida pelo professor (COELHO e AMBRÓZIO, 2019; OLIVEIRA; SÁ; MORTIMER, 2019).

Ao planejar sua aula o professor deve ter atenção as ferramentas que usa e que disponibiliza aos estudantes, exatamente pensando na possibilidade de que

algumas delas possam ter o papel de ferramenta cultural e/ou meio mediacional. Além disso a presença e participação ativa do próprio professor com um agente dinâmico da mediação (MARTINS e MOSER, 2012).

As ações do professor nesse momento são em prol do desenvolvimento das interações discursivas, ou debates, para que eles ocorram de forma a contribuir com a investigação. Para isso é fundamental extrema atenção ao que os estudantes dizem, para que os elementos e ideias por eles levantados, sejam estes corretos ou não, funcionem como eixo principal da investigação. Também é importante se atentar ao debate para que não se torne uma conversa banal, pois se isso acontecer os objetivos da investigação podem não serão alcançados (SASSERON, 2013).

Para evitar que as interações discursivas se tornem conversas banais, temos um elemento fundamental para que os estudantes possam usufruir de forma construtiva que é a argumentação. É a prática da argumentação que permite ao estudante relacionar seus conhecimentos prévios com os conhecimentos sistematizados da ciência, assim o ajudando a se apropriar e incorporar o discurso científico (FERRAZ e SASSERON, 2017). A partir do momento em que os estudantes são incentivados a dialogar e escrever sobre ciências, eles são incentivados, também, a conhecer mais sobre os meios e práticas científicas. Isso pode contribuir para a aproximação e interação com a cultura científica. O que é fundamental quando pensamos em promover a alfabetização científica (SASSERON, 2008).

> [...] a argumentação colabora para o avanço da Alfabetização Científica dos estudantes, uma vez que são inseridos em um ambiente em que precisam “falar” e “escrever” ciência, o que ocasiona o desenvolvimento de raciocínios e critérios lógicos essenciais para se atingir os objetivos almejados. (FERRAZ e SASSERON, 2017, p. 44)

É necessário entender também, que assumir uma abordagem investigativa pode não ser o suficiente para argumentação surja por parte dos estudantes. Então é necessário que o professor esteja atento e incentive a argumentação. Isso se faz constantemente necessário, pois muitas vezes os estudantes têm dificuldades em justificar seus argumentos ou mesmo explicar com clareza o que motiva suas opiniões. Ferraz e Sasseron (2017, p.45) trazem essa preocupação sobre as dificuldades de se promover a argumentação, na seguinte fala:

> Dúvidas e momentos de impasse entre os estudantes na resolução de uma situação problema são comuns no intercurso de uma investigação. Há

> ocasiões em que os estudantes não conseguem explicitar seu raciocínio, fundamentar justificativas ou estabelecer relações entre variáveis que lhe estão disponíveis, pois não conseguem acessar premissas e conhecimentos anteriores de maneira adequada ou até mesmo desconhecem as bases necessárias para a resolução do problema que estão investigando.

Para gerar e gerenciar a argumentação em sala de aula, o professor precisa usar seu conhecimento do tema para dar suporte ao diálogo e auxiliar os estudantes a repensar, fundamentar e reformular seus argumentos quando necessário. Citando o trabalho de Pimentel e McNeill (2013), Ferraz e Sasseron (2017, p. 46) dizem: "Os movimentos detalhados pelas autoras são: Elaborar; Interromper; Provar; e Lançar de volta". Esses movimentos epistêmicos[1] são fundamentais na mediação estabelecida pelo professor para auxiliar no desenvolvimento da investigação. Quando o professor seleciona o argumento ou hipótese dos estudantes, faz inferências e lança a pergunta de volta, isso auxilia a atitude de repensar e reformular as ideias, atitudes que são essenciais no processo de investigação (SASSERON, 2013). Com isso entendemos que a argumentação é uma prática epistêmica importante em um ambiente investigativo, envolvendo tanto estudante quanto professor agindo em conjunto com a interlocução entre as ferramentas culturais, contribuindo com o desenvolvimento e a autenticidade das construções conceituais que ocorrem em sala de aula.

Essas ações são uma responsabilidade do professor quando assume uma abordagem investigativa, e devem ser pensadas a partir do momento em que planeja sua SEI. Porém, mais que pensar em proporcionar os elementos característicos do ensino por investigação, é fundamental que o professor mude sua postura pedagógica (BARCELLOS, et al, 2019). Não só incentivando os estudantes a explicitarem suas ideias, questionarem resultados, formarem opiniões e modelos explicativos, mas também ouvindo atentamente os estudantes para que suas ações como mediador sejam sempre coerentes com a situação. Este entendimento se mostra fundamental nos momentos em que o professor deve sistematizar o conteúdo da aula (CARVALHO, 2013).

Nos momentos de sistematização o professor não deve falar sobre o conteúdo de forma desconectada da investigação ocorrida durante a aula, como

---

[1] Entendemos movimentos epistêmicos como as ações as quais os estudantes são envolvidos em processos de construção de conhecimento científico na sala de aula de ciências. Esses movimentos estão associados ao fato deles expressarem, questionarem, analisarem e avaliarem ideias (FERRAZ E SASSERON, 2017).

quem diz: "*Agora que já falamos sobre o assunto, vou dizer o que o conceito significa...*", isso desconstrói as interações já realizadas e desvaloriza toda a construção realizada com os estudantes ao longo dos debates (SASSERON, 2015). A proposta é sistematizar por meio dos elementos apontados pelos estudantes durante a investigação. Esse movimento, fazendo relação dos conceitos com os elementos, corretos ou não, evidenciados pelos estudantes dá sentido à investigação, deixando claro que determinado conhecimento foi construído por meio das interações discursivas e das ações ocorridas em sala de aula e não um conceito ditado pelo professor. Mostrando que a construção do conhecimento científico pode fazer parte de um pensar social e não apenas fruto de mentes brilhantes, com um conhecimento quase incompreensível sobre o assunto. E mais importante, o reconhecimento, por parte dos estudantes, de que eles participaram ativamente dessa construção intelectual. Portanto a atenção do professor aos argumentos, hipóteses, relações, reformulações e soluções evidenciadas pelos estudantes é fundamental quando estabelecemos um ambiente investigativo (SASSERON, 2015).

As mudanças de atitudes necessárias para estabelecer um ambiente investigativo, não é só responsabilidade do professor. O estudante também deve ter uma postura diferente do usual para que a investigação ocorra. O aluno passivo que se mantem apenas como ouvinte e copiador de conteúdo, precisa se portar de forma mais ativa. É necessário que o estudante se proponha a compartilhar suas ideias, questionar, argumentar e analisar dados pois, são atitudes que permitirão ao estudante compreender e reformular os conceitos científicos que fazem parte da investigação. Para isso o estudante deve estar engajado e envolvido com a aula para que possa participar da construção de conhecimento que este movimento propõe. O estudante com essa postura pode ser considerado um aluno investigador.

> [...] o aluno deixa de ser apenas um observador das aulas, muitas vezes expositivas, passando a ter grande influência sobre ela, precisando argumentar, pensar, agir, interferir, questionar, fazer parte da construção de seu conhecimento. Com isso, deixa de ser apenas um conhecedor de conteúdos, vindo a "aprender" atitudes, desenvolver habilidades, como argumentação, interpretação, análise, entre outras. (AZEVEDO, 2004, p.24 e 25)

Entendemos que o papel do estudante é, fundamentalmente, relacionado ao seu envolvimento com a investigação, portanto é, principalmente, uma mudança atitudinal perante a aula e as situações-problema a serem resolvidas. Por motivos óbvios, essa não é um comportamento que o professor pode impor, no entanto é sua

responsabilidade incentivar essa mudança atitudinal. Por isso, o compromisso e envolvimento com a investigação das duas partes é fundamental, pois o ambiente investigativo que é proposto por essa perspectiva não se sustenta caso alguma das partes não se envolver. Não temos um ambiente investigativo se o professor se planejar e estiver aberto a mediação enquanto os estudantes se mantem passivos, esperando respostas prontas e sem atitude para interagir. Tampouco se tivermos estudantes ávidos para debater, questionar e apresentar hipóteses enquanto o professor não está disposto a ouvi-los, preocupado em apenas fazer o seu discurso científico sem se preocupar em incluir as ideias dos alunos. Sasseron (2013, p.44) nos traz a seguinte reflexão:

> Fazer perguntas e não estar atento ao que o aluno diz é similar a um discurso monológico: a participação dos alunos resulta em responder sem que o que foi por eles expresso seja aproveitado de algum modo e, no final, o que terá importância será apenas aquilo que foi dito pelo professor.

Para o propósito de analisar uma aula como investigativa, ou não investigativa, é preciso sinalizar que nenhuma das características aqui apontadas são um fator definitivo de forma isolada. É a combinação entre esses elementos (contextualização, levantamento de hipóteses, resolução da situação-problema, interação discursiva, argumentação e sistematização) e como eles ocorreram ao longo da aula que nos ajuda a entender e caracterizar se a aula se configurou como investigativa. Para esse propósito utilizamos uma ferramenta analítica para análise de aulas investigativas, apresentada por Coelho e Ambrózio (2019) sistematizada por meio de referenciais pertinentes da educação científica (BARCELLOS, et al, 2019; CARVALHO, 2018; CARDOSO; SCARPA, 2018; SÁ, et al, 2007; MORTIMER e SCOTT, 2002), que nos permite analisar as características da aula para determinar o tipo de aula que está mais de acordo com as relações ocorridas em sala de aula. Esta ferramenta será devidamente apresentada no próximo capítulo.

Apoiados em Mortimer e Scott (2002), entendemos que a dimensão da abordagem comunicativa é central no desenvolvimento das interações que ocorrem ao longo da aula. Os autores apresentam duas dimensões importantes a respeito das abordagens comunicativas que ocorrem constantemente em uma aula. A primeira é o discurso dialógico (quando o professor considera o que o estudante tem a dizer do seu próprio ponto de vista do assunto, portanto mais de uma voz é considerada) ou de autoridade (quando o professor considera o que o estudante tem

a dizer do ponto de vista do discurso científico escolar). A segunda dimensão é o discurso não-interativo (discurso desenvolvido com a participação de uma única pessoa) ou interativo (quando o discurso é construído com a participação de mais de uma pessoa).

Ao combinarmos essas dimensões temos quatro classificações de abordagens: *interativo dialógico, não-interativo dialógico, interativo de autoridade e não-interativo de autoridade.* Considerar essas classificações é importante para compreendermos as interações que ocorrem ao longo da aula e como a mediação é estabelecida. É importante entender que essas dimensões e, consequentemente, as classes de abordagens ocorrem tanto no discurso do professor quanto no dos estudantes e que cada uma das classes de abordagens comunicativas tem seus próprios momentos ao longo da aula. Isso significa que durante a aula é comum ocorrer transições entre as abordagens, portanto todas elas fazem parte do desenvolvimento de uma aula investigativa e trazem suas próprias contribuições para o desenvolvimento da narrativa científica que se almeja desenvolver.

Dessa forma compreendemos, que no ensino por investigação, as atitudes dos estudantes e do professor são simbiônticas. Isso significa que as ações do professor influenciam o estudante e como essas ações realizadas pelos alunos tem grande importância no processo de investigação, também irão influenciar as próximas ações do professor. Portanto, mesmo que o papel de cada um seja diferente, eles se tornam codependentes e não podem ser desassociados.

# Capítulo 3 – Metodologia

Este capítulo apresenta a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) desenvolvida para a intervenção os objetivos didáticos e de pesquisa articulados a ela, bem como sua validação, embasamento metodológico e contexto da intervenção.

## 3.1 Objetivos

O objetivo geral desse trabalho é analisar a mediação pedagógica durante o desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa com estudantes do ensino médio que articula conhecimentos astronômicos e físicos.

Temos os seguintes objetivos específicos:

a. Discutir como uma abordagem investigativa pode auxiliar o professor no desenvolvimento do conteúdo científico na sala de aula.
b. Debater ações e posturas que o professor precisa se atentar a abordagem investigativa.

## 3.2 Contexto da intervenção

A intervenção educacional ocorreu com alunos da 2ª série do ensino médio, de uma escola da rede estadual localizada no município de Serra no estado do Espírito Santo.

Escolhemos realizar essa intervenção nas turmas de 2ª série do ensino médio, por uma questão de articulação com o currículo prescrito e a possibilidade de retomar conteúdos já estudados nas séries anteriores, que poderiam auxiliar no desenvolvimento e aprofundamento dos conteúdos históricos, de Astronomia, da Terra, da atmosfera e da óptica articulados na sequência. Os alunos participantes da intervenção receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, explicitando a proposta da intervenção pedagógica, o qual todos os participantes e seus responsáveis assinaram permitindo o uso das produções dos estudantes como fonte de dados para a pesquisa. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que utilizamos está disponível no Apêndice I.

Os dados utilizados para análise da pesquisa provêm das aulas, que foram gravadas em áudio e vídeo para que as interações fossem transcritas na integra.

Além disso, também constituíram como fonte de dados as anotações, em forma de relato, registro dos alunos por meio das atividades, modelos explicativos, fotos e diário de bordo, aqui chamados de diário de observação. Nas transcrições os estudantes receberam nomes fictícios para garantir seu anonimato.

Todas as turmas de 2ª série da escola participaram da intervenção, somando um total de 138 estudantes divididos em quatro turmas, sendo 63 meninos e 65 meninas. Utilizamos como fonte de dados para análise das aulas ocorridas em uma das turmas, a qual soma um total de 33 alunos, sendo 9 meninos e 24 meninas. Como critério para a escolha da turma para a análise, observamos a turma com menor flutuação de faltas durante a intervenção. Como a SEI prioriza o processo de aprendizagem, consideramos a presença como critério principal para a escolha da turma que teria as aulas analisadas para este trabalho. Para garantir o anonimato e preservar a identidade dos estudantes eles serão referidos com nomes fictícios durante as análises.

### 3.3 Pesquisa-intervenção

No papel de professor da educação básica é natural planejar dinâmicas, abordagens e outras estratégias para serem utilizadas nas aulas, visando uma melhoria no ensino das disciplinas, no sentido de promover a aprendizagem dos estudantes. No entanto, não é uma atitude corriqueira questionar ou analisar as contribuições, impactos e/ou mudanças que surgem como consequência dessas ações docentes em quesitos que não estejam relacionados diretamente as notas dos estudantes. Muitas vezes, apenas reproduzindo outros trabalhos sem muita atenção as potencialidades proporcionadas por eles. Com o interesse de estudar e analisar minha prática docente assumimos esse trabalho como uma pesquisa do tipo intervenção.

O termo intervenção, que é utilizado em outras áreas como psicologia e medicina, no meio da educação é, por muitas vezes mal interpretado. Pois a palavra traz com sigo uma denotação histórica de autoritarismo. No entanto autores como SZYMANSKY e CURY (2004) e DAMIANI (2012; 2013) argumentam que as pesquisas do tipo intervenção pedagógica não possuem essa característica autoritária. O termo aqui é usado para pesquisas que possuem como um de seus objetivos uma intencionalidade de mudança (SZYMANSKY e CURY, 2004).

De acordo com DAMIANI, et al (2012), esse tipo de pesquisa são pesquisas aplicadas que partem de uma intenção de mudança ou inovação e que ao decorrer de sua prática podemos trabalhar com seus próprios dados e propõe uma avaliação sistemática. Essas características são fundamentais para que seja possível um estudo cuidadoso do desenvolvimento proposto em sala de aula de forma que possamos investigar os impactos que a intervenção pode proporcionar em relação as atitudes, enculturação científica, do desenvolvimento conceitual e do processo de (auto) formação docente.

> Segundo nossa concepção, são investigações que envolvem o planejamento e implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências. (DAMIANI et al, 2013, p. 58)

Essa é uma forma de pesquisa importante quando assumimos o papel de professor e pesquisador de nossa prática docente, pois uma pesquisa aplicada nos ajuda a compreender os referenciais teóricos e colocá-los em interlocução com a nossa prática em um processo de ressignificação mútuo. E quando avaliamos e analisamos essa prática isso nos permite ressignificar a postura docente, pois nós, os professores, também somos sujeitos participantes da intervenção.

> Para defender a pertinência de considerá-las como pesquisa, chamamos a atenção para seu caráter aplicado. As pesquisas do tipo intervenção pedagógica são aplicadas, ou seja, tem como finalidade contribuir para a solução de problemas práticos. (DAMIANI et al, 2013, p. 58)

Dessa forma entendemos que a pesquisa do tipo intervenção pedagógica pode contribuir com a avaliação e análise do processo de aprendizagem, bem como o estudo de minha prática docente. Portanto assumir esse tipo de pesquisa é vital no processo investigativo que nos propomos fazer ao longo desse trabalho.

### 3.4 A Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

Para a realização da intervenção pedagógica, desenvolvemos uma SEI, inspirada em Carvalho (2013), que tem a Astronomia como eixo estruturante para as contextualizações e problematizações.

Ao longo do seu desenvolvimento, a SEI foi submetida a um processo de validação por pares por parte do grupo de pesquisa em Ensino de Física por investigação e formação de professores da educação básica. Contando com a presença e contribuição de seus integrantes, o professor coordenador do grupo, um

professor do Centro de Educação e três mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis). O grupo fez apontamentos importantes sobre a duração das atividades, os objetivos da sequência e da pesquisa e o registro das atividades para avaliação e fonte de dados. Por meio desse processo de validação, a versão inicial foi pensada e repensada e aos poucos tomando sua forma final. O processo de validação foi fundamental para dimensionar o número de aulas relacionados a cada etapa e delinear o acompanhamento e avaliação do processo de aprendizagem que a SEI proporciona.

### 3.4.1 Objetivos pedagógicos da SEI

A SEI tem como objetivo geral contextualizar historicamente a evolução das observações astronômicas, bem como os instrumentos utilizados para as observações, promover a prática da observação astronômica e enculturação dos conhecimentos astronômicos e analisar como as práticas de observação astronômica com telescópios contribui para o entendimento dos fenômenos de refração e reflexão.

### 3.4.2 Apresentando a SEI

Para que seja possível atender os objetivos citados anteriormente em uma abordagem investigativa, pensamos em uma SEI que nos permitisse contextualizar e problematizar as observações astronômicas. Sendo assim a imersão dos estudantes no tema é fundamental para o processo de aprendizagem. Pensando dessa forma planejamos a SEI para que ela promovesse a enculturação da observação do céu. Trazendo uma contextualização histórica, construção de lunetas e práticas de observação a vista desarmada e com instrumentos para finalmente conectar essas experiencias com os fenômenos ópticos.

A SEI foi dividida em seis etapas, somando um total de 10 aulas. Cada etapa possui uma problematização própria para contribui com os objetivos. O quadro a seguir mostra os objetivos, e problematizações de cada etapa.

Quadros 3: Sequência de Ensino Investigativa

| Etapa | Objetivos | Problematização | Número de Aulas |
|---|---|---|---|
| **Abordagem histórica** | Caracterizar os instrumentos ópticos e suas aplicações;<br>Relacionar alguns aspectos do desenvolvimento científico com seu contexto histórico; | Como é possível conhecer e visualizar estrelas e planetas sem sair da Terra? | 2 aulas |
| **Reconhecimento do Céu** | Reconhecer os objetos celestes;<br>Comparar o céu noturno com e sem poluição luminosa;<br>Estimar pontos cardiais usando as constelações, Sol e Lua; | Como posso identificar diferentes objetos celestes e me guiar por eles? | 3 aulas e 1 alua de campo |
| **Construção de lunetas** | Compreender a associação de lentes da luneta;<br>Estimular o trabalho em equipe;<br>Confeccionar a luneta de Galileu; | Como associar as lentes para ampliar a imagem? | 1 aula |
| **Observação Noturna** | Familiarizar os estudantes com a prática da observação Astronômica;<br>Elaborar hipóteses; | Qual a diferença das imagens em cada telescópio? | Aula de campo |
| **Socialização e debate aberto** | Reconhecer os fenômenos de refração e reflexão;<br>Compreender a relação dos fenômenos ópticos na formação de imagem;<br>Dialogar e respeitar diferentes ideias e opiniões;<br>Desenvolver um posicionamento crítico e investigativo perante a situação problema; | Que tipo de fenômeno ocorre em cada telescópio para gerar imagens diferentes? | 1 aula |
| **Sistematização dos Fenômenos ópticos** | Compreender os fenômenos de refração e reflexão individualmente e em conjunto;<br>Elaborar e testar hipóteses;<br>Construir modelos explicativos; | Como os fenômenos de reflexão e refração influenciam na formação da imagem? | 2 aulas |

Fonte: Próprio Autor.

Cada etapa possui sua própria problematização de forma que auxilie na imersão e enculturação dos estudantes a respeito da observação do céu e dos equipamentos, limitações e referencias utilizadas durante a realização dessas observações.

**Etapa 1: Abordagem histórica.**

A SEI se inicia com uma abordagem histórica para contextualizar a importância das observações astronômicas ao longo da história, bem como sua influência em diversas medidas e práticas atuais. Essa abordagem histórica possui três momentos que planejamos para ocorrer ao longo de duas aulas de 50 minutos.

Inicialmente planejamos uma abordagem a respeito da evolução das observações, mapeamento e entendimento dos movimentos dos astros, para as previsões das estações do ano e, consequentemente a construção de calendários e outras formas de mensurar o tempo. O segundo momento é uma contextualização históricas sobre os instrumentos utilizados ao longo da história para ampliar a capacidade de visão do ser humano. Esta etapa inclui a leitura de um texto[2] a respeito do primeiro ano de observações de Galileu Galilei com o uso do telescópio. O terceiro momento é uma apresentação histórica das lentes que foram utilizadas para a construção de vários instrumentos ópticos, fazendo uma contextualização a respeito das semelhanças e diferenças entre os instrumentos ópticos. Ao fim dessa etapa é apresentado aos alunos um conjunto óptico com uma fonte luminosa e várias lentes e espelhos diferentes, para que os estudantes possam manipular e experienciar os efeitos que diferentes lentes possam surtir sobre a luz. Neste momento os estudantes têm liberdade para manipular o conjunto óptico como quiserem, sob o questionamento de "que efeito cada lente faz com a luz"? O objetivo neste momento é que os estudantes conheçam e tenham contato direto com as lentes, pois conhecer a ferramenta científica é fundamental para que futuramente possamos problematizá-la, debatê-la e também utilizá-la.

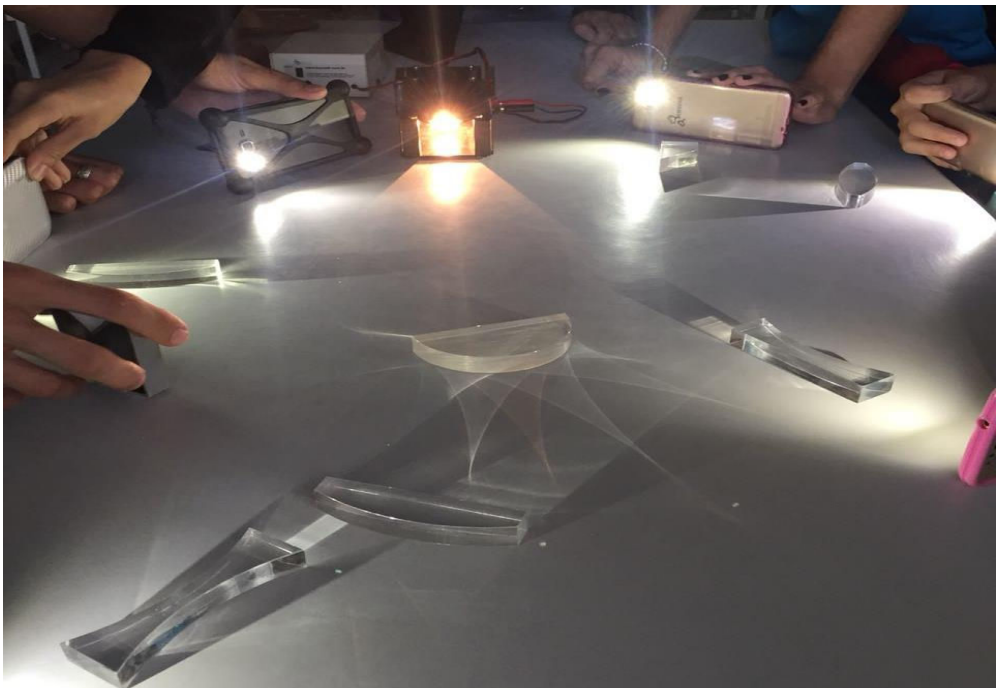


*Figura 2: Estudantes fazendo o primeiro reconhecimento das lentes. Fonte: Próprio autor.*

[2] O texto utilizado na aula pode ser encontrado em: http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/aulas_11/Galileu_observacoes_tel_v3.htm

Este momento é fundamental pois os próprios alunos já haviam feito o depoimento de que as únicas lentes que, a maioria deles, conheciam eram as lentes contidas em lupas e nos óculos. Tornando este um momento importante para que os alunos apresentem seus conhecimentos sobre as lentes.

**Etapa 2: Reconhecimento do Céu.**

Para que seja possível observar o céu com qualidade é necessário ter algum conhecimento sobre quais objetos celestes observar e quando é possível observá-los, bem como ter algumas referências como constelações e pontos cardiais. Sem essas referências a observação pode se tornar mais frustrante que instrutiva devido a vários fatores como o grande número de estrelas, dificuldade de diferenciar planetas e estrelas ou mesmo a poluição luminosa. A segunda etapa da SEI foi planejada para a orientar os estudantes em suas práticas de observações astronômicas. Para isso planejamos abordar a poluição luminosa, constelações, diferença de brilho entre estrelas e planetas, pontos cardeais, e a utilização de softwares que simulam o céu noturno em três aulas e uma aula de campo para visitar o Planetário de Vitória com uma sessão relacionada a astronavegação, articulada com a disciplina de História.

A etapa se inicia questionando se os estudantes têm o costume de observar o céu e o quais objetos celestes são vistos normalmente. A partir desse momento é discutido alguns desses objetos como a Lua, estrelas, planetas, meteoros ou o que mais for mencionado por eles, para diferenciar cada objeto celeste. Assim se inicia o reconhecimento do céu com o movimento aparente das estrelas, como consequência dos movimentos da Terra e para localizar os pontos cardiais, a definição das constelações para mapear as regiões do céu, o movimento Sol, Terra e Lua para contextualizar as fases da Lua e os eclipses solar e lunar. Para auxiliar nesse processo utilizamos programas que podem simular o céu como o Stellarium[3] para computadores, SkyView[4], SkyMap[5], StarRover[6] e StarWalk2[7] para celulares.

---

[3] O Stellarium para computadores pode ser encontrado em: https://stellarium.org/pt/

[4] O SkyView para smartphones pode ser encontrado em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.t11.skyviewfree

[5] O SkyMap para smartphones pode ser encontrado em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.stardroid

Optamos por estes aplicativos por serem gratuitos visando a acessibilidade de todos os alunos. É importante sinalizar que os aplicativos StarRover e StarWalk2 foram sugeridos pelos próprios estudantes. Planejamos três aulas para essa etapa para que fosse possível abordar os assuntos relevantes também pensando em um tempo para que os estudantes pudessem experimentar diversas situações de observação com os programas em sala de aula, para que se familiarizassem e pudessem utilizá-los por conta própria.

*Figura 3: Simulador do céu, Stellarium para computadores. Fonte: Próprio Autor*

A partir desse momento foi solicitado aos estudantes que observassem o céu, usando um ou mais dos programas apresentados e os conhecimentos adquiridos ao longo das aulas. A observação deveria ser realizada de algum lugar próximo, e

---

[6] O StarRover para smartphones pode ser encontrado em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.stardroid

[7] O StarWalk2 para smartphones pode ser encontrado em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vitotechnology.StarWalk2Free

Estes links estão disponíveis no Apêndice II em forma de QR Code caso queira acessar do seu smartphone.

seguro, de sua casa com o objetivo de localizar as constelações do Cruzeiro do Sul, os pontos cardeais, desenhar um esboço de seu local de observação, para auxiliar observações futuras e identificar a fase da Lua em uma primeira observação. Essas informações foram registradas em um Diário de observação. A partir desse momento os estudantes fariam observações com uma certa frequência com os objetivos de identificar outras constelações, identificar os planetas visíveis (na época era possível observar Marte, Saturno e Júpiter) e acompanhar a mudança das fases da Lua, sempre relatando à sua maneira em seus diários. O Diário de observação é uma ferramenta de registro e avaliação escolhida durante o planejamento da SEI por conter relatos dos estudantes de suas experiencias de observação, priorizando o processo de aprendizagem individual do estudante e, consequentemente, dados importantes para o desenvolvimento da SEI.

O Diário de observação será construído pelos estudantes, por meio de várias observações a vista desarmada e com instrumentos, ao longo da SEI até o início da etapa 5 intitulada “Socialização e debate aberto”, quando os estudantes entregaram seus diários para o professor.

**Etapa 3: Construção de lunetas**

Essa etapa é composta por apenas uma aula. Planejamos para essa etapa uma oficina de construção de lunetas para que os estudantes pudessem utilizá-las nas observações do céu noturno. A oficina foi pensada de forma a utilizar materiais de baixo custo para a confecção das lunetas. A imagem a seguir mostra os materiais que foram utilizados para a construção das Lunetas.

*Figura 4: Materiais utilizados para a construção da luneta. Fonte: Próprio Autor*

O quadro a seguir contém a listagem dos materiais utilizados, orientados pela numeração apresentada na figura 4. A montagem[8] detalhada da luneta está disponível no produto educacional.

Quadros 4: Descrição dos materiais para a confecção da luneta.

| Numeração | Descrição |
|---|---|
| **1** | Cano com 40mm de diâmetro e 30cm de comprimento. |
| **2** | Cano com 50mm de diâmetro e 30cm de comprimento. |
| **3** | Luva para cano de esgoto com diâmetro de 40mm. |
| **4** | Luva para cano de esgoto com diâmetro de 50mm. |
| **5** | Rolo de fita durex comum. |
| **6** | Fita esponjosa dupla face (também conhecida como fita bananinha). |
| **7** | Monóculo para negativo de fotos. |
| **8** | Lente de resina de 2 graus positivos com 50mm de diâmetro. |

Fonte: Próprio Autor

Nesse momento a problematização está ligada à disposição das lentes necessárias para que o conjunto possa realizar a ampliação da imagem observada. Para isso os estudantes devem buscar entender como utilizar o conjunto de lentes fornecido. Na busca por uma solução é natural passar pelo conceito de foco, imagem bem definida, aberração cromática e imagem invertida. Pois são dificuldades naturais encontradas na utilização deste tipo de instrumento e, conhecendo o instrumento previamente, podemos estar atentos para problematizar esses conceitos pois, eles fazem parte da compreensão do instrumento pelos estudantes para que possam utilizá-lo por conta própria e com efetividade durante suas observações.

[8] Um vídeo que mostra como montar a luneta está disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0.

**Etapa 4: Observação noturna**

Agora que os estudantes já possuíam alguma experiência de observação a vista desarmada e utilizando as lunetas que construímos, programamos uma observação do céu noturno no Observatório Astronômico da UFES, para que conhecessem e tivessem a oportunidade de usar telescópios mais profissionais, tanto refratores quanto refletores para que possam perceber a diferença no uso de cada tipo de telescópio.

Figura 5: Estudantes testando as disposições das lentes das lunetas. Fonte: Próprio Autor

Durante a visita ao Observatório os alunos foram orientados a observar a Lua e, no mínimo, um planeta em cada um dos telescópios presentes no observatório. Com o objetivo de conhecer telescópios com diferentes capacidades. A experiência deveria ser registrada em forma de áudio, vídeo, fotos ou escrita para que fosse relatada nos diários de observação com o máximo de detalhes possível. Os relatos dos estudantes serão usados para problematizar a capacidade e os componentes de cada telescópio, bem como os registros de áudio e vídeo.

Figura 6: Alguns estudantes ao fim da visita ao Observatório. Fonte: Autor

Sobre o planejamento dessa etapa da SEI é importante dizer que, pelo fato de as turmas eram do período escolar matutino, a visita não foi feita em horário de aula. Para contornar essa questão, planejamos esta visita em forma de convite, não uma aula obrigatória, em que os estudantes poderiam convidar os familiares para participar da atividade. Participaram da atividade 14 estudantes e alguns acompanhantes, totalizando um grupo de aproximadamente 25 pessoas.

**Etapa 5: Socialização e debate aberto**

Após realizarem várias observações do céu e efetuarem seus registros no diário de observação, os estudantes socializaram várias experiências. Essa etapa de socialização e debate foi planejada para que os estudantes pudessem ter essa interação, considerando que os dias, horários e objetos celestes a serem observados foram de escolha pessoal de cada aluno, como exceção das observações das fases da Lua e o Cruzeiro do sul, que foram escolhidas como alvos iniciais para que os estudantes pudessem criar referências.

Nessa aula os estudantes foram convidados a compartilhar suas experiências de observações utilizando de seus diários, fotos, relatos, pesquisas, vídeos e qualquer outro registro que tenham feito durante o processo. Os estudantes que estiveram presentes na visita ao Observatório também são estimulados a socializar sua

experiência, já que nem todos estavam presentes, por ter sido uma atividade não obrigatória.

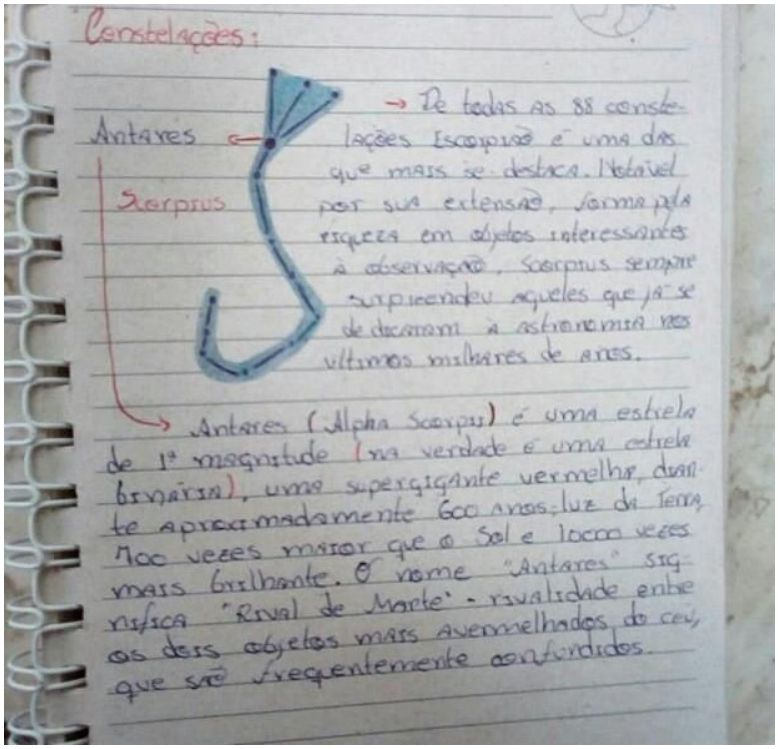



Figura 7: Pesquisa feita por estudante relatada no diário de observação. Fonte: Autor.

Problematizamos também nesse momento as possíveis diferenças das imagens observadas pelos estudantes usando as lunetas montadas durante na oficina e usando os telescópios do observatório. Para isso, projetamos algumas das imagens feitas por alguns dos estudantes e por mim durante o decorrer da intervenção. É importante enfatizar que todas as imagens e fontes do debate utilizadas para essa etapa devem ter sido produzidas durante a intervenção. Pois para sistematizar suas formas de visualizarem o céu é fundamental que a produção e relato dos estudantes seja elemento central no debate.

**Etapa 6: Sistematização dos fenômenos ópticos**

Como última etapa da SEI, este é o momento de usar das experiencias adquiridas pelos estudantes para problematizar os fenômenos ópticos que ocorrem nos telescópios. Para isso planejamos duas aluas para atender esse propósito, sendo uma para que os estudantes resolvessem uma situação problema e que envolvesse um processo de sistematização com eles e a segunda uma aula mais

diretiva a respeito do fenômeno de refração e reflexão trazendo a estrutura formal dos fenômenos.

Dessa forma foi planejado uma situação problema para que os estudantes utilizassem um conjunto óptico para simular funcionamento de uma luneta, do mesmo tipo que construíram durante a intervenção. Antes de iniciar essa atividade, cada estudante fez um modelo explicativo de como a luz deve se comportar dentro da luneta por meio de desenho esquemático, texto ou qualquer outra forma que o aluno consiga expressar suas ideias. Após o desenvolvimento do modelo os estudantes iniciaram a atividade em conjunto em busca de uma solução. Neste momento eles tinham total liberdade para utilizar o conjunto óptico fornecido da maneira que consideraram necessário. Como professor eu estabeleci uma mediação ao longo da atividade com cuidado e atenção, valorizando o ambiente investigativo.

Após a resolução proposta pelos estudantes o professor precisa sistematizar a atividade de forma a utilizar os modelos, hipóteses e falas dos estudantes para contribuir com o entendimento dos conceitos de foco, imagem, refração, aberração cromática e qualquer outro conceito físico que tenha permeado ou sido questionado durante a investigação realizada pelos estudantes.

Após a resolução proposta pelos estudantes, eu fiz a sistematização da atividade utilizando os modelos, hipóteses, questionamento e outros elementos considerados pelos estudantes ao longo da aula para contribuir com o entendimento dos conceitos de foco, imagem, refração e aberração cromática. Dessa forma valorizando as interações e discussões que ocorreram durante a investigação da situação problema.

**Avaliação**

A proposta da SEI é proporcionar apropriação de conceitos e práticas científicas, mudanças atitudinais compreendendo todos os elementos como fundamentais para compreendermos a aprendizagem em ciências. Com o entendimento de que essas mudanças são graduais, optamos por avaliar ao longo do processo.

Para isso o primeiro ponto avaliado foi o envolvimento dos estudantes nas aulas, debates e solução da situação-problema. Podemos avaliar esses pontos por meio das gravações das aulas e os registros das hipóteses e modelos explicativos criados

pelos estudantes de forma individual ou em grupo. O segundo artefato de avaliação são os registros das observações feitas pelos estudantes em seus diários de bordo.

Ao fim da etapa 6, foi planejado também uma última atividade individual para os estudantes. Cada um deveria fazer um planejamento de observação de forma escrita, em que o estudante deveria escolher uma data, hora e localização para fazer uma observação noturna. Escolhendo os objetos celestes que deseja observar, prevendo suas localizações aproximadas e qual o tipo de telescópio ele gostaria de usar. Essa atividade deve incentivar o uso de pesquisas e manipulação dos simuladores já trabalhados, bem como o conhecimento e referencias assimilados pelos estudantes por meio da intervenção. Esta é uma atividade avaliativa acerca dos conceitos desenvolvidos.

### 3.5 Procedimento de análise de dados

Ao pensarmos em uma aula / atividade investigativa é importante considerar suas características, para que possamos identificar se a aula se configura como investigativa no momento que a analisamos. Porém, ao longo dos anos foram consideradas várias características para o ensino por investigação e nem sempre os pensamentos dos autores pertinentes estão alinhados nesse sentido. Contextualização, situação-problema, interações discursivas, argumentação, surgimento de um novo problema, levantamento e teste de hipóteses, interpretação e análise de resultados são algumas das muitas características que são evidenciadas no ensino por investigação. Mas para analisar se a aula se configura como investigativa, algumas dessas características devem ser escolhidas para que seja possível caracterizar a aula.

Para esse propósito de análise, utilizaremos uma ferramenta para análise que foi construída de forma coletiva pelo grupo de pesquisa em Ensino de Física por investigação e formação de professores da educação básica. Essa ferramenta foi publicada por Coelho e Ambrózio (2019, p. 499 e 500), em que os autores apresentam a ferramenta analítica dizendo que “[...] construímos coletivamente uma ferramenta analítica na qual sistematizamos, por meio de referenciais pertinentes da educação científica (BARCELLOS et al, 2019; CARVALHO, 2018; CARDOSO; SCARPA, 2018; SÁ et al, 2007; MORTIMER e SCOTT, 2002), [...]”. Essa ferramenta analítica considera algumas características essenciais das atividades investigativas,

bem como, os elementos da mediação estabelecida pelo professor. Assim essa ferramenta nos ajuda a compreender e caracterizar a aula ao analisarmos esses elementos e as interações ocorridas na aula, fornecendo indicadores sobre a natureza da aula e o grau de envolvimento intelectual dos estudantes.

No Quadro 6, apresentamos a ferramenta analítica conforme sistematizada por Coelho e Ambrózio (2019). Para melhor compreensão da ferramenta, apresentamos no Quadro 5 uma legenda dos símbolos contidos na apresentação da ferramenta analítica.

Quadros 5: Legenda resumida dos símbolos e seus significados da ferramenta analítica.

| **Símbolo** | **Significado** |
|---|---|
| **A** | Representa os alunos |
| **P** | Representa o professor |
| **P, A** | Sinaliza para aula centrada no discurso do professor com momentos de interação com os estudantes. |
| **A-P** | Sinaliza para dimensão dialógica na sala de aula, com maior investimento intelectual do estudante nas atividades didáticas propostas. |
| **P(A)** | O professor realiza a sistematização da aula levando em consideração as ideias que circulam no plano social da sala de aula (BARCELLOS et al, 2019). |
| **Grau** | Está relacionado ao envolvimento intelectual de alunos no processo de ensino e aprendizagem (CARVALHO, 2018). |

Fonte: Coelho e Ambrózio (2019, p. 500 e 501).

Quadros 6: Ferramenta analítica sistematizada por Coelho e Ambrózio (2019).

| | **Natureza da aula** | **Contextualização** | **Situação-problema** | **Levantamento de hipóteses** | **Estratégia para resolução da situação-problema** | **Análise dos Resultados** | **Sistematização** | **Grau** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Aula diretiva não contextualizada | Não | Não | Não se aplica | Não se aplica | Não se aplica | Não se aplica | 0 |
| 2 | Aula diretiva não contextualizada (inicia processo investigativo) | Não | Sim. P | Sim. P | Sim. P, A | Sim. P | Sim. P | 1 |
| 3 | Aula Interativa | Não | Sim. P | Sim. P, A | Sim. P, A | Sim. P, A | Sim. P | 2 |
| 4 | Aula Interativa dialógica | Não | Sim. P | Sim. A-P | Sim. A-P | Sim. A-P | Sim. P | 3 |
| 5 | Aula Investigativa | | | | | | Sim. P (A) | 3 |
| 6 | Aula diretiva contextualizada | Sim. P | Não | Não se aplica | Não se aplica | Não se aplica | Não se aplica | 0 |
| 7 | Aula diretiva contextualizada (inicia processo investigativo) | Sim. P | Sim. P | Sim. P | Sim. P, A | Sim. P | Sim. P | 1 |
| 8 | Aula contextualizada interativa | Sim. P | Sim. P | Sim. P, A | Sim. P, A | Sim. P, A | Sim. P | 2 |
| 9 | Aula interativa dialógica (abordagem problematizadora) | Sim. P | Sim. P | Sim. A-P | Sim. A-P | Sim. A-P | Sim. P | 3 |
| 10 | Investigativa (articulada a abordagem CTS/temática) | | | | | | Sim. P (A) | 3 |

Fonte: Coelho e Ambrózio (2019, p. 500).

A análise de cada aula foi feita a partir de suas transcrições. Nelas podemos acompanhar o desenvolvimento das interações discursivas e a ação mediada estabelecida. A análise dessas interações e a relação vai sendo construída em sala de aula com a contextualização, a situação-problema e sua solução e a influência que este movimento epistêmico terá com os conceitos e, consequentemente, com a sistematização nos dá subsidio e dados importantes para analisar a prática docente e classificar as aulas de forma coerente com a ferramenta apresentada.

É importante mencionar que a ferramenta analítica considerada não deve ser tratada como um caracterizador definitivo único. A natureza da aula pode conter momentos que representam mais de uma das definições que a ferramenta apresenta. Situação que é coerente com as abordagens comunicativas apresentadas por Mortimer e Scott (2002) e reforçado por outros autores.

# Capítulo 4 – Análises e Discussões

Neste capítulo apresentamos a análise e discussão das aulas intituladas como *Socialização e debate aberto das observações* e *Sistematização dos fenômenos ópticos*. Essas aulas foram escolhidas por termos dois desenvolvimentos bem diferentes, sendo uma caracterizada com investigativa enquanto a outra não. Compreendemos que a análise dessas duas aulas pode contribuir para a reflexão da mediação em sala de aula ao assumirmos o ensino por investigação como abordagem didática. Bem como chamar atenção para alguns cuidados que precisam ser tomados, a fim de que a mediação seja coerente com as várias configurações atitudinais, espaço-temporais e discursivas que ocorrem nesse ambiente tão diverso que é a sala de aula.

## 4.1 Socialização e debate aberto das observações

Essa aula ocorreu na semana seguinte a visita ao observatório, na qual os estudantes tiveram a oportunidade de observar o céu com telescópios refletores, móveis e fixos, e tiveram a sua disposição uma luneta de mão. Apenas alguns alunos estavam presentes nessa aula de campo, pois foi uma atividade realizada fora do horário de aula, pois a observação foi noturna e as turmas trabalhadas estudam no turno matutino. Portanto foi uma atividade de caráter não obrigatório em que os estudantes podiam convidar seus amigos e familiares para participar.

Nesse momento da intervenção os estudantes já haviam feito uma série de observações, registradas em seus diários de observação que deveriam ser entregues ao fim dessa aula, além da visita ao observatório. O objetivo do debate era que eles pudessem compartilhar as observações, pesquisas e dificuldades que tiveram, cada um com seus próprios olhares para compreender melhor as estratégias para observação e opções de instrumentos para usarem em futuras observações astronômicas.

### Episódio 1

O debate se inicia quando pergunto sobre as observações que os estudantes fizeram nos últimos dias, pedindo para que eles as compartilhem. Como a aula foi logo após a visita ao observatório, os primeiros relatos são dos estudantes que participaram da noite de observação.

Professor: Então gente, o que vocês têm observado nos últimos dias?

Camilla: Então professor, eu consegui ver Júpiter e Saturno no telescópio do observatório. Dá pra [sic] ver bem legal, quase como nas fotos que vimos.

Thalita: Eu também vi. Mas com o telescópio de mão que você levou eu não consegui ver.

Thiago: É verdade. E cansa o braço. Fiquei tentando apontar pra Saturno, mas não consegui ver.

Thalita: Você apoiou num muro Thiago? Ajuda bastante.

((inaudível))

Professor: É verdade, esse é um problema daquela luneta. Como é uma luneta de mão temos que segurá-la.

Professor: Mas o que vocês perceberam de diferente nos telescópios do observatório?

((silencio))

Inicialmente Camilla traz o relato de conseguir ver os planetas Júpiter e Saturno. Thalita confirma ter visto, mas traz uma crítica em relação a luneta que utilizou no dia dizendo: "*Eu também vi. Mas com o telescópio de mão que você levou eu não consegui ver*.", Thiago também apoia ao falar de sua frustração com o uso da luneta: "*É verdade. E cansa o braço. Fiquei tentando apontar pra Saturno, mas não consegui ver*". Logo em seguida Thalita compartilha uma sugestão de estratégia para o uso da luneta ao dizer: "Você apoiou num muro Thiago? Ajuda bastante". Mesmo sendo um questionamento sutil, ele traz uma forma de partilha das experiências adquiridas ao longo da intervenção.

Uma das funções fundamentais das comunicações discursivas é a socialização das ideias, sejam elas hipóteses ou, como no caso, estratégias para algum procedimento. No decorrer da intervenção, com as experiências de observação que os estudantes foram adquirindo suas próprias referências e estratégias para observar o céu. Alguns estudantes tiveram a oportunidade de estabelecer essa prática em conjunto, mas pelos seus relatos foi possível perceber que a grande maioria fez esse processo de forma individual, o que torna a partilha dessas observações uma ação importante a ser desenvolvida na sala de aula. Socializar dados, processos, estratégias e relatos é de grande importância no pensar científico e fundamental para a estruturação e continuação das interações (SASSERON, 2013).

A troca de informações sobre o uso da luneta poderia ter sido mais explorada, porém após a minha fala a respeito da limitação da luneta, não dei espaço para a continuidade dessa discussão. Procurando direcionar os relatos a respeito dos telescópios do observatório, quando digo: "*Mas o que vocês perceberam de diferente nos telescópios do observatório?*", retiro a abertura do assunto anterior. Essa foi uma atitude que é importante ser repensada, pois ela não contribuiu para um elemento já estabelecido do diálogo.

Kleber: Os que estavam do lado de fora eram pequenos, os de dentro são maiores.

Alice: A Marcela me mostrou uma foto, e dava [sic] pra ver que eles eram presos no chão. Não entendi como faz [sic] pra usar.

Professor: A sim, os que estavam na parte de dentro do observatório tem uma base fixa no chão. Ai [sic] tem um eixo que dá pra [sic] apontar o telescópio pra [sic] onde quiser.

Alice: A tá, eu achei que (inaudível)... pensei que fosse aquele tipo que saia pra fora do lugar, não sei explicar. Tipo aqueles que aparecem nos filmes e desenhos.

Kleber: É professor, os telescópios são grandes, mas achei que fossem bem maiores.

Professor: Entendi a frustração. Mas esses telescópios são de observatórios de grande porte. O observatório que fomos é de pequeno porte.

Professor: O que mais vocês acham que tem de diferente entre nesses telescópios?

((silencio))

Aluno não identificado: São mais caros!

Professor: Sim, são mais caros. Mas o que isso pode significar?

(inaudível)

Professor: Como assim melhor?

Jonas: Devem ser mais potente [sic].

Professor: Legal, então o que tem de diferente nesses telescópios? O que faz com que eles sejam mais potentes como Jonas afirma?

((silencio))

Kleber: Não entendi. Repete a pergunta.

Professor: O que faz esses telescópios do observatório mais potentes que os que estavam do lado de fora?

Kleber: O tamanho?

Professor: Só o tamanho?

((inaudível))

Alice, que não tinha participado da visita, demonstra uma dúvida interessante quando diz: "*A Marcela me mostrou uma foto, e dava pra ver que eles eram presos no chão. Não entendi como faz pra usar*", quando eu prontamente respondo: "*A sim, os que estavam na parte de dentro do observatório tem uma base fixa no chão. Ai [sic] tem um eixo que dá pra [sic] apontar o telescópio pra onde quiser.*", perco uma oportunidade de deixar os estudantes que estavam presentes na visita falar a respeito do instrumento, pois eles viram o telescópio de perto e o utilizaram. Essa oportunidade traria mais autonomia para o debate. Quando assumimos o papel de mediador das interações é importante lembrar que a autonomia dos estudantes no diálogo deve ser respeitada.

É interessante perceber que na fala de Alice: "... *pensei que fosse aquele tipo que saia pra fora do lugar, não sei explicar. Tipo aqueles que aparecem nos filmes e desenhos.*", e logo em sequência Kleber também compartilha da expectativa, nos faz pensar no que os estudantes entendem por observatório ou telescópios. Já era de meu conhecimento que a maioria deles, possivelmente todos, nunca haviam visitado um observatório. Portanto trazem consigo a imagem de uma estrutura enorme, com teto arredondado e com telescópios enormes.

Insistindo no questionamento a respeito da diferença entre os telescópios ao dizer: "*O que mais vocês acham que tem de diferente entre nesses telescópios*?", os estudantes trazem respostas como o preço, potência e tamanho, mas de forma bem superficial sem argumentar seus pontos.

Analisando o áudio da aula percebo que queria promover uma discussão a respeito dos elementos que formavam os telescópios para diferenciar os tipos de telescópios. No entanto as interações dos alunos vão, aos poucos se distanciando desse pensamento, mas evidenciando elementos importantes de suas experiências. Ao estabelecer uma mediação é fundamental que eu seja interlocutor entre os elementos considerados pelos estudantes e o conhecimento e a fala dos estudantes estão repletas de elementos que permitem essa abordagem. Porém, nesse momento não aproveito essa oportunidade ao optar por insistir no questionamento inicial sem aproveitar as falas dos estudantes. Seria mais coerente com a proposta da investigação expandir a discussão e explorar mais as experiências compartilhadas pelos estudantes. O que deixa claro a importância da atenção a postura que o professor deve ter nessa perspectiva, pois é fundamental que o

professor esteja atento as falas dos estudantes, inferindo e devolvendo os questionamentos dos estudantes (AZEVEDO, 2004).

**Episódio 2**

Devido a problemas no áudio, temos poucas falas a respeito das diferenças dos telescópios que estão audíveis. O segundo episódio inicia-se quando a questão é interrompida por Bernardo.

Bernardo: Então professor, eu não fui lá. Então eu não vi nada pelo telescópio.

Professor: Verdade Bernardo, você e vários outros não puderam ver. Pensando nisso eu trouxe essa foto da Lua que tiramos no dia.

Figura 8: Foto da Lua vista pelo telescópio durante a visita ao observatório. Fonte: Próprio Autor.

((vários comentários ao mesmo tempo, mas não é possível transcrever))

Isabel: Parece que tá [sic] maior. Mas parece mais embaçado que o do telescópio de mão.

Professor: Da pra [sic] ver que é bem diferente de olhar a lua sem telescópio né [sic]?

Bernardo: Da pra [sic] ver bem mais detalhes que olhar sem telescópio.

Camilla: Eu achei bem diferente. Essa foto foi você que tirou professor?

Professor: Não, eu tirei print [sic] do vídeo que você me mandou.

Camilla: Ah, que lindo!

Kleber: Falando na Lua professor. Fazendo o diário eu tava [sic] reparando que a Lua fica mudando de lugar.

Yasmin: Claro que muda né. Ela tá [sic] girando em volta da Terra.

((inaudível))

Kleber: Eu tava [sic] olhando todo dia mais ou menos no mesmo horário, aí [sic]

depois de uns dias a Lua não estava mais no mesmo lugar quando eu via de novo. Por que isso?

Professor: Ah, entendi. É porque ela gira em torno da Terra mesmo. Se ela não girasse, ela apareceria sempre no mesmo lugar. Ai não teríamos fases da Lua. Mas como ela gira em torno da Terra vemos isso como ela se movendo aos poucos, dia após dia. E com isso ela vai mudando de fase.

Kleber: Ah tá.

Matheus: Ouvi dizer que no mês que vem vai ter eclipse. É verdade?

Professor: Verdade.

((inaudível))

Bárbara: Eclipse é quando a Lua passa na frente do Sol né?

Professor: Que? Não. Pera [sic]. Sim. Mas o eclipse que você está falando é o eclipse solar. Mês que vem vai ter eclipse lunar.

Bárbara: Qual é a diferença? Nunca vi um eclipse.

Professor: O eclipse lunar acontece quando a Lua passa sobre a sombra da Terra. Ai [sic] ela escurece. O eclipse lunar acontece sempre a noite, mais especificamente na lua cheia.

Professor: O eclipse solar é quando a Lua passa na frente do Sol, deixando ele escuro porque ela tapa o Sol. Esse só acontece de dia, e sempre na fase da Lua nova.

Bárbara: Ah entendi.

Professor: Eu vou olhar a data e a hora do eclipse do mês que vem. Pra [sic] quem não viu ainda é muito bacana, vale a pena ver.

A fala de Bernardo: "*Então professor, eu não fui lá. Então eu vi nada pelo telescópio*", demonstra o pensamento de muitos estudantes que não estiveram presentes no observatório. Exatamente com a intensão de compartilhar as imagens observadas, os estudantes que estavam presentes foram orientados a registrar vídeos e fotos para que os colegas pudessem ter acesso a um pouco do que os equipamentos podem proporcionar. A imagem mostrada em sala, foi registrada por Camilla por meio de vídeo.

A foto da Lua que foi apresentada em aula trouxe vários comentários à tona, o que já era esperado, pois todos tiveram alguma experiência observando a Lua. Os relatos de Isabel, Bernardo e Camilla podem parecer simples à primeira vista, mas trazem consigo uma grande admiração a prática da observação. É importante frisar que estes alunos já tinham visto fotos da Lua, mas nunca a tinham observado com um telescópio. Nesse momento chamo atenção para a importância da produção dos estudantes. A foto da Lua em si, não é muito diferente de qualquer outra que

podemos encontrar na internet, porém o fato de saberem que ela foi capturada por um dos estudantes a torna muito mais atrativa, o que considero como uma parte das conquistas do estudo.

A apresentação da Lua dá início a questionamentos a respeito dela. Questionamentos que os estudantes adquiriram ao longo da intervenção ao serem convidados a registrarem suas observações em seus diários. Nesse movimento Kleber traz uma pergunta relacionada a essas observações: *"Fazendo o diário eu tava [sic] reparando que a Lua fica mudando de lugar"*, e depois reformula em busca de se explicar melhor. Neste momento eu respondo sua pergunta de forma diretiva, complementando o entendimento do movimento de translação da Lua. Pensado em uma postura problematizadora, como característica de uma aula investigativa, esse momento se mostra uma oportunidade para problematizar o movimento da Lua, que Kleber questiona, com os estudantes possibilitando um debate sobre os movimentos que a Lua realiza, assim como o processo de formação dos eclipses por meio de uma mediação mais interativa.

Por mais que a pergunta de Kleber pareça óbvia, ela representa uma percepção do movimento da Lua ao redor da Terra, que como consequência se relaciona com as fases da Lua e os eclipses solar e lunar. Todos esses fenômenos já haviam sido abordados na etapa de reconhecimento do céu, mas seria um ótimo momento para retomar esses conceitos, porém agora, com a narrativa dos estudantes. O mesmo ocorre com a pergunta de Bárbara a respeito do eclipse. Porém nesse momento eu escolho apenas explicar os fenômenos.

É interessante reparar que a fala de Kleber, sobre a localização da Lua, se relaciona com uma concepção alternativa sobre Astronomia, que pode ser percebida em vários discursos, de que a Lua sempre está visível no mesmo lugar, o que tem relação com a ideia de que a Lua só é visível a noite. A fala de Bárbara, também tem relação com uma concepção alternativa de que os eclipses, solar e lunar, possuem a mesma configuração, gerando uma confusão a respeito dos dois tipos de eclipses. Essas são duas de várias concepções alternativas que podem ser identificadas no discurso de alunos, até mesmo de alguns professores, que vem sendo replicadas ao longo dos anos (LANGHI, 2011).

((inaudível por alguns minutos))

((Neste momento os alunos estão perguntando sobre algumas observações que anotaram no diário))

Alice: Eu não entendi por que o Jonas achou o cruzeiro do sul e eu não. Tem dia que não aparece?

Professor: Não é isso, é uma questão de localização. Pelo o que você me fez no diário, dá [sic] pra entender que a frente da sua casa fica virada para o Mestre Álvaro[9]. O Mestre fica mais ou menos pro [sic] Oeste ou Noroeste daqui do bairro. O cruzeiro do sul, fica para o Sul. Ou seja, ele deve estar atrás da sua casa.

Alice: Eu tava [sic] procurando no lugar errado então.

Camilla: Será que é por isso que eu não consegui achar na casa do meu namorado?

((inaudível))

Professor: Talvez.

Thiago: Teve um dia que eu vi uma estrela cadente. Aí eu procurei na internet e vi que não é uma estrela, é tipo um meteoro né? ((inaudível))

Professor: É isso mesmo, na verdade o que chamamos de estrela cadente é na verdade um meteoro. Um pedaço de pedra perdido que quando entra na atmosfera da Terra ele encandece por causa do atrito com o ar. Inclusive, em agosto costuma ter chuvas de meteoros, dá pra [sic] ver vários na mesma noite.

Carlos: Professor, você pediu pra [sic] encontrarmos os pontos cardiais usando as estrelas. Me explica de novo que eu não entendi como faz, ((inaudível)).

Professor: Então, pra [sic] achar os pontos cardiais basta encontrar um deles. No caso da pra achar o ponto cardial Sul usando o Cruzeiro do Sul. Você pega o eixo maior da cruz e estende ela quatro vezes e meia, dá pra [sic] fazer isso com os dedos mesmo, depois disso você vai estar olhando pra [sic] um ponto que não tem nenhuma estrela em particular, é só você descer o dedo até o horizonte. Essa é a direção do ponto cardial Sul. A partir dele você determina o resto.

Carlos: ((inaudível)). Mas só dá pra [sic] fazer assim?

Professor: Como assim?

Carlos: Digo, usando o Cruzeiro do Sul. Ou dá pra [sic] usar outra constelação?

Professor: Da nossa localização só usando o Cruzeiro do Sul. Até é possível usar outras como referência, mas pra isso você tem que conhecer bem o céu e mesmo assim não são as mesmas referências o ano todo. O Cruzeiro é fácil de achar e esse método funciona independente da época do ano. É mais confiável.

Essa parte do áudio da aula ficou bem difícil de transcrever, pois o volume fica mais baixo e tem os estudantes falam ao mesmo tempo. Então temos aproximadamente 6 minutos de áudio quase incompreensível e depois algumas

[9] Referente ao Monte Mestre Álvaro, muitas vezes referido apenas como Mestre pela população da região. É um monte bem conhecido na região da Grande Vitória, mas por ser localizada no município de Serra é um ponto de referência muito forte na região. Os bairros adjacentes da escola, onde reside a maior parte dos alunos, possuem vista direta para o Mestre Álvaro.

falas que puderam ser transcritas. Porém, é perceptível que a aula foi deixando de ter uma característica de diálogo e foi se tornando um momento de tira-dúvidas para os alunos. É importante destacar que isso não é necessariamente ruim pois, apesar de se afastar da perspectiva investigativa nesse momento, os estudantes trazem alguns elementos conceituais que buscavam entender melhor e, mesmo que de forma diretiva, busquei atender seus anseios.

Aqui as interações discursivas deram lugar a perguntas direcionadas a mim e respostas diretas. Apesar desse fato a aula ainda tem um caráter interativo. Porém podemos caracterizar essa interação como interativa de autoridade, como caracterizado por Mortimer e Scott (2002). No entanto, não temos os ciclos entre os tipos de interações, proposta pelos mesmos autores.

Inicialmente esta aula foi planejada para ser investigativa, porém ela não se configurou dessa forma. Ao analisarmos as interações e os elementos mediacionais presentes na aula entendemos que ela se aproxima de uma *Aula diretiva contextualizada com momentos de interatividade* de acordo com Coelho e Ambrózio (2019). Nessa aula, a contextualização, a situação-problema e análise são propostas por mim, mesmo não tendo uma estratégia clara para a solução da situação-problema ou sistematização devido a mudança em seu desenvolvimento. No entanto, a aula possui muitos momentos com diálogos e interações que se mostram fundamentais para o progresso da aula, mesmo não que o ambiente investigativo não tenha se estabelecido como o esperado.

Quando dizemos que o ambiente investigativo só se mantém com a dedicação de professor e dos alunos em conjunto, significa que se uma das partes não estiver atentamente envolvida a investigação os momentos de interação dialógica são minimizados, como podemos ver no decorrer dessa aula. Então podemos cair na armadilha do discurso solitário dos conteúdos (SASSERON, 2013). No entanto, o fato da aula não se configurar como investigativa, não desqualifica o aprendizado ocorrido na aula. Mesmo a aula não tendo ocorrido com o planejado, houve troca de conhecimento de forma que os estudantes puderam dar um passo à frente em seus estudos. Apenas não ocorreu da forma ou com a profundidade que havíamos pensado para essa aula.

A análise dessa aula deixa claro a importância de rever e avaliar nossa prática docente. Entendemos que a pesquisa intervenção pode contribuir de com essa formação contínua que a profissão de professor exige (BARCELLOS et al, 2019). Sempre que analisamos nossa postura pedagógica podemos compreender quais elementos não foram como gostaríamos, isso nos ajuda a replanejar e tomar cuidado com a forma que abordamos nossas aulas, revisitar e ressignificar os referenciais que nos ajudam a compreender essa abordagem pedagógica.

### 4.2 Análise da aula de sistematização dos fenômenos ópticos

A aula de sistematização dos fenômenos ópticos é a última etapa da sequência didática. Neste momento as experiencias, questionamentos e debates ocorridos durante a sequência servem para embasar os argumentos dos alunos e os pontos questionados pelo professor, com o objetivo de compreender o que ocorre com a luz ao passar pelas lentes do telescópio para que a imagem seja formada com as características que os alunos haviam experimentado ao longo da intervenção. Também serve como momento de debate para os conceitos ainda não consolidados.

Após a experiencia com as observações, a montagem dos telescópios e a discussão dos efeitos das lentes os estudantes recebem a atividade de simular o efeito das lentes de um telescópio usando um conjunto óptico. Para essa atividade, os alunos não foram divididos em grupos, pois havia apenas um conjunto óptico. Portanto este conjunto foi montado na mesa do professor e todos os estudantes poderiam opinar, se envolver e manusear o conjunto. A pesar da mesa do professor ser grande, nem todos os alunos puderam ficar de frente com o experimento na primeira linha, mas como haviam aproximadamente 20 alunos presentes no dia, todos puderam observar e se aproximar.

Antes de realizar essa atividade os estudantes fizeram um desenho esquemático que representasse uma hipótese de como deveria ser a interação entre a luz e as lentes para que o telescópio exerça sua função de ampliar uma imagem vista a distância.

**Apresentando a situação-problema.**

*Após ligar a fonte colimada do conjunto óptico, deixando apenas três feixes paralelos e uma rápida apresentação das lentes contidas no conjunto, eu explico a atividade dizendo: O objetivo da atividade é o seguinte, a fonte está emitindo três feixes de luz.*

*No aparato dá pra ver esses três feixes, porém eles estão espalhados, mais grossos e com bordas coloridas. Vocês podem usar as lentes que quiserem e na ordem que acharem melhor para interferirem no nos feixes para que eles sejam vistos no anteparo nítidos, sem bordas coloridas e maiores que os feixes originais.*

**Episódio 1 – Familiarização com as lentes.**

Inicialmente os estudantes começam a testar as lentes disponíveis individualmente para verificar o efeito de cada uma. Após alguns testes, eles começam a focar na

Figura 9: Explicação da atividade. Fonte: Próprio autor.

manipulação da imagem que está no anteparo. Neste momento os alunos aparentam estarem um pouco perdidos, mas usam o conjunto óptico para explorar as funções de cada lente e observando como a imagem se altera. Porém sem um planejamento em mente.Thiago: Olha só, com essa lente fica parecido. Mas não está bem focado. ((usando uma lente convexo-plana))

Camilla: Mexe ela pra frente e vê se muda alguma coisa.

Thiago: Acho que não mudou nada.

Kleber: Mudo [sic] sim, mas ficou pior.

Thiago: Mudou?

Kleber: É. Olha, se chegar mais pra [sic] frente fica menor e pra [sic] traz fica mais borrado.

Camilla: Verdade.

((Bárbara insere uma segunda lente, uma lente biconvexa)).

Figura 10: Bárbara insere uma lente Biconvexa. Fonte: Próprio autor

Bárbara: Deixa eu [sic] ver se isso ajuda. Melhorou aí?

Yasmin: Não, piorou. Diminuiu.

Kleber: É, diminui.

Camilla: Tenta com mais uma lente

Bárbara: Qual lente?

Camilla: Sei lá, qualquer uma que seja diferente. ((Bárbara então insere uma lente plano-convexa)).

Camilla: Essa não, pega outra. ((enquanto move a lente na frente do feixe e depois a descarta)).

Figura 11: Teste de lentes bicôncava e biconvexa. Fonte: Próprio autor.

((Barbara pega uma lente bicôncava e coloca próxima a biconvexa)).

Bárbara: Essa a gente não tentou.

Camilla: Acho que piorou.

Alice: Tira ela daí. Tenta colocar entre as outras duas lentes.

((Camilla reposiciona a lente bicôncava entre a lente plano-convexa e a biconvexa)).

Camilla: Assim? Deixa eu [sic] mexer ela um pouco aqui.

Durante os turnos de fala, é possível perceber que ocorre uma manipulação direta do conjunto para entender os efeitos gerados na imagem observada. Quando Kleber diz: "*Olha, se chegar mais pra frente fica menor e pra traz fica mais borrado*", ele compartilha uma observação sobre o comportamento da imagem em relação a posição que as lentes se encontram. Informação que pode indicar uma forma de buscar uma solução. No momento em que Kleber insere uma nova lente, indica que ele quis testar uma hipótese, mesmo sem explicita-la verbalmente, de que um conjunto de lentes, no caso duas, poderia atender melhor o objetivo que apenas uma única lente.

Os estudantes observam que nessa tentativa a imagem não melhorou, pois havia diminuído de tamanho. Mas nenhum deles descarta a possibilidade de usar mais de uma lente. A fala de Camilla: "*Tenta com mais uma lente*" reforça esta ideia. Porém nas falas seguintes de Bárbara: "*Qual lente*?" e de Camilla: "*Sei lá, qualquer uma que seja diferente*", mostram que apesar do envolvimento na solução do problema ele ainda está sendo feito sem compreensão das funções de cada lente. Consequentemente permanece no domínio da tentativa e erro, sem testar uma hipótese mais completa para o problema.

As atitudes e diálogos dos alunos neste momento mostram uma tentativa de compreender os efeitos resultantes do uso de uma lente ou de uma combinação das lentes. A princípio não tentando responder ao problema, mas sim conhecer melhor as funções das ferramentas que tem em mãos, atribuindo significados ao uso das lentes. Neste sentido Drive et al (1998, p. 32), nos traz a seguinte reflexão:

> [...] Defendemos que, na educação em ciências, é importante considerar que o conhecimento científico é, ao mesmo tempo, simbólico por natureza e socialmente negociado. Os objetos da ciência não são os fenômenos da natureza, mas construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza. [...]

*Quando os alunos parecem estar perdendo a concentração no objetivo da atividade eu intervenho com um questionamento, relembrando uma informação que já havia sido debatida anteriormente, na tentativa de inserir uma informação que ajude os estudantes a se orientarem no processo de solução.*

Professor: Aproveitando o que a Yasmin disse, vocês lembram que quando mechemos no telescópio é pra ajustar o foco?

Alunos: Sim.

Professor: como identificamos o foco das lentes que estamos usando?

Thiago: Não lembro.

Jonas: Acho que é onde os raios de luz se juntam.

Professor: Isso. E se fosse uma imagem normal, onde você acha que da pra ver a imagem certinha?

Jonas: No foco, eu acho.

Professor: hum, então se você quer ver uma imagem bem definida, funciona se colocar a lente em qualquer lugar?

Alunos: Não!

Alice: Já sei, já sei. Temos que usar as lentes no foco e não em qualquer lugar né professor.

Professor: É uma ideia. Porque não tenta e vê o que acontece?

Alice: Vamos tentar colocar no foco então.

Thiago: Melhorou, mas ainda está borrado.

Jonas: Não tá não.

Thiago: Tá sim. Olha, o raio do meio está bom, mas os dos lados estão coloridos.

Alice: Mas é pouca coisa, deve ser quase isso.

Kleber: Vamos tentar com outras lentes, estamos usando sempre as mesmas.

Camilla: Verdade.

Thiago: Tá, vamos trocar as duas então.

No momento em que eu trago o questionamento do foco do telescópio, alguns alunos relembram da discussão feita anteriormente a respeito da relação entre o foco da lente e a qualidade da imagem observada. No momento em que falo *"..., então se você quer ver uma imagem bem definida, funciona se colocar a lente em qualquer lugar?*", os alunos respondem negativamente pois já haviam lidado com um problema parecido quando estavam aprendendo a utilizar o telescópio para conseguir observar um objeto distante. Alice faz essa ligação ao dizer: "...*Temos que usar as lentes no foco e não em qualquer lugar*...", o que leva os alunos a pensarem não só nas lentes que usam, mas também em como estão dispostas em relação as outras lentes.

Neste momento da aula deixa claro que o processo de investigação não se caracteriza apenas pelo envolvimento dos estudantes, mas também pelo envolvimento do professor (AZEVEDO, 2004). A partir do momento em que eu, enquanto professor, assumo uma postura investigativa, deixo de ser o transmissor único do conhecimento eixo central da aula. Porém permaneço como parte fundamental do processo de aprendizado, pois agora tenho o papel de mediar o diálogo. De forma que devo instigar os questionamentos que possam contribuir com o andamento da investigação e quando necessário, inferir de forma a guiar os estudantes em momentos oportunos (BARCELLOS et al, 2019).

**Episódio 2 – Usando os modelos para resolver o problema.**

*Após algumas tentativas os alunos permaneceram na tentativa e erro e começaram a perder novamente a concentração na solução do problema. Mas nenhum deles teve a iniciativa de usar os modelos explicativos que haviam feito no início da aula. Este episódio se inicia quando eu sugiro uma mudança de estratégia.*

Professor: Então, vocês estão indo apenas por tentativa e erro. Mas antes de começar aqui, vocês fizeram um modelo hipotético de como as lentes do telescópio deveriam funcionar. Isso está parecido com o modelo de alguém?

((ninguém responde))

Professor: Como é o modelo que você fez Jonas? Pode nos mostrar?

Jonas: É esse aqui professor.

((Jonas mostra a folha com o desenho que fez))

Professor: O de mais alguém parece com esse?

((alguns alunos afirmam que sim))

Professor: Que tal tentar o esse modelo com essas lentes?

((os alunos concordam))

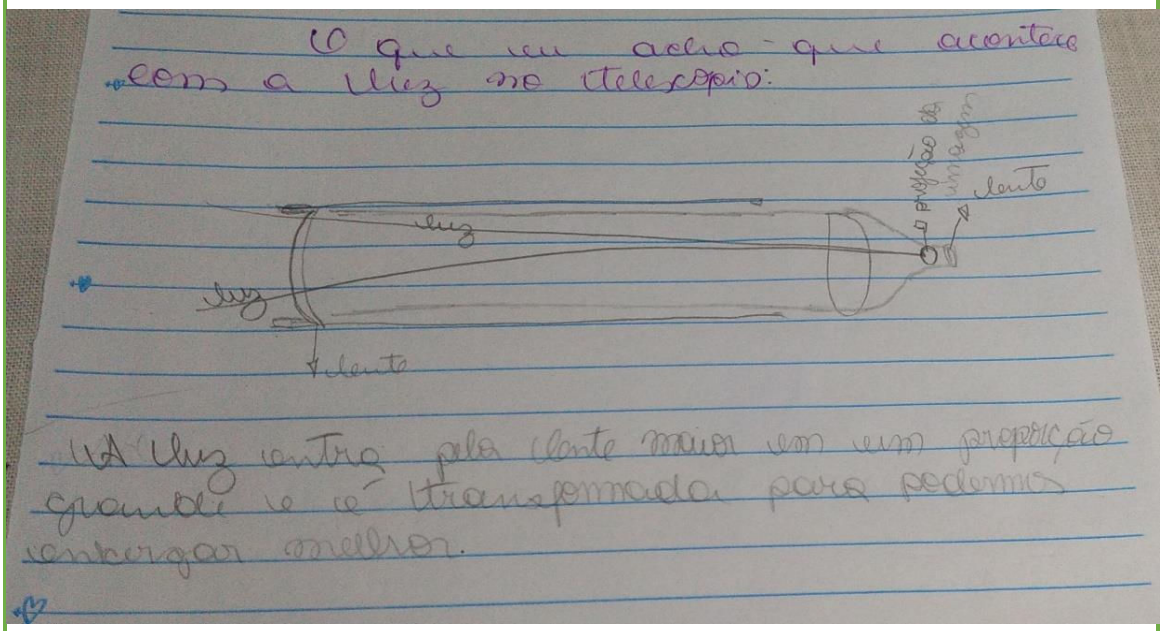



Figura 12: Modelo explicativo criado por Jonas. “O que eu acho que acontece com a luz no telescópio [sic]”. “A luz entra pela lente maior em um [sic] proporção grande e é transformada para podermos enxergar melhor”. Fonte: Próprio Autor.

Pensando em uma atividade investigativa, se espera que a iniciativa de usar a hipótese como base seja sugerida pelo próprio aluno. Mas quando esta iniciativa não surge, o próprio professor deve sugerir. Com as falas: *“...antes de começar aqui, vocês fizeram um modelo hipotético de como as lentes do telescópio deveriam funcionar. Isso está parecido com o modelo de alguém?”* e *“como é o modelo que você fez Jonas? Pode nos mostrar?”*, eu aponto a importância da hipótese que os alunos fizeram previamente. Fazer essa mediação entre a atividade e a hipótese é uma forma de guiar a investigação, pois traz um elemento importante para o

processo que é a socialização e validação das hipóteses levantadas pelos alunos a respeito do fenômeno.

Neste ponto é importante mencionar que, apesar de ter olhado os modelos feitos pelos alunos antes do início da atividade, o ato de ter pedido o modelo de Jonas não foi premeditado. Pedi para Jonas compartilhar seu modelo pelo simples fato que ele era o aluno que estava exatamente na minha frente quando iniciei a fala. Portanto não tinha conhecimento se o modelo dele estava correto ou não. Até porque se o modelo estivesse equivocado, seu teste iria contribuir com a investigação de qualquer forma. Pois durante a procura da solução, o teste de um modelo equivocado também levanta questões a respeito dos conceitos ali presentes e como consequência traria à tona novos modelos ou até mesmo a elaboração de uma nova hipótese ainda não sugerida (SASSERON, 2013).

Porém quando eu pergunto: *"Que tal tentar o esse modelo com essas lentes?"*, involuntariamente eu indico, de forma direta, um caminho a ser seguido. O que para os alunos pode ser interpretada como uma ordem do tipo *"eu quero que vocês façam isso"*. O que não contribui com a postura dialógica e investigativa, pois a atitude do professor é primordial quanto a facilitar o processo de investigação ou dificulta-lo. De acordo com Sasseron (2013, p. 47 e 48):

> Ao longo da investigação, ao permitir e promover situações em que ocorram interações discursivas, o professor poderá oferecer condições para que a argumentação surja. Para isso, é necessário que ele se atente ao trabalho de organização e análise dos dados e informações existentes e questione sempre os alunos, ao propor perguntas de tal modo que seja possível analisar observações feitas e/ou hipóteses levantadas e contrapor situações.

É claro que ao interagir com os estudantes durante a investigação gera influências no desenrolar da atividade. Mas essas interações devem ter o cuidado de não suprimir a autonomia dos estudantes em suas tomadas de decisões durante o processo, tomando a forma de ordens. Durante o processo de investigação o professor deve estar sempre atento ao que diz e principalmente de que maneira diz. Neste momento minha fala não teve este cuidado.

Após a sugestão, os estudantes concordaram em testar a hipótese de Jonas, que também era igual ou muito parecida com a hipótese de vários deles.

Figura 13: Alunos colocando em teste o modelo de Jonas. Fonte: Próprio Autor.

Jonas: Vamos tentar com essas duas lentes aqui, por que parece mais com as que eu desenhei. ((são duas lentes plano-convexas))

Katarine: Coloca uma atrás e a outra mais na frente, tipo como fica no telescópio.

Kleber: Tá, mas nessa distancia não to [sic] vendo o foco da lente.

Yasmin: É, sumiu na mesa.

Thiago: Acho que dá pra ver se passar o dedo. Aqui, tá fraquinho, mas tá aqui.

((Enquanto Thiago usa a própria mão para encontrar o foco))

Camilla: Mas eu coloco a lente de que lado?

Alice: Tenta os dois.

Bárbara: Não to vendo [sic].

Thiago: está ruim a imagem. Tenta o outro lado.

((Inaudível))

((Nesse momento todos começam a falar ao mesmo tempo e não dá pra definir o que eles dizem. Porém eles estão conversando sobre uma forma de resolução do problema. Os estudantes mechem nas posições das duas lentes, trazem a que estava distante mais perto, e procuram novamente o foco para colocar a segunda lente.))

Thiago: Aqui ó. Acho que deu certo.

Yasmin: Não está pequeno não?

Matheus: Tá sim. Afasta mais a lente da caixa pra ver se melhora.

((no caso, a caixa é o anteparo))

Bárbara: fica maior, mas começa a ficar borrado.

Depois de algumas tentativas, eles concluem que precisam trocar a lente.

Na fala de Katarine: *"Coloca uma atrás e a outra mais na frente, tipo como fica [sic] no telescópio"* e de Camilla: *"Mas eu coloco a lente de que lado?"* é possível perceber que não só utilizaram as orientações sugeridas pelo modelo, mas trazem também parte da experiencia que tiveram com a montagem e uso do telescópio. A preocupação de *"qual lado da lente usar"* havia surgido anteriormente durante a montagem do telescópio e na primeira investigação sobre as lentes. Após algumas tentativas com aquele conjunto de lentes e algumas argumentações sobre a imagem gerada no anteparo, os estudantes concluem que é melhor mudar o conjunto de lentes.

O conjunto de lentes escolhido por eles neste momento poderia resultar na imagem que os estudantes procuravam. O problema neste caso está na distância focal das lentes. Para que tivessem uma imagem bem definida seria necessário que o anteparo estivesse mais distante. O que seria equivalente a lentes para um telescópio mais longo. Porém isso não seria possível nesse momento, pois estávamos limitados ao tamanho da mesa. Portanto a mudança do conjunto de lentes foi importante para obter a imagem proposta com o espaço que era possível trabalhar com as limitações que tínhamos na sala de aula.

Kleber: Professor, podemos trocar a lente? Mesmo sendo diferente da que o Jonas desenhou?

Professor: Então, acredito que vocês desenharam as lentes pensando em como ela interfere na luz. Isso não quer dizer que a figura é a mesma. Então sim, procure uma lente que faça o que você precisa. Não se preocupa tanto com a forma.

Thiago: vamos tentar essa aqui. ((ele pega novamente a lente biconvexa))

Camilla: Coloca ela no foco.

Camilla: Tá fora do foco.

Thiago: Muda o lugar da outra lente ai [sic] pra mim.

Yasmin: pra [sic] frente ou pra trás?

Thiago: vai um pouco pra [sic] trás e depois pra [sic] frente. Quero só ver se muda alguma coisa aqui.

Thiago: Ah, se o foco tá no começo ou no meio dessa lente faz diferença olha. Assim fica bom, eu acho.

Katarine: Nossa, pior que é. Nem tinha visto isso.

Kleber: Ai, agora tá bom. Olha aqui professor.

Figura 14: Solução encontrada pelos estudantes, Fonte: Próprio Autor.

Professor: Opa, acho que agora foi hein. Olha aqui as bordas, estão bem definidas, sem ficar colorido. E os feixes estão maiores, pouca coisa, mas dá pra ver que estão maiores. O que vocês acham?

((Os alunos concordam que está bom, e que atende as condições que eu disse no início da investigação.))

Ao fim do episódio os estudantes demonstram ter melhor controle sobre a disposição das lentes e procuram focalizar o conjunto para finalmente obter a solução desejada. A partir da fala de Kleber: *"Professor, podemos trocar a lente? Mesmo sendo diferente da que o Jonas desenhou?"* e a minha resposta: *"Então, acredito que vocês desenharam as lentes pensando em como ela interfere na luz. Isso não quer dizer que a figura é a mesma. Então sim, procure uma lente que faça o que você precisa. Não se preocupa tanto com a forma"*, os alunos começaram a se questionar o que eles precisavam fazer com a luz para que ela focalizasse da forma que eles queriam. Assim se preocuparam menos com o formato das lentes e mais com o tipo de refração que cada uma oferecia. O que indica o desenvolvimento de um critério importante para a escolha das lentes. Quando Thiago diz: *"Muda o lugar*

*da outra lente aí pra [sic] mim... vai um pouco pra [sic] trás e depois pra [sic] frente. Quero só ver se muda alguma coisa aqui"* ele percebe e socializa uma informação importante para resolver o problema dizendo: *"...se o foco tá no começo ou no meio dessa lente faz diferença..."* essa informação o ajuda a ajustar o conjunto de lentes, evidenciando que o modelo é eficiente para solução do problema.

É visível que a situação-problema teve sua solução construída aos poucos pelos estudantes usando o diálogo, em que vários trouxeram ideias e experiências próprias que ao longo do processo foram se completando. É importante notar também, que a interação entre os próprios alunos e entre os alunos e o professor, manteve a investigação em andamento evitando que os estudantes ficassem desmotivados de continuar por não conseguirem o resultado desejado. Em diversos momentos da investigação os estudantes usam da argumentação para definir se a proposta de solução é coerente. Com esse caráter dialógico os estudantes, juntamente com o professor, vão questionando, complementando, reavaliando e validando a solução que vai se configurando à medida que a investigação avança (FERRAZ e SASSERON, 2017).

Apenas assumir uma abordagem investigativa não é, por si só, o suficiente para que a investigação, a argumentação e as interações discursivas ocorram. É sempre necessário haver trocas de ideias entre os estudantes e o professor. Durante essa interação podemos ver a importância do papel do professor em sala de aula ao fomentar os questionamentos importantes na procura de uma solução para a situação problema, chamar a atenção para variáveis e conceitos importantes, adicionar novas informações e mediar novos problemas que surgem pra contribuir com o desenvolvimento das hipóteses e argumentos para solucionar o problema. De acordo com Ferraz e Sasseron (2017, p. 45):

> O papel do professor é fundamental para gerar e gerenciar as interações discursivas entre os estudantes e para estabelecer um espaço interativo de argumentação colaborativa que segundo entendemos, pode facilitar o aprendizado de seus alunos.

**Episódio 3 – Explorando o foco e a aberração cromática.**

Por uma questão de tempo, não foi possível sistematizar os conceitos sinalizados pelos alunos durante a investigação, portanto, isso foi feito na aula seguinte. Nesta aula desenhei no quadro os modelos de lentes que os alunos utilizaram e também linhas que representam os feixes de luz e o que ocorria com

esses feixes ao passar pelas lentes. Neste momento introduzi os conceitos de lente que converge a luz (lentes convergentes) e lentes que fazem a luz divergir (lentes divergentes).

Antes de começar mostrei novamente o conjunto óptico aos alunos, relembrei o modelo sugerido por Jonas e questionei as dificuldades que tiveram para chegar a imagem como foi pedida.

Professor: Então pessoal, aula passada nós testamos o modelo de lentes que o Jonas trouxe e deu certo. Mas antes de conseguirmos a imagem como gostaríamos tivemos a formação de imagens diferentes.

Professor: Quais foram os problemas que tivemos antes?

Marcela: No começo a imagem estava menor professor.

Thiago: Estava borrada também.

Professor: Isso. Vamos começar com ela menor. Se eu vejo a imagem menor, ela também tem menos detalhes não é verdade?

Alunos: Sim...

Professor: Isso não significa que a imagem esteja ruim, mas como tínhamos o objetivo de simular um telescópio a imagem deveria estar maior ou menor?

Kleber e Thiago: Maior.

Camilla: Mas quando olhamos no telescópio a imagem não ficava exatamente maior, ela parecia mais próxima.

Professor: Verdade, o que o telescópio faz não é exatamente aumentar a imagem, mas sim fazer com que ela pareça mais próxima. Pra isso o telescópio pega uma imagem distante e dá um zoom em um pedaço dela. Pra isso ser efetivo, consideramos que ela fica maior, pois vemos ela mais próxima e com mais detalhes. Pro nosso caso aqui, com os raios de luz, isso seria o equivalente a deixá-los maiores. Entendeu?

Camilla: faz sentido.

Professor: Mas continuando, se a imagem fica menor ainda assim ela pode estar nítida. Mas é o objetivo do telescópio?

Alunos: Não.

Professor: Então nesse caso, o efeito que estou fazendo não seria o de um telescópio. E sim de um outro instrumento.

Para retomar os questionamentos que permeiam o problema eu represento o modelo sugerido na fala: *"..., aula passada nós testamos o modelo de lentes que o Jonas trouxe e deu certo"*. Porém o eixo central do debate no momento não é o fato do modelo funcionar, e sim as dificuldades que ocorreram durante a investigação. Pois o objetivo é compreender o fenômeno e significar os vários resultados que foram experimentados durante o processo em busca da solução. Portanto eu questiono as dificuldades de chegar a solução quando digo: *"Mas antes de conseguirmos a imagem como gostaríamos tivemos a formação de imagens diferentes. Quais foram os problemas que tivemos antes?"*

Inicialmente Marcela diz que a imagem estava menor, enquanto Thiago argumenta que estava borrada também. A imagem ter um tamanho menor que o original e estar desfocada ao ponto de ficar "borrada", como diz Thiago, são resultado de dois fenômenos diferentes. Portando precisam ser tratados separadamente. Então começo esse movimento com a fala: *"Vamos começar com ela menor"*.

Alguns autores como Carvalho (2013) e Sasseron (2013) afirmam que o papel do professor numa abordagem investigativa é questionar e orientar o debate evitando responder diretamente as questões. Porém eu tomo como estratégia, argumentar o primeiro fenômeno relacionado a imagem menor e questionar os alunos a respeito da imagem desfocada, para que eles desenvolvam o raciocínio.

Por ser um momento de fechamento dos conceitos, a escolha de um discurso de autoridade se torna cabível, pois os conceitos devem ser sistematizados de forma clara (MORTIMER e SCOTT, 2002). Sendo assim, levanto a questão de que a

imagem não deveria ser menor, pois o telescópio tem como objetivo ampliar a imagem que está observando. Em dado momento Camilla questiona: *"Mas quando olhamos no telescópio a imagem não ficava exatamente maior, ela parecia mais próxima"*. Seu questionamento é pertinente, pois as expressões, imagem maior e imagem aproximada, denotam uma experiencia visual diferente. Mas no caso de nossas observações pelos telescópios e a simulação que foi feito no conjunto óptico, as duas expressões trazem o mesmo significado. A compreensão entre as palavras usada para descrever os fenômenos e o significado que elas carregam para aquele determinado fenômeno é fundamental para que haja apropriação e entendimento do conceito.

Após esse primeiro momento, passamos para a próxima questão que é o desfoque da imagem, ou imagem "borrada" como sinaliza Thiago. A partir desse momento procuro questionar os alunos para que sua experiencia traga à tona os conceitos.

Professor: Quanto a parte da imagem que fica borrada, o que vocês acham que poderia ser?

Bárbara: Acho que eu sei. É quando a imagem fica mal focada.

Jonas: Concordo com ela.

Professor: Isso. Mas tem um pouco mais aí. Quando a imagem fica borrada, repare que as bordas ficam coloridas. O que isso significa? Se olharmos uma imagem real de algum objeto isso aconteceria?

Katarine: Acontece sim professor. Quando eu fui olhar a lua com o telescópio eu lembro que a borda dela ficava colorida, meio azulada. Isso quer dizer que ela estava desfocada?

Alguns alunos: É verdade. Também lembro disso. Aconteceu comigo também.

Professor: Provavelmente sim Katarine, mas também existe outro efeito que pode fazer algo claro ficar com um pedaço colorido que falamos antes. Alguém lembra?

Alice: Você falou algo desse tipo mesmo, alguma coisa cromada. Não lembro o nome.

Professor: É por aí [sic] mesmo, mais alguém lembra?

Os alunos permanecem em silencio por alguns segundos.

Professor: É uma aberração. Chamamos isso de aberração cromática. É bom vocês trazerem essas respostas por que todos que olharam pelo telescópio que fizemos, principalmente ao olhar a Lua, puderam ver um pouco desse efeito.

Professor: A aberração cromática pode ser causada quando olhamos uma imagem próxima do foco, mas ainda assim brevemente desfocada. Mas também pode ser um efeito gerado pela própria lente, mesmo quando a imagem está focada. No caso os monóculos por usarem lentes de acrílico e provocar um desvio muito intenso à luz, ele tende a causar aberração cromática no processo.

Jonas: Mesmo se estiver exatamente no foco professor?

Professor: Mesmo assim. É uma limitação da lente. Até por que ela não foi criada com esse propósito. Se fosse uma lente de telescópio mesmo, não veríamos essa aberração cromática.

Ao questionar os alunos sobre a imagem desfocada com a fala: *"Quanto a parte da imagem que fica borrada, o que vocês acham que poderia ser?"*, deixo a cargo dos alunos pensar em uma hipótese. A fala de Bárbara: *"É quando a imagem fica mal focada"*, tira a ideia genérica de imagem borrada para um patamar diferente. Agora o conceito de foco faz parte da discussão. Quando outros alunos concordam isso reforça que o conceito é conhecido reconhecido como parte do problema. Porém o fenômeno em questão possui um outro conceito não comentado até então que é a aberração cromática gerada pelas lentes. Nesse momento busco incluir esse conceito dizendo: *"Isso. Mas tem um pouco mais aí. Quando a imagem fica borrada, repare que as bordas ficam coloridas. O que isso significa?"*, sabendo que

os alunos já conheciam tal fenômeno avanço com a ideia ao dizer: *"Se olharmos uma imagem real de algum objeto isso aconteceria?"* Possivelmente a primeira pergunta já seria provocação o suficiente para que os alunos se questionassem em relação ao significado das bordas coloridas e se já haviam observado isso em algum momento, considerando que o conceito de aberração cromática já havia sido introduzido algumas aulas antes, quando os alunos estavam experimento a observação da Lua com as lunetas. Mas buscando incentivar a busca por essa experiencia opto por fazer esse questionamento sobre uma observação real. E quase de imediato Katarine traz o relato de quando observou a Lua dizendo: *"Acontece sim professor. Quando eu fui olhar a lua com o telescópio eu lembro que a borda dela ficava colorida, meio azulada"* fazendo a relação que se fazia necessária neste momento.

Se colocar em uma postura investigativa enquanto professor não é uma tarefa fácil. Exige grande quantidade de concentração em sua fala e comportamento para não cair nas armadilhas das respostas imediatas, costume esse que é muito comum em minha experiencia docente até então. No entanto a atenção aos argumentos, questionamentos e demandas dos alunos também é imperativa. Pois o eixo central da perspectiva investigativa é próprio aluno e o conhecimento desenvolvido a partir de seu próprio raciocínio em busca de respostas para a situação problema (CARVALHO, 2013). Nesse contexto a mediação feita pelo professor é fundamental, não para fornecer respostas prontas, mas para proporcionar condições para que haja debate entre as concepções dos estudantes e que a partir dessas interações o conhecimento seja construído, porém com cuidado quanto as induções que ele mesmo pode sugerir.

> [...] as questões do professor devem leva-los a buscar evidências em seus dados, justificativas para suas respostas, fazê-los sistematizar raciocínios como "se"/ "então" / "portanto" ou o raciocínio proporcional, isto é, se uma das variáveis cresce, a outra também cresce ou se uma delas cresce, a outra decresce (CARVALHO, 2013, p. 7).

Contudo, na continuação de sua fala Katarine diz: *"Isso quer dizer que ela estava desfocada?"*, o que sugere um entendimento de que somente o foco seria o responsável pela qualidade da imagem. Sendo assim lanço uma nova pergunta afim de questionar os conceitos acerca do fenômeno: *"existe outro efeito que pode fazer algo claro ficar com um pedaço colorido que falamos antes. Alguém lembra?"*. Alice faz uma primeira tentativa enquanto os alunos expressam que se lembram do

conceito, mas não do nome. O que é um indício de que o conceito de aberração cromática está presente em suas memórias, mas ainda não houve apropriação da palavra científica. Sendo assim eu enuncio o conceito em questão dizendo: *"É uma aberração. Chamamos isso de aberração cromática"*. Como autoridade epistêmica em sala, o professor completa o termo científico afim de sistematizá-lo enquanto reafirma a importância da participação dos alunos no processo com a fala: *"É bom vocês trazerem essas respostas por que todos que olharam pelo telescópio que fizemos, principalmente ao olhar a Lua, puderam ver um pouco desse efeito"*.

O fenômeno da aberração cromática pode ser visto de várias formas, no caso existe uma limitação das lunetas construídas, pois os monóculos que foram usados com lentes oculares improvisadas, possuem uma lente de acrílico de baixa qualidade, mas de grande grau de refração, pois seu ponto focal é apenas alguns milímetros distante da lente. Por este motivo a própria lente causa aberração cromática, mesmo em objetos perfeitamente focados. No caso da Lua, principalmente na fase cheia, isso fica bem visível por conta de sua magnitude. Então finalizo a sistematização apontando essa limitação do instrumento, pois é uma característica importante que estava presente na experiencia de observação dos alunos, dizendo: "É uma limitação da lente. Até por que ela não foi criada com esse propósito". As interações deste episódio trazem algumas evidencias do entendimento sobre a aberração cromática e o foco das lentes por parte dos alunos.

**Episódio 4 – Compreendendo as lentes do telescópio**

Este episódio finaliza a sistematização. Agora o objetivo é definir as interações entre a luz e as lentes para formar a imagem dos telescópios.

Professor: Já que estamos falando do foco das lentes, vamos dar um pouco de atenção para isso. Vocês usaram algumas lentes diferentes pra simular o modelo do telescópio. O que notaram de diferente quando mudavam as lentes?

Yasmin: Dependendo da lente a imagem ficava com a borda colorida.

Camilla: Depende, tinha lente que fazia com os raios de luz sumirem, outras ficavam com aberração cromática e umas faziam a imagem aparecer melhor.

Professor: Legal. Mas essa diferença é por acaso?

Camilla: Não. É por que as lentes são diferentes.

Thiago: Elas não focam no mesmo lugar.

((Preparo o conjunto óptico e separo algumas lentes para demonstrar as suas características.))

Professor: Isso mesmo. As lentes são diferentes e isso vai mudar o lugar do foco, chamamos isso de distância focal. Aqui temos várias lentes que podemos trabalhar, algumas são capazes de convergir a luz, ou seja focar e outras não. Vamos ver como elas se comportam.

Professor: Vamos olhar por exemplo algumas que conseguem convergir a luz. Quando eu coloco a lente na frente da fonte, dá pra ver que ela focaliza a luz em um ponto não é verdade. Essa aqui é um tipo de lente concentra a luz em um determinado lugar. E isso concentra tudo, concentra a luminosidade, por que dá pra ver que fica mais claro no ponto e concentra a energia.

Yasmin: Tipo aquela lente que tem em lupa?

Professor: Isso, como a lente da lupa.

Kleber: E a imagem?

Professor: Então, consequentemente a imagem. E aí o que fazemos com o telescópio? A gente concentra a imagem num determinado ponto e usamos uma outra lente pra ampliar ela [sic] e ver ela [sic] do jeito que eu quero.

Matheus: Ficou do jeito que a gente fez na outra aula.

Professor: Sim, foi exatamente o modelo que vocês fizeram.

Professor: Mas e se eu tirar essa lente e colocar essa aqui? O que muda?

Kleber: Ela foca, só que mais longe.

Professor: Isso, ela foca mais longe. Podemos dizer então que são duas lentes do mesmo tipo?

Alunos: Sim.

Professor: Qual o tipo de lente que elas são então?

Alice: Do tipo Convergente.

Alunos: Convergente.

Professor: Isso, são lentes que convergem a luz. Isso determina o tipo. Claro que elas não convergem no mesmo lugar, isso diferencia as lentes.

Kleber: Coloca a outra lente de novo por favor.

Professor: Aqui, repara onde fica o foco de cada uma quando eu troco.

Kleber: O foco da segunda é mais pra frente.

Professor: Isso, essa lente tem o foco mais distante que a primeira. Chamamos isso de distância focal. Se eu trocar para essa outra lente aqui, o foco ficará mais longe ainda. Tá vendo, o foco dela fica no final da mesa. Mas são lentes do mesmo tipo, a diferença é o foco que ela dá.

Yasmin: Então foi por isso que não dava certo com qualquer lente né. Por que a combinação não depende só de qual lente nóis [sic] coloca.

Professor: Isso.

Matheus: E se usar a lente que foca mais longe, nunca vai funcionar?

Professor: Na verdade, a condição que ela impõe é que seu foco é simplesmente mais distante que essas que utilizamos. O que acha que isso iria influenciar?

Barbara: Ia precisar de uma mesa maior né.

Professor: Sim. E o que isso significa para nossa simulação?

Jonas: Um telescópio maior?

Professor: Exatamente. Supondo que a imagem tivesse qualidade suficiente ao passar pelo conjunto de lentes seria uma simulação para um telescópio

maior.

Nesse momento é fundamental compreender o motivo de não ser possível obter uma imagem bem definida com qualquer combinação de lentes. Portanto início essa parte da aula questionando o que cada lente trazia de diferente quando interagia com os feixes de luz perguntando: *"O que notaram de diferente quando mudavam as lentes?"*. Em seguida, Camilla traz em seu depoimento as várias problemáticas que tiveram ao longo da investigação, demonstrando com clareza que ao mudar as lentes algo diferente acontecia com a imagem, mas de forma bem generalizada. Então pergunto: *"Mas essa diferença é por acaso?"* como o objetivo de a própria Camilla ou outro aluno aprofunde o comentário, então rapidamente Camilla diz: *"..., elas são diferentes."* e Thiago complementa: *"elas não focam no mesmo lugar"*, trazendo o conceito da distância focal para a discussão e indicando que Thiago compreendeu que o foco da lente é uma característica fundamentalmente importante para que ela exerça sua função.

Fazendo uma união entre as duas falas, digo: *"Isso mesmo. As lentes são diferentes e isso vai mudar o lugar do foco, chamamos isso de distância focal. Aqui temos várias lentes que podemos trabalhar, algumas são capazes de convergir a luz, ou seja focar e outras não. Vamos ver como elas se comportam"*. Dessa forma utilizo o conjunto óptico para demonstrar que nem todas as lentes possuem foco. E as lentes que possui a capacidade de focalizar a luz em um ponto recebe o nome de lente convergente, o que a torna um tipo específico de lente que possui essa característica.

O diálogo que ocorre a seguir consegue se concentrar mais diretamente na relação entre a distância focal das lentes e sua função no telescópio. Durante os testes para demonstrar a distância focal de cada uma das lentes convergentes do conjunto, fica claro que a escolha da lente é fundamental para o funcionamento do telescópio.

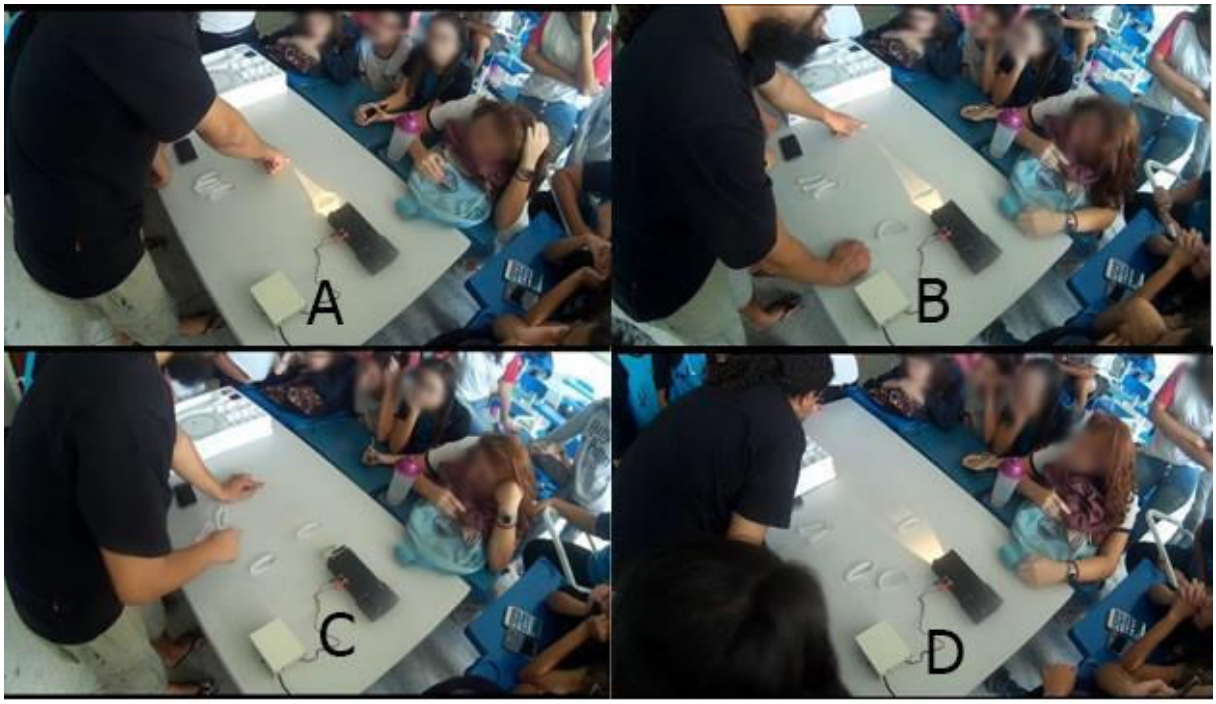



Figura 15: Distância focal das lentes. A) distância focal com a primeira lente plano-convexa. B) Distância focal com uma lente biconvexa. C) Não encontrando o foco da segunda lente plano-convexa. D) Distância focal da segunda lente plano-convexa, no fim da mesa. Fonte: Próprio Autor.

As falas de Yasmin: *"Então foi por isso que não dava certo com qualquer lente né. Por que a combinação não depende só de qual lente nóis [sic] coloca."*, Matheus: *"E se usar a lente que foca mais longe, nunca vai funcionar?"*, Bárbara: *"Ia precisar de uma mesa maior né."* e Jonas: *"Um telescópio maior?"* se complementam de forma a demonstrar indícios do entendimento do funcionamento do telescópio. Uma vez que os estudantes compreendem o conceito que investigaram, lhes é possível a abstração desse conceito de forma a aplicá-los em outras situações. Estendendo o alcance do conhecimento científico agregado de forma logica e compreensível, tornando a consideração de uma nova hipótese ou um novo modelo plausível. A fala de Jonas e o movimento de apoio dos demais alunos ao entender que outras combinações de lentes podem ser funcionais para telescópios diferentes nos dá um indício importante dessa apropriação.

Ao adotar uma abordagem investigativa, o professor precisa ter atenção as falas dos estudantes ao longo das interações discursivas. Pois são essas interações que terão papel fundamental no processo de investigação que permite a construção dos conceitos propostos durante a aula, mesmo que ela não se configure como investigativa. Durante a sistematização da aula o professor, como figura epistemológica em sala de aula, pode assumir uma postura dialógica mais diretiva

para apontar, simbolizar e delinear os conceitos presentes na aula. Porém, se feito de forma a ignorar as argumentações feitas pelos alunos todo a interação e mediação que ocorreu durante a aula perde o sentido. Mesmo assumindo um discurso de autoridade para promover a sistematização, o professor deve trazer as falas e propostas dos alunos para basear sua sistematização, valorizando o conhecimento que foi construído e validado durante toda a investigação.

Busco nesse momento final fazer essa sistematização usando o modelo, os questionamentos e os argumentos que estiveram presentes por toda a investigação. Contudo, para que seja alcançado o objetivo pedagógico da aula é necessário um momento de discurso de autoridade. Como sugerido por Mortimer e Scott (2002), durante a progressão de uma aula ocorre um ciclo comunicativo em que o professor assume uma comunicação interativa e dialógica, interativa de autoridade e não-interativa de autoridade. Cada uma dessas abordagens comunicativas tem o seu momento e papel no desenrolar da aula. Neste momento final o discurso de autoridade se torna mais evidente. A fala de Mortimer e Scott (2002, p. 302) reforça essa ideia ao dizer:

> Os estudantes podem discutir por uma eternidade as formas pelas quais carrinhos descem um plano inclinado e nunca chegarem às grandes ideias contidas Leis de Newton para o movimento. Faz parte do trabalho do professor intervir, introduzir novos termos e novas ideias, para fazer a estória científica avançar. Intervenções de autoridade são igualmente importantes e parte fundamental do ensino de ciências. Afinal, a linguagem social da ciência é essencialmente de autoridade.

Como apresentado acima, esta aula possui uma situação-problema com uma contextualização articulada com a SEI, na qual os estudantes propõem uma hipótese e à medida que a aula progride, eles utilizam de interações comunicativas mediadas por mim, enquanto professor, para buscar uma solução. Tanto os alunos como eu fazemos parte dessas interações, promovendo um ambiente em que as ideias, opiniões, posicionamentos e interpretações, mesmo que conflitantes, são respeitadas. Permitindo que as análises e interpretações sejam feitas de forma conjunta entre mim e os alunos, porém sou responsável pela maior parte das análises. Entendemos que essas características contidas na aula mostram que ela se configura como uma aula investigativa de acordo com a ferramenta investigativa que adotamos apresentada por Coelho e Ambrózio (2019).

## Considerações finais

Um professor que queira assumir a perspectiva de ensino por investigação precisa passar por um processo de enculturação. Entendendo quais são os princípios e qual é o papel que deve desempenhar, que é bem diferente do método de ensino diretivo que, por muitas vezes, os professores de ciências, de forma geral, estão acostumados. Esse processo não é simples e tira o professor de sua zona de conforto. Planejar uma aula ou atividade investigativa necessita de tempo e preparo, principalmente por não ser uma metodologia fechada, mas sim uma postura pedagógica, o que exige do professor uma forma diferente de conceber o ensino.

> Assumir o ensino por investigação como abordagem para as aulas de Ciências requer uma mudança de postura radical por parte do professor em relação ao ensino tradicional que centraliza os processos educativos em torno do seu discurso. (BARCELLOS et al, 2019, p. 44)

Um aspecto importante a se ressaltar é que o ensino por investigação não é um sinônimo para experimentação. Nessa perspectiva destacamos a maneira que o professor conduz as interações ao longo das aulas / atividades, o que caracteriza sua mediação. O experimento é uma das muitas ferramentas culturais, bem como textos, o discurso oral, simulações ou artefatos culturais como microscópios ou telescópios, utilizadas ao assumirmos o ensino por investigação (BARCELLOS et al, 2019).

Ao longo do capítulo 4 analisei a minha própria prática docente. Por muitas vezes nós, professores, fazemos nosso planejamento e fazemos nossas intervenções, mas não é tão costumeiro avaliarmos os impactos reais de nossas atitudes em sala de aula. Aqui procuramos fazer o movimento de analisar as aulas para entender o quanto estamos de acordo com os referenciais adotados e a coerência com a proposta da perspectiva investigativa. Ao analisar as aulas consigo entender quais características da perspectiva consegui atingir e quais eu devo ter mais atenção. Em especial na análise da aula *Socialização e debate aberto das observações* é perceptível com é possível aprender com a análise da própria prática, em vários aspectos. Mas, uma contribuição importante que essa análise traz é o cuidado necessário com a situação-problema que é planejada, pois ela precisa estar clara para o professor e para o estudante. E mais que isso, ela deve ser capaz de,

juntamente com a contextualização, sensibilizar o estudante no sentido de se mostrar como um problema a ser resolvido.

Outra contribuição fundamental está relacionada a análise da aula que não se configurou como investigativa, na sessão 4.1. É importante entender que a aula não ocorreu como foi planejada, porém isso não desqualifica a aula. Munford e Lima (2007) argumentam que nem toda aula precisa ser investigativa, pois aulas diretivas podem dar subsídio conceitual para futuras investigações. Também é necessário ter em mente que uma aula planejada como investigativa, não a faz obrigatoriamente investigativa. São as interações que ocorrem ao longo da aula que irão ajudar a compreender se a aula se configurou como investigativa ou não. No caso de não se configurar como uma investigação, como foi o caso da aula em questão, não desqualifica os elementos intelectuais envolvidos, pois as interações ocorreram, mesmo não sendo como planejado ou desejado pelo professor em seu planejamento. É perceptível que dessa aula também surgem contribuições para o ganho conceitual, tornando a aula tão legitima quanto se ela fosse investigativa. Apenas não contendo todos os elementos que consideramos em uma aula investigativa.

A partir da preparação de uma situação-problema, a mediação estabelecida durante as aulas, a contextualização da sequência proposta e os objetivos gerais e específicos, todos esses fatores precisam ser levados em consideração a cada aula. Para mim, especificamente, essa autoanálise da prática docente foi fundamental para compreender melhor o meu papel durante as aulas e como desempenhá-lo com sucesso. Por vir de uma cultura de sala de aula de ensino diretivo, por influência de minha formação, percebi que sair da “zona de conforto” é difícil e que ressignificar as minhas ações como professor faz parte de um processo importante para a enculturação da perspectiva investigativa e as mudanças de atitudes necessárias. Não é um processo fácil, é necessário paciência, atenção e dedicação ao desenvolvimento da SEI e sensibilidade para mediar as interações discursivas (CARVALHO, 2013). As socializações e validações realizadas com o grupo de pesquisa foram fundamentais para as apropriações ocorridas ao longo desse processo.

Adotar tal postura pedagógica é compreender que debater sobre um conceito ou fenômeno de forma que envolva o estudante na investigação pode contribuir para

seu aprendizado de forma significativa. Uma mudança na hora de falar de um fenômeno de forma direta, dura e matemática para uma abordagem problematizadora que traga os conceitos consigo de forma que o estudante entenda como um problema a ser resolvido, promovendo relação com ele ou com os conhecimentos que ele possua previamente, proporciona uma outra forma de conhecer, dialogar e assimilar a ciência. Pensar o ensino dessa maneira é mudar a forma de estabelecer as interações que ocorrem em sala de aula, pois a mediação é um fator presente no ensino diretivo, porém no ensino por investigação a aula, e os processos educativos proporcionados por ela, não é centrada no discurso de autoridade do professor, mas sim nas construções conceituais estabelecidas por meio das interações discursivas (BARCELLOS, 2019; CARVALHO, 2013). Entendo que essas apropriações sobre a postura pedagógica foram de grande mudança para minha prática docente. As provocações e reflexões que estes estudos me proporcionaram modificaram minha visão a respeito de como promover, abordar, pensar e avaliar o ensino de Física, ou mesmo o ensino de Ciências de uma forma geral.

Consideramos que as aulas analisadas e suas discussões podem contribuir com o pensamento de novas atividades investigativas. Pois apresentamos algumas críticas a respeito das ações tomadas, ou não tomadas, nas várias situações que são comuns a uma aula dessa natureza. Propondo uma análise crítica da prática docente, como o objetivo de compreender as tomadas de decisões durante as aulas, aprimorando a postura pedagógica que assumimos no ensino por investigação, a tornando mais coerente com as propostas sugeridas pelos referenciais pertinentes.

## Referências


AMBRÓZIO, Rosa Maria. **Uma intervenção educacional com enfoque no ensino por investigação: abordando as temáticas termodinâmica e óptica**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal do Espírito Santo.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. **Ensino de Ciências unindo a pesquisa e a prática**, p. 19, 2004.

BARCELLOS, Leandro da Silva. **O ensino da interação radiação-corpo humano nos anos iniciais do ensino fundamental: uma abordagem investigativa e colaborativa com enfoque ciência, tecnologia e sociedade. CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**. 2017. (Dissertação Mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal do Espírito Santo.

BARCELLOS, L. S; COELHO, G.R. Uma análise das interações discursivas em uma aula investigativa de ciências nos anos iniciais do ensino fundamenta sobre medidas protetivas contra a exposição ao Sol. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, 2019.

BARCELLOS, L. S. et al. A Mediação Pedagógica de uma Licencianda em Ciências Biológicas em uma Aula Investigativa de Ciências Envolvendo Conceitos Físicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 37-65, 2019.

BERNARDES, Tamara O. et al. Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, p. 391-396, 2006.

BERNARDES, T de O.; IACHEL, G; SCALVI, Rosa Maria Fernandes. Metodologias para o ensino de Astronomia e Física através da construção de telescópios. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 103-117, 2008.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning**, p. 21-39, 2013.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning**, p. 1-20, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018.

COELHO, G; R.; AMBRÓZIO, R. M. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019.

DAMIANI, Magda Floriana et al. Sobre pesquisas do tipo intervenção. **Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, Anais do XVI Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. Campinas: UNICAMP**, 2012.

DAMIANI, Magda Floriana et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, n. 45, p. 57-67, 2013.

DRIVER, Rosalind et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química nova na escola**, v. 9, n. 5, p. 31-40, 1999.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, Lúcia Helena. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em ensino de ciências**, v. 22, n. 1, 2017.

IACHEL, Gustavo; NARDI, Roberto. Um estudo exploratório sobre o ensino de astronomia na formação continuada de professores. **ensino de ciências e matemática i**, p. 75, 2009.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 2, p. 75-91, 2005.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, p. 4402-4412, 2009.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, p. 205-224, 2010.

LANGHI, R. Educação em astronomia: Da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 28, n. 2, p. 373–399, 2011. Disponível em: <http://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/2175-7941.2011v28n2p373/19323>. Acesso em 27 mar. 2019.

LEITE, Cristina; HOSOUME, Yassuko. Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 4, p. 47-68, 2007.

MACEDO, E. Base Nacional Curricular Comum: novas formas de sociabilidade produzindo sentidos para educação. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 12, n.3. p. 1530-1555.

MARTINS, Onilza Borges; MOSER, Alvino. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. **Revista Intersaberes**, v. 7, n. 13, p. 8-28, 2012.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em ensino de ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MOTA, R. O. **O Ensino de Eletrostática em uma Perspectiva Investigativa: Analisando o Processo de Construção de Conhecimento Científico de Estudantes do Ensino Médio do Ifes Campus Linhares**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal do Espírito Santo.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

OLIVEIRA, Leandro Antonio; DE SÁ, Eliane Ferreira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Transformação da Ação Mediada a partir da Ressignificação do Uso de Objetos Mediadores em Aulas do Ensino Superior. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 251-274, 2019.

PAULA, A. C.; ARAÚJO, Ione dos Santos Canabarro. a. James Wertsch: influência de Vygotsky, ideias principais e implicações para a educação científica. **ENCONTRO DE DEBATES SOBRE ENSINO DE QUÍMICA**, v. 33.

PAULA, E.; FERNANDES, F C. R. Educação Matemática pela contextualização da Astronomia. **XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, UNIVAP, São José dos Campos, SP**, v. 15, 2009.

SÁ, EF de et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. **Atas do VI ENPEC-Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1, 2007.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. **São Paulo**, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do Ensino da Física. **São Paulo: Cengage Learning**, 2010.

SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning**, p. 41-62, 2013.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

SOUZA JUNIOR, D. R. **O ensino de eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: analisando os desdobramentos sobre a aprendizagem de estudantes**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal do Espírito Santo.

SZYMANSKI, Heloisa; CURY, Vera Engler. A pesquisa intervenção em psicologia da educação e clínica: pesquisa e prática psicológica. **Estudos de Psicologia**, v. 9, n. 2, p. 355-364, 2004.

VIDAL, Thomas Duarte Oliveira. **O ensino por investigação como perspectiva para a introdução de conceitos físicos nos anos iniciais do ensino fundamenta**l. 2017. Monografia (Licenciado em Física). Universidade Federal do Espírito Santo.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67, 2011.

# Apêndice I

## Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do Projeto de Pesquisa sob o título **"A observação astronômica como abordagem para o ensino de ótica de uma perspectiva investigativa*".*** Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não sofrerá qualquer tipo de penalidade, de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com qualquer um dos responsáveis pela pesquisa: prof. Rodolfo Sant' Ana Silva; E-mail: rodolfoss.fisica@gmail.com e com o orientador da pesquisa prof. Dr. Geide Rosa Coelho (UFES) pelo telefone: (27) 4009-2543, E-mail: geidecoelho@gmail.com.

Nesse trabalho, buscamos entender como os alunos se comportam, interagem, adquirem procedimentos típicos da ciência e constroem conhecimentos no processo ensino-aprendizagem ao se aproximarem da prática da observação astronômica e estudarem os fenômenos de refração e reflexão da luz com um enfoque investigativo. O trabalho prevê uma oficina para construção de lunetas e visita ao Planetário de Vitória e Observatório Astronômico da UFES. A produção de dados será feita na escola (EEEFM Silvio Egito Sobrinho) durante as aulas que poderão ser gravadas em vídeo e/ou áudio e, posteriormente, que serão utilizadas unicamente com o intuito desta pesquisa, não havendo qualquer repasse a terceiros para efeito comercial/financeiro. Haverá também produção de dados na forma de textos, dissertações e desenhos desenvolvidos por vocês durante as aulas.

Esclarecemos ainda que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação. Garantimos também sigilo que assegura a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. E reiteramos mais uma vez que você tem toda liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA**

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador Rodolfo Sant' Ana Silva sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios, caso existam, decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Serra,____ de Junho de 2018.

| _____ | _____ | _____ |
|---|---|---|
| Assinatura do participante | Assinatura do professor responsável | Assinatura do representante legal |

---

Eu, Rodolfo Sant' Ana Silva, obtive de forma voluntária o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido** do sujeito da pesquisa ou representante legal para a participação da pesquisa.

_____

(Aluno: )

# Apêndice II

**Links dos simuladores em no texto QR Code**

Stellarium

SkyView

SkyMap

StarRover

StarWalk2

# Apêndice III

## Produto Educacional

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**Rodolfo Sant' Ana Silva**

**Geide Rosa Coelho**

# SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

## Observações Astronômicas

Vitória – ES
Setembro – 2019

# SUMÁRIO

**Apresentação**..... 4

**1 – Um breve referencial tórico**..... 5

Ensino por Investigação..... 5

**2 – Desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa**..... 7

Etapa 1: Abordagem Histórica..... 7

Etapa 2: Reconhecimento do Céu..... 16

Etapa 3: Construção de lunetas..... 25

Etapa 4: Observação do céu noturno..... 34

Etapa 5: Socialização e debate aberto..... 37

Etapa 6: Sistematização dos fenômenos ópticos..... 41

**Referências**..... 45

**APÊNDICE I** – Links dos programas e vídeo em QR Code..... 46

**ANEXO I –** Texto auxiliar: Os primeiros anos de observação de Galileu..... 47

# Apresentação

Este material instrucional é o Produto educacional resultante da Dissertação de Mestrado de Rodolfo Sant' Ana Silva, orientado pelo Prof. Dr. Geide Rosa Coelho, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Aqui apresentaremos uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) (CARVALHO, 2013) que articula conhecimentos astronômicos e físicos. A SEI proporciona trabalhar os conceitos de óptica, enquanto aproxima os alunos da prática da observação astronômica e de outros elementos típicos da Astronomia. A SEI foi dividida em etapas, cada etapa possui seus próprios objetivos que corroboram para o objetivo geral da SEI por meio do processo de aprendizagem que proporcionado por ela.

Algumas etapas possuem mais de uma aula. Para orientar o leitor é indicado no início da descrição de cada etapa o objetivo, contextualização, número de aulas, materiais utilizados, situação-problema, descrição da aula, detalhes críticos da aula e sugestão de avaliação. As etapas que possuem mais de uma aula serão descritas aula por aula e logo após a descrição da aula os detalhes críticos da aula, em que eu descrevo problemas, alterações, estratégias e dicas sobre a o desenvolvimento da aula e sobre a abordagem adotada. É importante entender que as aulas foram descritas de acordo com o seu desenvolvimento em sala de aula e não de acordo com o planejamento inicial. As mudanças relacionadas ao planejamento também estão descritas nos detalhes críticos da aula.

**É fundamental ressaltar que esse material não é um receituário, o que não seria coerente com a abordagem investigativa e problematizadora que adotamos. Este material deve ser encarado como a socialização de um trabalho que pode ser adaptado para um outro contexto escolar, ou mesmo inspirar a construção de uma nova sequência didática a partir de seus elementos. Portanto na sessão "descrição da aula" não tem caráter de ordens a ser seguidas no sentido "sua aula deve ser assim", é apenas a descrição de como a aula se configurou considerando o seu contexto e a abordagem que assumimos para promover e avaliar o processo de aprendizagem.**

Esperamos que esse material possa contribuir com o ensino de Física, de Astronomia e com a enculturação científica. Além de inspirar o desenvolvimento de novos trabalhos.

Boa leitura e bom trabalho!

## Um breve referencial teórico

Este material foi pensado e construído de forma a priorizar o processo de aprendizagem, guiado pela perspectiva do Ensino por Investigação. Apresentaremos a seguir uma breve introdução à essa abordagem pedagógica. Ressaltamos que os referenciais aqui abordados são discutidos com maior profundidade na dissertação que originou este produto educacional, e que o texto a seguir é um resumo objetivo que não substitui o estudo dos autores que tomamos como referência. Portanto a leitura de seus trabalhos é fundamental para melhor entendimento e apropriação dessa abordagem.

## Ensino de Ciências por Investigação

Entendemos o Ensino por Investigação como uma postura pedagógica que nos auxilia a pensar no ensino e aprendizagem de ciências. Nesse contexto o tradicional discurso de autoridade do professor não é o elemento central para a construção do conhecimento, mas sim as interações discursivas incentivada pela interlocução entre os meios mediacionais, inserindo os estudantes no processo de construção do conhecimento, não mais como sujeitos passivos mas, como agentes ativos desse processo ao interagir com outros estudantes, o professor, questionando e significando os conceitos relacionados aos fenômenos, tornando essas interações discursivas o elemento central da aula (COELHO e AMBÓZIO, 2019). Essas interações são fundamentais, pois a própria ciência é organizada por meio de conceitos, símbolos e representações fundamentais para fenômenos naturais.

Dessa forma é importante que o estudante conheça os modos de produção de conhecimento científico e, junto com o professor e de forma didática, faça uso deles em seu processo de aprendizagem em ciências. É claro que não é esperado que o estudante se torne um mini cientista, imitando toda a prática cientifica realizada nos centros de ciências. Existem diversos processos e elementos típicos do fazer científico que não são possíveis de serem realizados pelos estudantes. No entanto, alguns desse elementos como a elaboração e socialização de hipóteses, testes de hipóteses em situações controladas, argumentação e a divulgação e validação de uma solução para uma situação problema são elementos fundamentais da cultura científica que podem ser realizadas no decorrer da investigação (CARVALHO, 2013).

> Quer se adote ou não uma perspectiva relativista, a visão do conhecimento científico como socialmente construído e validado tem implicações importantes para a educação em ciências. Isso significa que a aprendizagem das ciências envolve ser iniciado nas formas científicas de se conhecer. As entidades e ideias científicas, que são construídas, validadas e comunicadas através das instituições culturais da ciência, dificilmente serão descobertas pelos indivíduos por meio de sua própria investigação empírica (DRIVER, et al., 1999, p. 32).

Entendemos que em busca de nos preparar para promover essas características de forma organizada e planejada, podemos nos atentar para o trabalho de Carvalho (2013) que propõe o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Podemos definir uma SEI como uma sequência de aulas que abordam um determinado tema do currículo escolar, em que as aulas e atividades são planejadas de forma que os estudantes possam trazer seus conhecimentos prévios sobre o

assunto proposto para o ambiente investigativo. Dessa forma, os estudantes podem apresentar ideias próprias, discuti-las com outros estudantes e com o professor a fim de ampliar o repertório de conhecimentos, relacionando seus conhecimentos espontâneos, ou prévios, com o conhecimento científico (CARVALHO, 2013).

Não temos um passo a passo para seguir nessa perspectiva, mas temos características importantes que caracterizam o ensino por investigação. Dentre as várias características possíveis, autores como Coelho e Ambrózio (2019), Carvalho (2013), Sasseron (2013, 2015), Sá et al (2007), Mortimer e Scott (2002), Azevedo (2004) e Borges (2002), entre outros, concordam que é fundamental haver uma situação-problema que permita aos estudantes várias formas de pensar em uma solução, uma contextualização, a elaboração de hipóteses, a comunicação e debate das hipóteses para que possa haver a validação de uma, ou mais soluções, assim como a mediação atenta do professor.

Nessa perspectiva a mediação é fundamental para que a investigação se desenvolva na sala de aula. Martins e Moser (2012) argumentam que toda ação humana ocorre por meio de alguma forma mediação, dessa maneira as interações que ocorrem em sala de aula também são ações mediadas, mesmo em uma aula diretiva centrada no discurso do professor. No entanto, ao assumirmos uma perspectiva investigativa, entendemos que o professor atua como interlocutor entre os meios mediacionais presentes na aula (COELHO e AMBRÓZIO, 2019). Martins e Moser (2012, p. 10) traz a seguinte fala a respeito do conceito de mediação:

> Se toda ação humana supõe uma mediação, do mesmo modo a aprendizagem se faz com a mediação semiótica ou pela interação com o outro, na intenção social, na qual as palavras são empregadas como meio de comunicação ou de interação.

É fundamental entender, também, que o professor não faz essa mediação sozinho. O processo de aprendizado que ocorre durante uma aula perpassa por diversas ferramentas culturais, que são típicas da cultura escolar como textos, experimentos, vídeos, jogos, equações ou mesmo o discurso oral. Dessa forma o professor estabelece a mediação por meio dessas ferramentas culturais, ou meios mediacionais. Portanto ao falarmos sobre a mediação do professor, significa caracterizar como ele conduz as interações entre os sujeitos (BARCELLOS et al, 2019).

# Desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa

## Etapa 1: Abordagem Histórica.

| **OBJETIVOS** |
| --- |
| Caracterizar os instrumentos ópticos e suas aplicações.<br>Relacionar alguns aspectos do desenvolvimento científico com seu contexto histórico. |

| **CONTEXTUALIZAÇÃO** |
| --- |
| Atualmente utilizamos muitas ferramentas que tiveram seus estudos iniciados a partir de conhecimentos astronômicos como: Calendários, bussolas, GPS e unidades de medidas de tempo. Porém os estudos que resultaram nessas ferramentas não são todos recentes, em sua grande parte foram iniciados por civilizações antigas, que ao longo dos séculos foram construindo sua própria relação com os fenômenos celestes. |

| **NÚMERO DE AULAS** |
| --- |
| Para essa etapa foram utilizadas 3 aulas. |

| **MATERIAIS UTILIZADOS** |
| --- |
| • Computador.<br>• Projetor multimidia.<br>• Globo terrestre.<br>• Lanterna de celular.<br>• Mesa arredondada.<br>• Conjunto óptico, com lentes e fonte luminosa. |

| **SITUAÇÃO-PROBLEMA** |
| --- |
| Como as civilizações antigas se relacionavam com esses fenômenos celeste? |

| **RELATO DA AULA 1** |
| --- |
| A primeira aula da etapa se inicia com a seguinte questão: *O que você conhece a respeito do universo?* Neste momento inicial os alunos nomearam diversos objetos celestes e fenômenos astronômicos como planetas, estrelas, buracos negros, constelações, Lua, teoria do Big Bang, galáxias, meteoros e cometas, e contaram algumas experiências ao observar o céu. Após os alunos compartilharem um pouco dos conhecimentos que têm sobre o tema lanço a seguinte pergunta: *Será que essas várias palavras que vocês disseram como Buraco Negro ou Planetas fariam sentido para uma pessoa que vivia em uma civilização dois mil anos antes de Cristo?* Nesse momento se inicia uma discussão sobre o significado desses "nomes" e como os conhecimentos sobre os astros foram sendo construídos ao longo da história. |

Em seguida disse aos alunos para imaginarem, por um momento, como uma pessoa que não tem conhecimento de termos como planetas, cometas, galáxia, eclipse e outros termos que foram apontados por eles observaria o céu. Assim dou início uma apresentação de slides sobre a construção de monumentos antigos, e o uso das constelações e do Sol, para prever a proximidade das estações do ano, como um tipo de calendário astronômico, explorando um pouco da relação dessas civilizações com os movimentos astronômicos.

Ao fim da aula lancei a seguinte pergunta aos alunos: *Quantos de vocês sabiam dessa relação entre o movimento do Sol e das estrelas com as estações do ano?* Poucos alunos responderam que sim, mas não sabia explicar como relacionar os dois fenômenos. Depois disso perguntei aos alunos: *Quantos de vocês tem o costume de observar o céu, mesmo que só de vez em quando?* Poucos alunos responderam que tinham esse costume. Argumentei então que a percepção dessas diferenças sobre a posição do Sol e da mudança das constelações ao longo do ano é fruto de muita observação. Finalizo a aula dizendo que falaremos sobre isso em nossa próxima aula.

**DETALHES CRÍTICOS DA AULA 1**

Essa aula teve como objetivo introduzir o tema, estimular os alunos a compartilharem os seus conhecimentos prévios sobre astronomia, e sobre o universo de forma geral, bem como iniciar a discussão sobre a relação que as civilizações antigas como gregos, romanos, chineses, egípcios e indígenas.

No início da aula os estudantes compartilharam os objetos e fenômenos astronômicos que conheciam e ao serem questionados a respeito, muitos demonstraram conhecer apenas os nomes, mas não entendiam bem os conceitos por trás de denominações como Buracos Negros, Big Bang ou Galáxias. Outros já compartilharam observações a respeito da lua ou de chuvas de meteoros. Todos os relatos foram ouvidos com atenção, pois seu desenrolar fez parte da contextualização das observações dos povos antigos.

A apresentação que fiz a respeito da formação das constelações, o mapeamento do céu relacionado as estações do ano e os monumentos históricos criados como ferramentas para demarcar a passagem do tempo usando o Sol, a Lua ou as estrelas, como Stonehenge ou o círculo zodiacal que demarca o caminho que o Sol realiza ao longo do ano entre as estrelas (Imagens abaixo), ocorreu de forma diretiva, com apenas algumas participações dos alunos.

Imagem 1: Foto de Stonehenge na Inglaterra. Fonte: https://hypescience.com/cientista-propoe-

teoria-polemica-para-explicar-como-stonehenge-se-formou/

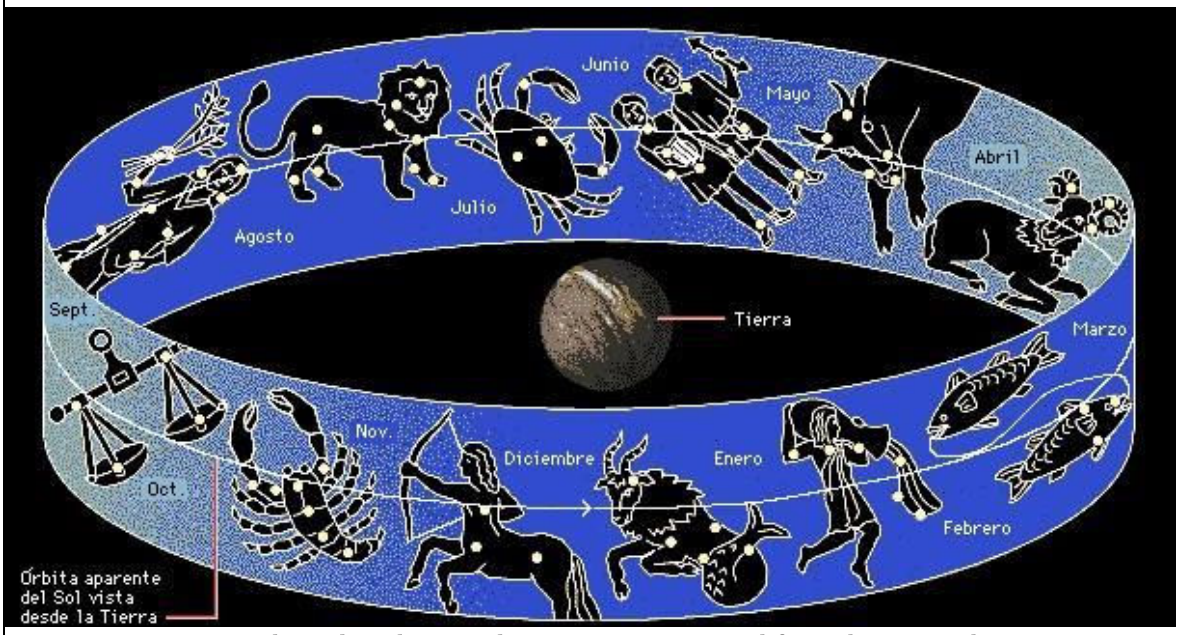



Imagem 2: Circulo zodiacal. Caminho aparente que o Sol faz pelas constelações. Fonte: http://www.zenite.nu/o-circulo-dos-animais/

A informação da influência direta dos mapeamentos que resultaram das observações dessas civilizações na construção do calendário que utilizamos hoje foi vista como novidade para a grande maioria dos alunos. No momento da apresentação não busquei uma abordagem focada no diálogo, entendendo que os alunos não teriam conhecimentos prévios para debater o assunto naquele momento. Porém mantive a apresentação aberta a perguntas e busquei acolher os comentários feitos pelos alunos pois, mesmo não possuindo conhecimento para debater, eles puderam tirar dúvidas e fazer relações com outros conhecimentos como signos do zodíaco ou mesmo a Astrologia.

**RELATO DA AULA 2**

A aula se inicia quando começo uma rápida retomada das discussões feitas na aula passada e retomo do ponto em que pergunto aos alunos se eles sabiam sobre o movimento do Sol e das estrelas com ao longo do ano. Então pedi para que se posicionassem em círculo em volta de uma mesa redonda para que eu pudesse fazer uma representação do movimento. Considerei a borda da mesa como a órbita da Terra, usando um globo terrestre pra representar a terra, uma lanterna no centro da mesa faz a representação do Sol e os próprios alunos eram a representação das estrelas. Simulando os movimentos de rotação e translação da Terra fiz uma demonstração de que nem todas as estrelas são vistas ao mesmo tempo, pois só as vemos quando o Sol não está iluminando nossa posição na Terra e que a medida que o movimento de translação vai ocorrendo, aos poucos as estrelas que podemos ver a noite mudam. Porém a configuração de estrelas vistas a noite se repete no próximo ano, assim permitindo o mapeamento feitos pelas civilizações antigas por meio das constelações.

Após esse momento, questiono os alunos a respeito dos planetas lançando a pergunta: *Mesmo que civilizações antigas, como os Romanos, tenham dado nome aos planetas, vocês acham que eles já sabiam que eles eram da maneira que conhecemos hoje?* Muitos alunos respondem negativamente, argumentando que essas civilizações não tinham como "ver" os planetas de perto, como nós podemos fazer hoje. Ao questionar o que faltava a essas civilizações para "ver" esses planetas mais de perto, como dito pelos próprios alunos, dou início uma contextualização histórica sobre a evolução dos instrumentos ópticos, de forma

geral, centralizando na condição de instrumentos que poderiam ampliar a capacidade humana de ver, trazendo o olho humano como um tipo de instrumento óptico, que nos permite ter o sentido da visão, como conhecemos, finalizando a apresentação com a construção do telescópio.

A partir desse momento se inicia um debate sobre os vários instrumentos que usamos para ampliar, melhorar ou alterar a visão em que questiono qual a diferença entre os vários instrumentos, pois cada tipo de instrumento proporciona uma experiência diferente, tendo, então, funções diferentes. Ao fim dessa discussão os próprios alunos chegaram à conclusão que todos esses instrumentos (citados no debate) possuem lentes, e que as lentes deveriam ser o fator que modifica a função de cada instrumento.

Ao fim da aula digo que continuaremos a falar das lentes na próxima aula, e peço aos estudantes para ler um texto de apoio, que fala sobre os primeiros anos de observação de Galileu Galilei usando o telescópio.

**DETLHES CRÍTICOS DA AULA 2**

A dinâmica realizada para representar a relação entre os movimentos da Terra e a mudança das estrelas que são visíveis ao longo do ano não fazia parte do planejamento original da aula. No entanto como a dúvida surgiu na aula anterior, optamos por realizar essa dinâmica para esclarecer a dúvida e demonstrar que as observações astronômicas não são independentes dos movimentos terrestres. Foi, também, um momento importante para retomar a relação das estações do ano e o eixo inclinado da Terra, pois muitos alunos ainda mantinham o discurso de que o verão ocorre quando a Terra está mais próxima do Sol e o inverno quando a Terra está mais afastada, visualizando a órbita terrestre como uma elipse com alta excentricidade.

A aula foi planejada com o objetivo de apresentar alguns instrumentos ópticos como binóculos, microscópio, monóculo, lupa, óculos e telescópio como ferramentas utilizadas para ampliar a capacidade de visão humana, contextualizar seus usos e desenvolvimentos ao longo da história e problematizar suas diferentes funções. Durante o debate, o qual acho importante sinalizar que foi uma iniciativa dos próprios alunos, outros instrumentos foram questionados como câmeras fotográficas analógicas e digitais, câmeras de celulares, filmadoras, óculos de realidade virtual e aparelhos que permitem a visão noturna.

Todos esses elementos do debate foram ouvidos com atenção para que pudessem ser significados no contexto da aula e que pudessem fazer parte da construção de conhecimento que a aula se propõe. Enquanto professor, mantive a discussão com questionamentos a respeito das funções que os instrumentos têm e o que eles possuem de diferente para que suas funções não fossem parecidas, mesmo que todos trabalhem com o mesmo sentido, a visão.

Porém, quando forma introduzidos no debate os óculos de realidade virtual e de visão noturna, os argumentos mudam, fugindo um pouco ao foco da aula. porém se tornaram elementos da aula, então precisavam de ter algum fechamento e, nesse caso, necessitaram de uma resposta mais direta minha. Mas esse movimento não reduz a dimensão dialógica da aula.

Por fim, o texto que indiquei como leitura para os alunos, tem como objetivo lhes proporcionar mais informações sobre o telescópio e as observações astronômicas. O texto indicado para leitura está disponível em: http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/aulas_11/Galileu_observacoes_tel_v3.htm e está disponível na integra no Anexo I do material.

**RELATO DA AULA 3**

No início da aula retomo os elementos apontados pelos alunos sobre os instrumentos ópticos e sua conclusão que o tipo de lente tem influência na função de cada instrumento. Então lanço o questionamento: *Quais tipos de lentes vocês conhecem?* A maioria responde lente de óculos e/ou lente de lupa. Então argumento que devem existir mais tipos de lentes que eles ainda não conhecem, pois, os óculos e a lupa são dois dos instrumentos ópticos que foram apresentados na aula anterior, então usando nosso pensamento inicial de que cada instrumento com função diferente utilizaria lentes diferentes, instrumentos como microscópios e telescópios deviam usar outras lentes.

O objetivo dessa aula foi de apresentar vários tipos de lentes, dando grande importância no efeito (refração) que elas ofereciam para gerar respostas diferentes ao serem usadas para observação. Assim iniciei uma apresentação visando a contextualização histórica e tecnológica das lentes utilizadas nos instrumentos ópticos e como as lentes foram exploradas a partir do Século I d.C. Na apresentação abordo as primeiras lentes usadas a partir de formações cristalinas, esferas de vidro, lentes de vidro polido até as lentes de resina. Abordo também o aparelho ocular humano, que usa o cristalino como lente para formar a imagem na córnea.

Imagem 3: Conjunto óptico utilizado na aula. Fonte: Próprio autor.

Na última parte da aula apresentei aos alunos um conjunto óptico com fonte luminosa e vários tipos de lentes para que eles pudessem manipular. Caracterizei esse momento como uma atividade de exploração para que pudessem manipular o material com o objetivo de conhecer os efeitos das lentes, finalizando assim essa etapa da SEI.

**DETALHES CRÍTICOS DA AULA 3**

Antes do início da SEI eu já tinha identificado que a maioria dos alunos só tiveram contato com alguns tipos de lentes, em sua maioria apenas lentes de óculos. Portanto quando planejamos a SEI pensei que esse contato com as lentes, tanto no sentido teórico quanto no prático, seria fundamental para, mais tarde, discutir o conceito de difração com mais clareza. Dura a contextualização histórica e tecnológica das lentes, eu optei por falar do

funcionamento do olho humano por conta dessa discussão ter feito parte da aula anterior. Portanto achei que seria um bom momento para falar do funcionamento físico dos olhos e os componentes do órgão como a córnea, cristalino, contração e dilatação da pupila e um pouco dos problemas de visão mais comuns como miopia e hipermetropia.

Mesmo não sendo parte da programação inicial da aula, trouxe boas contribuições para o desenvolvimento desse momento da aula. Permitindo aos alunos fazerem algumas analogias como a relação entre o funcionamento do olho humano e uma máquina fotográfica, por exemplo.

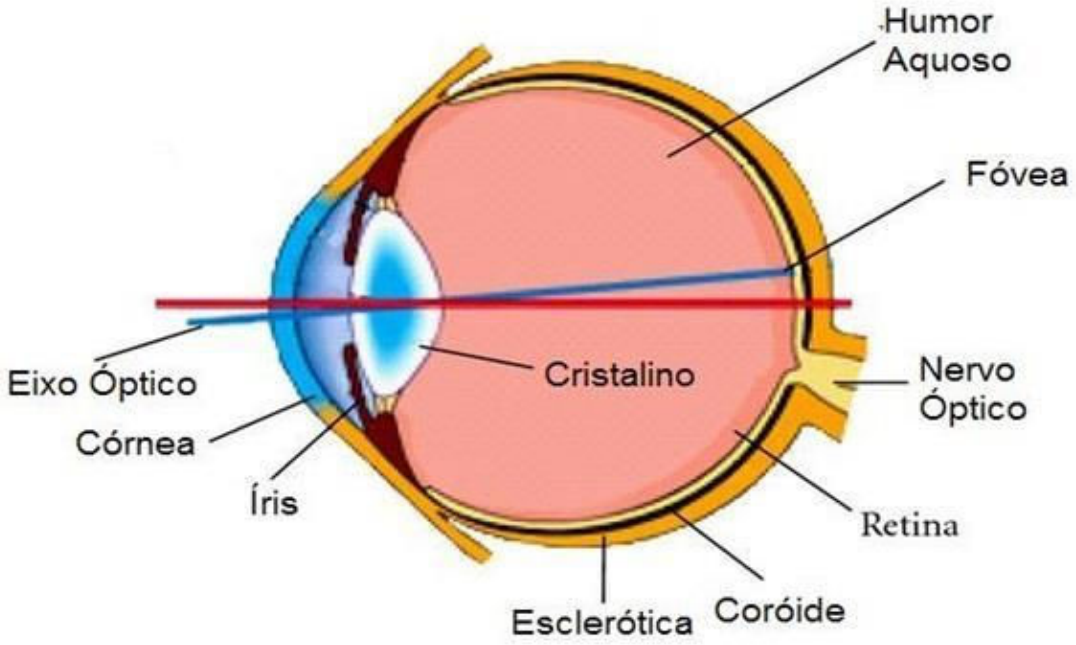



Imagem 4: Esquema do olho humano. Fonte: https://cientistasdescobriramque.com/2019/02/27/retina-artificial-baseada-em-folhas-de-grafeno-e-materiais-2d/

A atividade em que os alunos manipulam o conjunto óptico foi certamente o ponto alto da aula. É importante explicar aqui o funcionamento da atividade em relação a seus objetivos.

Essa poderia se caracterizar como uma atividade experimental e eu poderia expor um objetivo em específico através de uma situação-problema, como o ensino por investigação sugere. Ou mesmo ter planejado um roteiro mais tradicional para que os alunos o seguissem. Porém isso demandaria mais tempo que eu tinha disponível nessa aula. Mas certamente isso poderia ser feito nesse contexto. Mas optei por deixar os alunos livres para **explorarem** o material. Nesse momento eu não tinha o objetivo de inserir nenhum conceito específico de maneira formal ou propor algum tipo de experimento elaborado. Meu objetivo nesse momento era de promover um contato inicial entre os alunos e o conjunto de lentes, que era desconhecido para a maioria, para que eles pudessem explorar como essas lentes influenciavam na luz provida por fontes luminosas.

Esse movimento foi muito importante, pois em momentos mais à frente na SEI os alunos terão que testar e argumenta a respeito do funcionamento das lentes e serão desafiados a usar as mesmas lentes para simular o conjunto de lentes contidas em uma luneta, portanto esse contato inicial é de extrema importância.

Além disso o contato inicial com as lentes rendeu alguns questionamentos e discussões

importantes para a construção do conhecimento a respeito da refração.

Imagem 5: Alunos iniciando os testes com as lentes. Fonte: Próprio Autor.

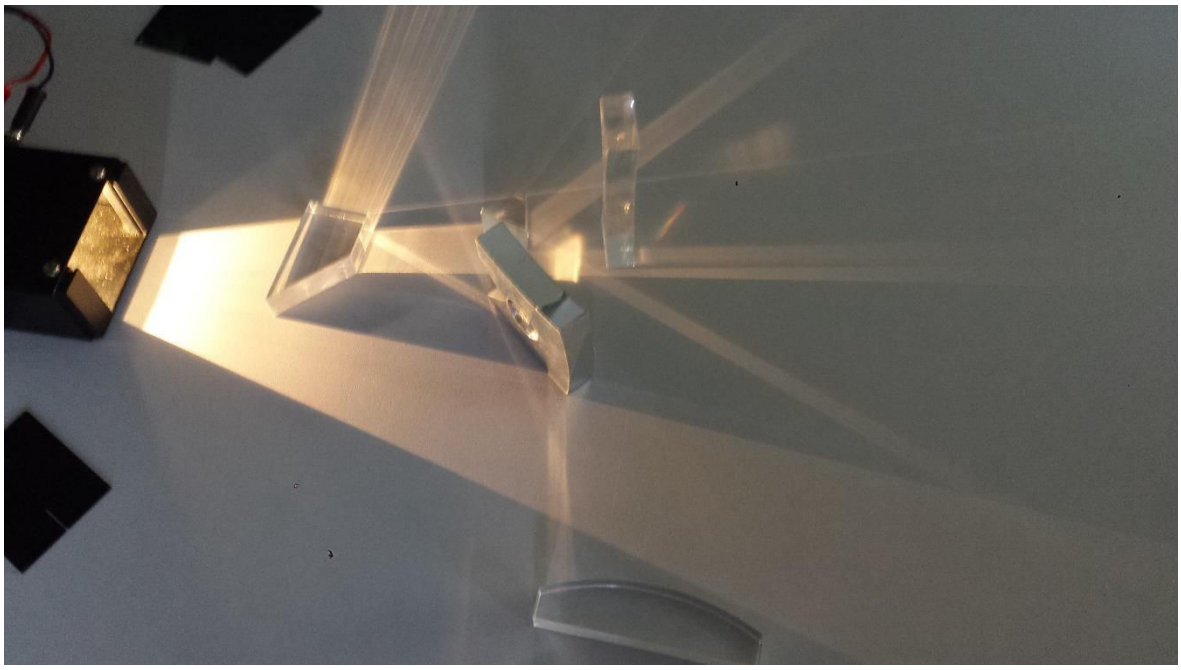


Imagem 6: Teste do comportamento com várias lentes e espelho. Fonte: Próprio autor.

Os alunos iniciaram uma investigação para observar como a luz se comportavam com as lentes com mais de uma fonte luminosa. Esse movimento promoveu um questionamento dos estudantes a respeito da mistura das cores. Esse questionamento em momento algum fez parte das discussões até então. Porém uma investigação genuína, eventualmente gera um novo problema que tem alguma relação com a investigação inicial. Nesse momento incentivei os alunos a usarem o material para tentar descobrir se as cores se misturavam nas lentes, entregando a ela algumas películas coloridas que faziam parte do conjunto óptico.

Imagem 7: Investigação com várias fontes luminosas. Fonte: Próprio autor.

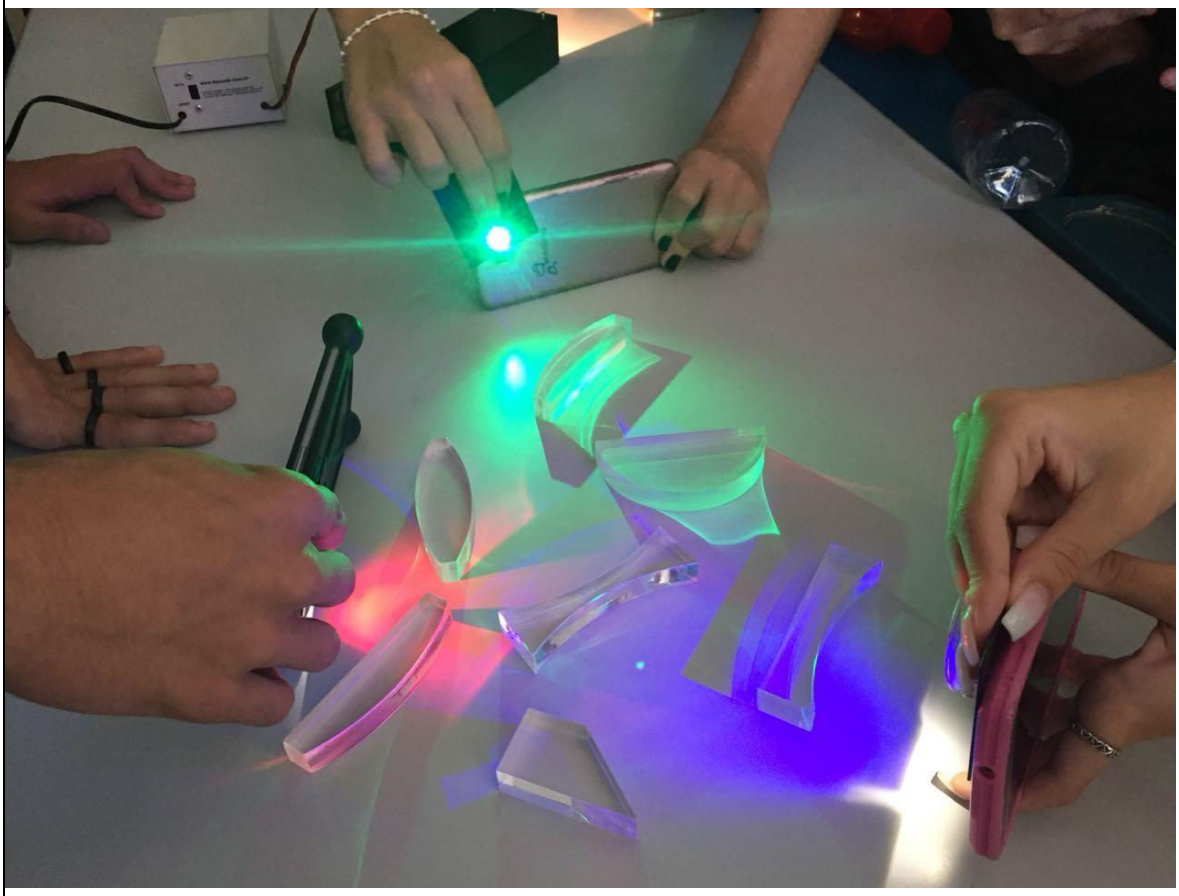


Imagem 8: Investigação a respeito das cores. Fonte: Próprio autor.

Considerando a construção de um ambiente investigativo, a configuração e de um novo problema é de grande importância por se tratar de um problema genuíno, considerado pelos próprios alunos, que surge durante a investigação e deve ser estimulado a ser resolvido.

| DETALHES CRÍTICOS DA ETAPA 1 |
| --- |
| Inicialmente a etapa foi programa para durar apenas duas aulas. Porém, os debates e questionamentos foram muito produtivos e mais longos que o esperado. A dinâmica dos movimentos da Terra também foi adicionada a aula após o planejamento inicial. No caso foi mais que pertinente adicionar uma aula para tirar melhor proveito dos debates e retomar conceitos que ainda estavam confusos aos alunos. Em minha avaliação essa foi uma escolha ótima escolha para adaptar todo o conteúdo a ser explorado. |

| SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO |
| --- |
| Participação dos alunos nos debates e participação na investigação inicial das lentes. |

## Etapa 2: Reconhecimento do Céu

| OBJETIVOS |
| --- |
| Reconhecer os objetos celestes.<br>Comparar o céu com e sem poluição luminosa.<br>Estimar os pontos cardeais usando as constelações, Sol e Lua. |

| CONTEXTUALIZAÇÃO |
| --- |
| Ao olhar para o céu noturno existem diversos “pontos brilhantes”, que para um olhar destreinado parecem indistinguíveis. Para diferenciarmos esses “pontos brilhantes” é necessário saber como diferenciar as estrelas de planetas quando observados à vista desarmada. E para que seja possível definir os pontos cardeais, usando as estrelas, é preciso conhecer algumas constelações para que possam ser usadas como referência para encontrar os pontos cardeais ou para localizar outros objetos celestes. |

| NÚMERO DE AULAS |
| --- |
| Para essa etapa foram utilizadas 3 aulas. |

| MATERIAIS |
| --- |
| • Computador.<br>• Projetor multimídia.<br>• Smartphone.<br>• Lousa.<br>• Pincel. |

| SITUAÇÃO-PROBLEMA |
| --- |

| Como posso identificar diferentes objetos celestes e me guiar por eles? |
|---|

**RELATO DA AULA 1**

Inicio a aula lançando a pergunta: *A noite, estrelas e planetas são vistas apenas como pontos brilhantes no céu. Como podemos saber qual deles são estrelas e quais são planetas?* Nesse momento os estudantes dizem o que acham sobre a questão, afirmando que as estrelas piscam enquanto os planetas não, outros dizem que os planetas são mais brilhantes que as estrelas e alguns contestam dizendo que as estrelas são mais brilhantes. Uso as falas dos alunos para argumentar que existem algumas ferramentas que pode nos ajudar a descobrir. Então apresento os alunos a um programa de comutador que simula o céu noturno chamado Stellarium.

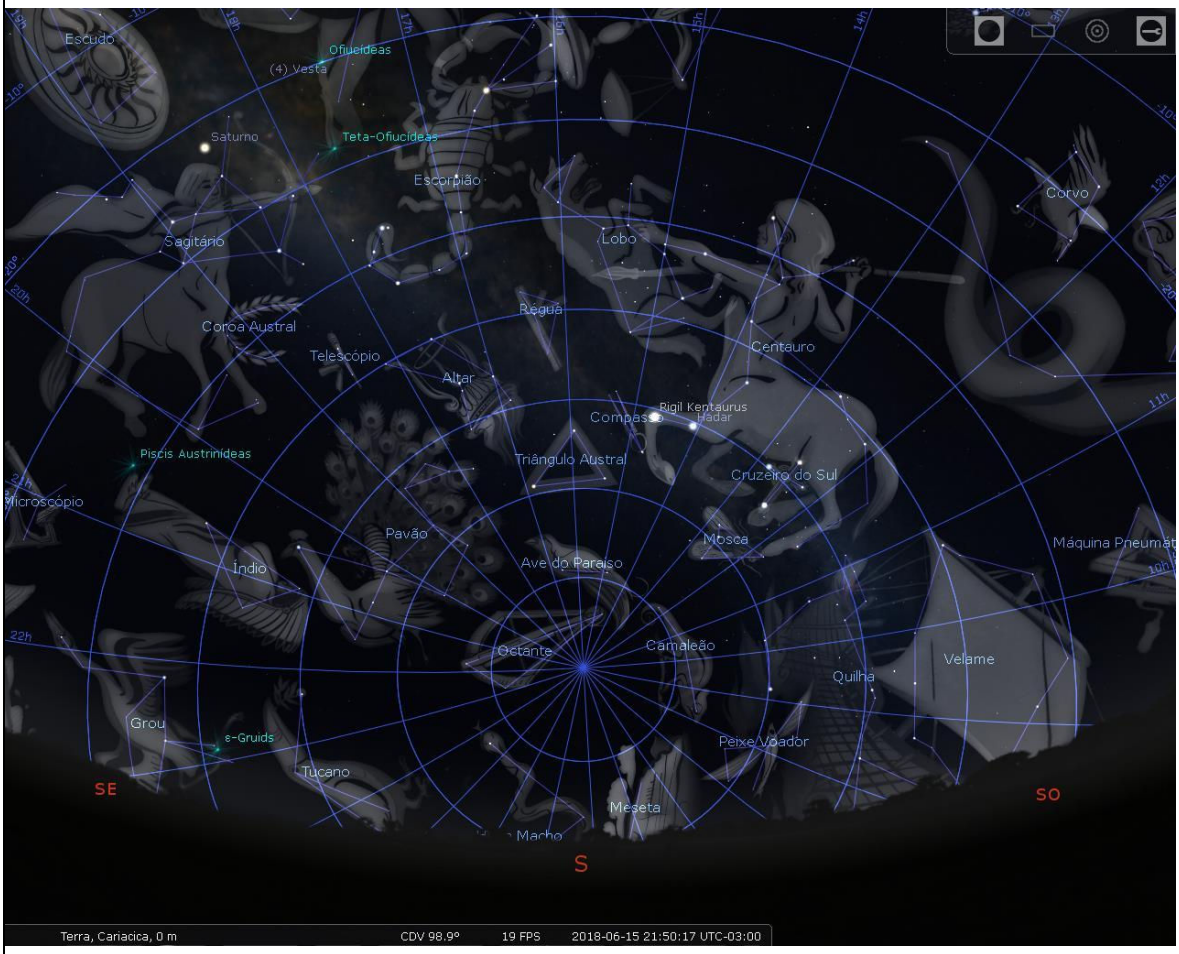



Imagem 9: Simulação do céu noturno no Stellarium. Fonte: Próprio Autor.

Usando o Stellarium mostro aos alunos como identificar estrelas e planetas, como criar e identificar uma constelação. Apresento as constelações do Escorpião, a constelação de Órion e a constelação do Cruzeiro do Sul. Após essa apresentação inicial as constelações como forma de mapear o céu, trabalho com eles estratégias de como encontrar os pontos cardeais usando o Cruzeiro do Sul.

Ao fim da aula digo aos alunos que o Stellarium é um programa gratuito e pode ser utilizado em qualquer computador. Também apresento a possibilidade de usarem aplicativos para celular com o mesmo objetivo. Apresento rapidamente para eles os aplicativos SkyView e SkyMap, e sugiro que eles instalem um desses aplicativos em seus celulares para auxiliar em suas observações.

Como último momento da aula dou a eles a tarefa de procurarem um local para observarem o céu próximo a suas casas, com o objetivo de observar no céu a constelação do Cruzeiro do Sul e Escorpião e, também, um Planeta. Também foi pedido para que eles usem essas observações como referência para definir os pontos cardeais e fizessem um desenho que representasse o horizonte de seus locais de observação e trouxessem esse relato para a próxima aula.

**DETALHES CRÍTICOS DA AULA 1**

O objetivo da aula foi de apresentar instrumentos e estratégias para ajudar os alunos em suas práticas de observação astronômica posteriores, que fazem parte do desenvolvimento da SEI.

O foco principal da aula foi, então, em apresentar os simuladores como ferramentas para conhecer o céu, tirar dúvidas sobre objetos astronômicos observados e planejar as próprias observações. É importante dizer que utilizei o Stellarium, para computador, e sugeri aos alunos usar os aplicativos SkyView e SkyMap por serem programas livres e gratuitos. Existem vários outros aplicativos que podem ser explorados com esse objetivo, mas avaliei esses aplicativos com os seguintes critérios: Programas gratuitos, de fácil acesso e com interface amigável. O Stellarium também possui uma versão para smartphones, porém essa versão é paga, por isso não usei com os alunos.

Um dos objetivos do uso dos simuladores era de que os alunos pudessem ter fácil acesso para que os tenham em suas casas ou celulares, por isso a preferência por programas gratuitos, mesmo que possam ter menos recursos que outros programas pagos. Os aplicativos SkyView e SkyMap são bem similares, sua principal diferença são os recursos gráficos. Assim o SkyView precisa de um smartphone com boa capacidade de processamento de vídeo para que funcione sem riscos de parar o processamento durante o uso ou sem nenhum tipo de atraso. Já o aplicativo SkyMap, por necessitar de poucos recursos gráficos, é mais indicado para smartphones mais simples. Assim todos os alunos poderiam usar um simulador independente de qual fosse o modelo de seu celular.

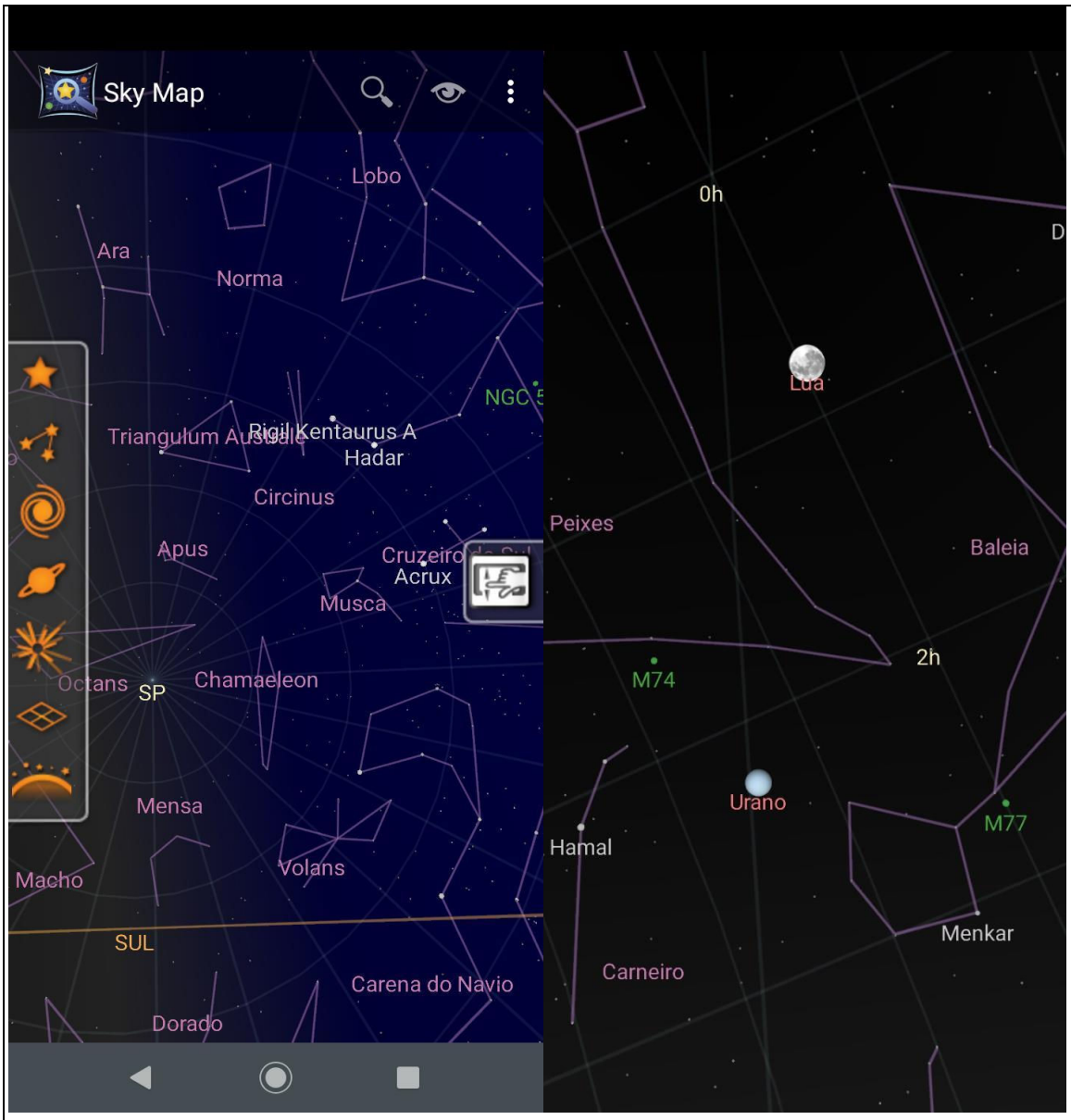



Imagem 10: Simulação no SkyMap. Fonte: Próprio Autor.

Imagem 11: Simulação no SkyView. Fonte: Próprio Autor.

A atividade de observação e registro foi pensada para ser o início de um diário de observações que foi usado ao longo da SEI.

Em especial, a atividade de observação foi programada sabendo que as constelações de Escorpião e Cruzeiro do Sul estavam visíveis durante quase toda a noite. E nas proximidades da datam os planetas que estavam visíveis a noite eram Vênus (no início da noite), Marte, Júpiter e Saturno. É importante sinalizar que a tarefa de observação foi proposta para que os alunos a fizessem ao longo do fim de semana, pois a próxima aula ocorreria apenas na semana seguinte, dando os alunos um tempo para se familiarizar com os aplicativos e a possibilidade de fazer as observações em mais de uma noite.

**RELATO DA AULA 2**

A aula começa com uma série de relatos dos alunos a respeito das observações assim que eu pergunto se eles conseguiram realizar a atividade e se tinham utilizado os simuladores. Os relatos foram de vários tipos, desde os alunos que conseguiram encontrar os alvos que pedi, até aqueles que não conseguiram localizar nenhuma constelação ou não entenderam

como funcionava os simuladores. Os relatos foram muitos e bem diferentes uns dos outros. O que trouxe uma dimensão de socialização de observações e estratégias importante para o progresso da aula.

Nesse momento eu peço aos alunos para acessarem os simuladores escolhidos para que juntos compreendêssemos como cada um funciona e resolver qualquer possível problema que os alunos tiveram. Aqueles que conseguiram usar os aplicativos ajudaram aqueles que não conseguiram e outros compartilharam novos aplicativos que encontraram com a turma. Projetei o Stellarium novamente, mas agora não para demonstrar seu funcionamento, mas sim para disponibiliza-lo para que os alunos o manipulassem e explorassem suas funções enquanto relacionavam as simulações feitas em cada um dos aplicativos.

Ao fim da aula digo a eles que esse primeiro relato seria o primeiro de muitos e que eles deveriam reservar um espaço em seus cadernos para usarem como um diário de observação. Anotando data e hora de cada observação fazendo um relato de forma escrita, em forma de desenho ou qualquer outro tipo de representação que pudesse registrar a respeito que conseguiram observar, e que deveriam realizar essas observações, no mínimo, duas noites por semana sempre procurando novos elementos e prestando atenção na mudança das fases da Lua. Deixando claro que, mais tarde eles deveriam entregar esses relatos escritos e que isso faria parte da nossa avaliação.

**DETLHES CRÍTICOS DA AULA 2**

O objetivo dessa aula era o compartilhamento de discussão das observações e a promoção da familiarização dos alunos com os simuladores como ferramenta de auxílio para suas práticas observacionais.

Já era esperado que alguns alunos não conseguissem encontrar todos os objetos astronômicos que a atividade pedia, pois, as primeiras observações podem ser muito confusas tanto para reconhecer estrelas e planetas, como se localizar em relação aos pontos cardeais. Exatamente por isso essa aula foi reservada para trabalhar com os alunos uma aproximação dos simuladores para que possam usá-lo por conta própria e avaliarem qual, ou quais, dos aplicativos os atende melhor.

Neste momento os alunos já fizeram boas produções relacionados aos seus diários, descrevendo seu horizonte, indicando suas limitações e adicionando pesquisa a respeito de algum planeta, estrela ou constelação.

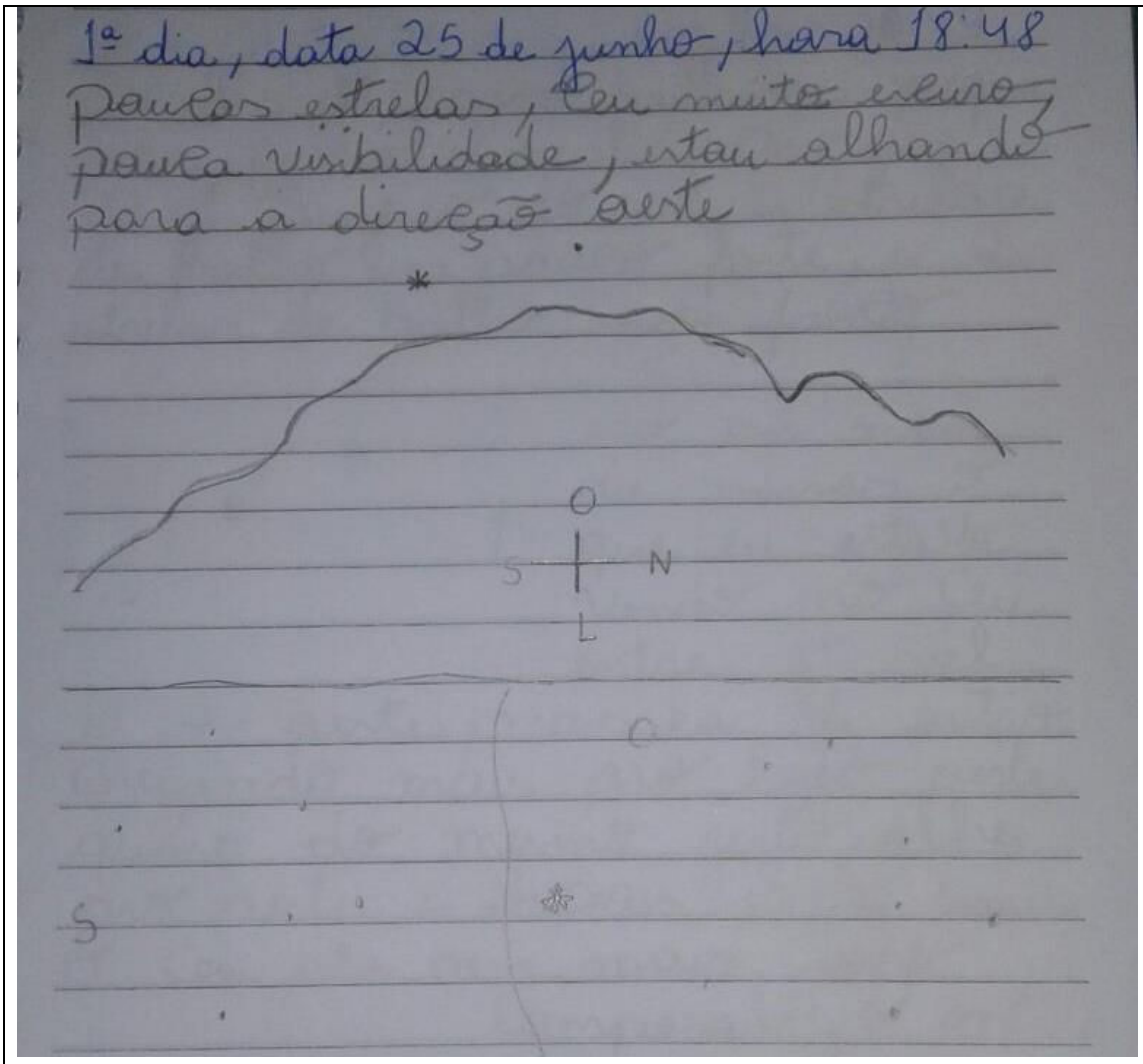



Imagem 12: Relato do diário contendo os pontos cardeais e representação do horizonte. “Poucas estrelas, céu muito escuro, pouca visibilidade, estou olhando para a direção oeste”. Fonte: Próprio Autor.

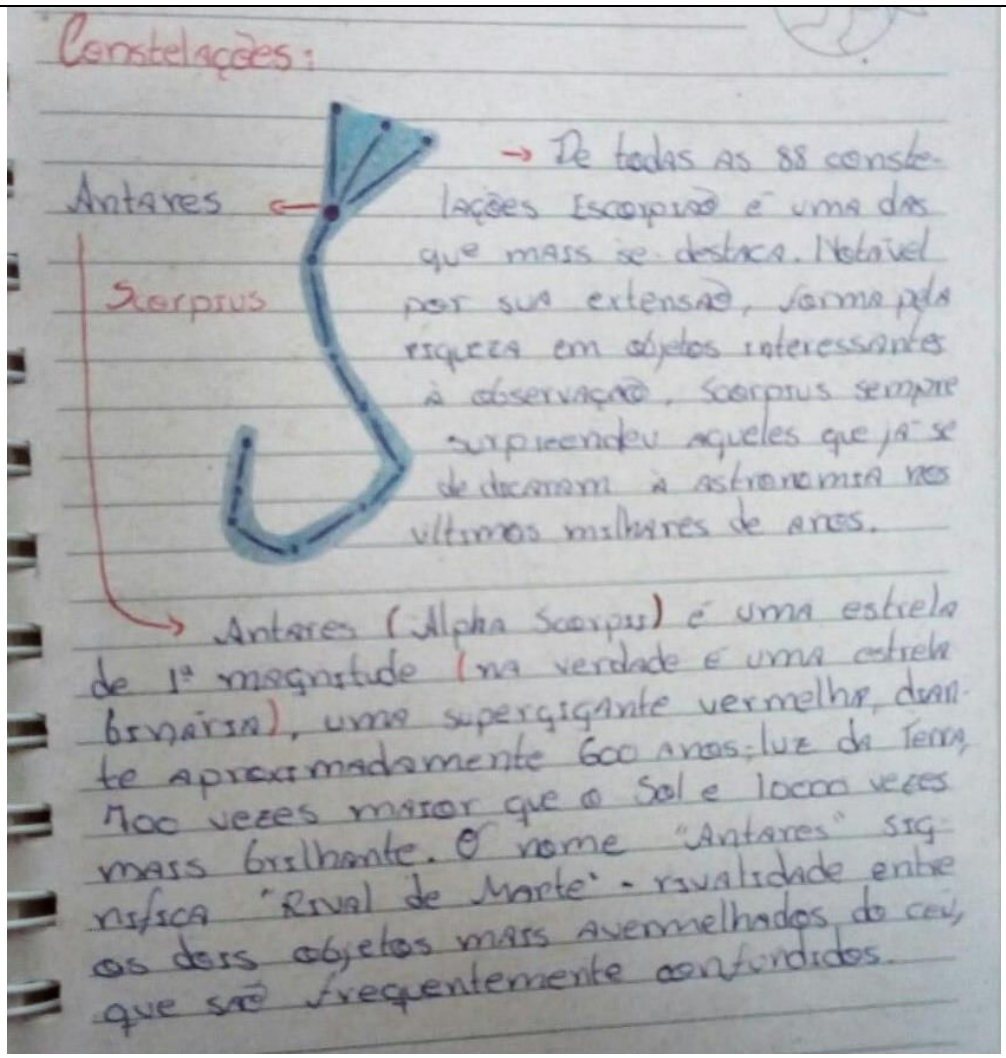



Imagem 13: Pesquisa sobre a constelação de Escorpião. "De todas as 88 constelações Escorpião é uma das que mais se destaca. Notável por sua extensão, forma pela riqueza em objetos interessantes à observação. Scorpius sempre surpreendeu aqueles que já se dedicaram à Astronomia nos últimos milhares de anos. Antares (Alpha Scorpius) é uma estrela de 1ª magnitude (na verdade é uma estrela binária), uma supergigante vermelha, distante aproximadamente 600 anos-luz da Terra, 700 vezes maior que o Sol e 10000 vezes mais brilhante. O nome "Antares" significa "rival de Marte" rivalidade entre os dois objetos mais avermelhados do céu, que são frequentemente confundidos".
Fonte: Próprio Autor.

Alguns dos alunos pesquisaram a respeito de outros aplicativos capazes de simular o céu. Na aula eles compartilharam dois aplicativos chamados StarWalk2 e Star Rover. Que foram adotados por alguns alunos por terem alguns recursos diferentes dos aplicativos que eu indiquei e também serem aplicativos gratuitos.

Recentemente o aplicativo Star Rover se tornou pago, por esse motivo não trarei imagens dele pois não possuo o aplicativo. No Apêndice I desse material está disponível os links em que pode encontrar esses aplicativos.

| **RELATO DA AULA 3** |
| --- |
| Os próprios estudantes já iniciam a aula questionando uma série de fenômenos, que gostariam de saber se tinham relação com a Astronomia, como o Sol da meia noite, |

horários diferentes para o nascer e pôr do Sol em outros países, estrelas cadentes, sistema de signos por data de nascimento e aurora boreal. Dado esse movimento propus um debate questionando os fenômenos apontados pelos alunos e sua relação com o que viemos aprendendo sobre o universo, usando os simuladores como ferramenta para tirar dúvidas, quando possível, e aproveitando os relatos de observação dos alunos para contextualizar outros fenômenos.

**DETALHES CRÍTICOS DA AULA 3**

Considerando que a proposta das aulas vem do cunho investigativo, as iniciativas dos alunos em questionar e problematizar fenômenos relacionados a Astronomia se torna o foco da aula. Nesse momento a prioridade foi debater as questões levantadas pelos alunos, sempre que possível pois nem todas as questões poderiam ser de fato debatidas pois algumas são fenômenos que eles nunca estudaram ou viram pessoalmente. O uso dos simuladores se mostrou fundamental para algumas questões como os horários diferentes de presença do Sol em outras localizações globais, bem como o "Sol da meia noite", que é um caso extremo do mesmo problema.

Essa aula serviu como um momento importante para tirar dúvidas dos alunos e aprofundar seu conhecimento no tema e no uso das ferramentas que foram disponibilizadas a eles. Neste momento os relatos dos diários não se fazem tão presentes, mas isso não é um problema pois, a discussão teve como eixo principal fenômenos que eles ainda não presenciaram e que gostariam de saber quais tipos de fenômenos eram esses, como eles ocorriam na natureza e se eram de fato ligados aos a Astronomia, como muitos deles já haviam ouvido falar, mas não conseguiam explicar.

Este movimento permaneceu até o fim da aula. Como a atividade de observação era uma atividade contínua ao longo de nossas aulas, apenas reforcei sobre os registros das observações em uma parte reservada do caderno.

**DETALHES CRÍTICOS DA ETAPA 2**

Essa etapa foi fundamental para a enculturação dos alunos quanto à prática observacional e, de fato, essa era a contribuição principal da etapa. Instigar questionamentos sobre o céu, estimular a prática da observação astronômica e oferecer ferramentas para auxiliar no reconhecimento dos objetos astronômicos.

Quando a etapa foi planejada ela contava também com uma aula de campo, que seria dedicada a uma visita ao Planetário de Vitória, visando uma sessão chamada Reconhecimento do Céu da Estação, que contribuiria com o processo de reconhecimento das principais constelações que podem ser usadas como referência para encontrar outros objetos celestes e, também, para a localização geográfica. Mas devido a um problema na reserva do espaço, essa visita não foi possível nesse momento. Portanto essa aula de campo foi replanejada para um outro momento da SEI, assumindo um objetivo diferente.

**SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO**

Participação dos alunos nos debates e socialização dos registros de observação.

# Etapa 3: Construção de lunetas

| OBJETIVOS |
| --- |
| Compreender a associação de lentes da luneta.<br>Estimular o trabalho em equipe.<br>Confeccionar a luneta de Galileu. |

| CONTEXTUALIZAÇÃO |
| --- |
| A forma com que a humanidade imaginava o universo mudou quando Galileu Galilei iniciou a observação dos astros usando sua luneta em 1609. Esse evento transformou a forma de estudar o universo, evoluindo até os estudos que conhecemos hoje. A ferramenta que foi fundamental para essa mudança foi a luneta, ou telescópio refrator. |

| NÚMERO DE AULAS |
| --- |
| Essa etapa é uma oficina planeja para durar 1 aula. |

| MATERIAIS |
| --- |
| • Cano de esgoto com 40mm de diâmetro e 30cm de comprimento.<br>• Cano de esgoto com 50mm de diâmetro e 30cm de comprimento.<br>• Luva para cano de esgoto com diâmetro de 40mm.<br>• Luva para cano de esgoto com diâmetro de 50mm.<br>• Rolo de fita durex comum.<br>• Fita esponjosa dupla face (também conhecida como fita bananinha).<br>• Monóculo para negativo de fotos.<br>• Lente de resina de 2 graus positivos com 50mm de diâmetro. |

| SITUAÇÃO-PROBLEMA |
| --- |
| Como associar as lentes para ampliar a imagem? |

| TUTORIAL PARA MONTAGEM DA LUNETA |
| --- |
| Essa etapa consiste em uma oficina para montagem de uma luneta de baixo custo com os alunos. Portanto, antes de fazer o relato da aula vamos ver um tutorial da montagem da luneta com algumas dicas que podem ajudar os professores que desejarem fazer esse tipo de atividade.<br>A imagem e o quadro a seguir, apresentam os materiais que serão necessários para realizar a oficina. |

Imagem 14: Material usado na construção da luneta. Fonte: Próprio Autor.

Quadro 1: Descrição dos materiais para a confecção da luneta.

| Numeração | Descrição |
|---|---|
| **1** | Cano de esgoto com 40mm de diâmetro e 30cm de comprimento. |
| **2** | Cano de esgoto com 50mm de diâmetro e 30cm de comprimento. |
| **3** | Luva para cano de esgoto com diâmetro de 40mm. |
| **4** | Luva para cano de esgoto com diâmetro de 50mm. |
| **5** | Rolo de fita durex comum. |
| **6** | Fita esponjosa dupla face (também conhecida como fita bananinha). |
| **7** | Monóculo para negativo de fotos. |
| **8** | Lente de resina de 2 graus positivos com 50mm de diâmetro. |

Fonte: Próprio Autor

**Montando o corpo da luneta**

O primeiro passo é preparar o corpo da luneta, que será formada pela união dos dois canos. O cano de menor diâmetro deve passar por dentro do cano de maior diâmetro, porém precisamos limitar uma das pontas de cada cano para que eles não se separem. Para isso vamos usar a fita esponjosa colando-a por dentro de uma das pontas do cano de maior diâmetro e por fora do cano de menor diâmetro. Assim podemos impedir que um cano passe completamente pelo outro, pois a fita funcionará como limitador.

Imagem 15: Fita esponjosa colada por dentro do cano de maior diâmetro. Fonte: Próprio Autor.

Essa é possivelmente a parte mais trabalhosa da montagem, pois colar a fita esponjosa por dentro do cano pode se mostrar mais complexo que parece, exigindo um pouco de paciência. Uma volta ou duas deve ser o suficiente, certifique-se de que a fita está bem fixada no cano.

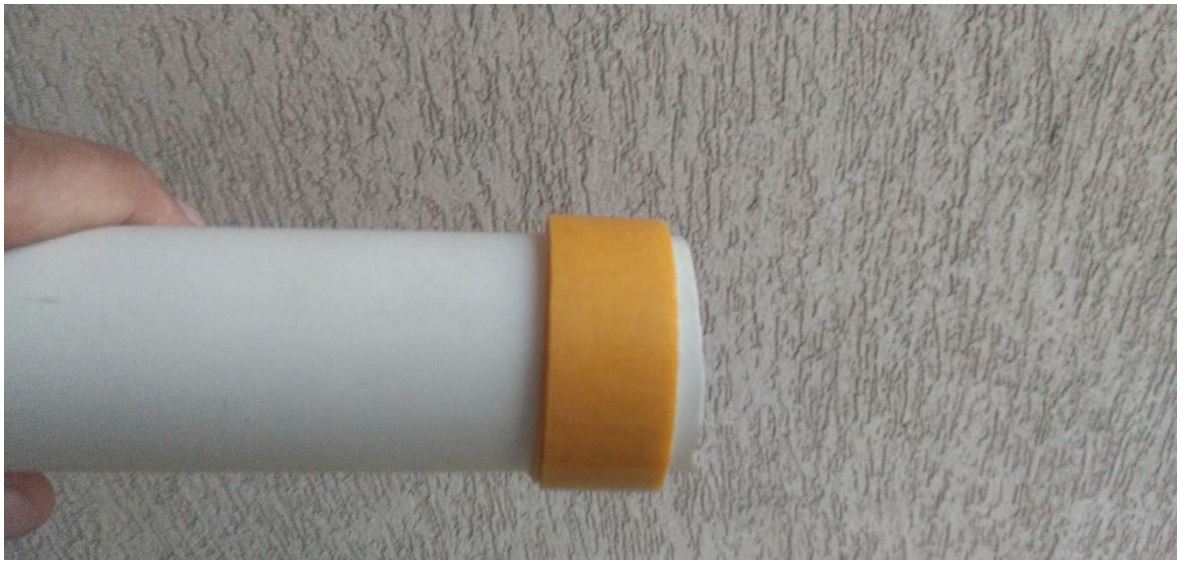


Imagem 16: Fita esponjosa colada por fora do cano de menor diâmetro. Fonte: Próprio Autor.

Não é necessário que a fita esteja fixada exatamente na ponta do cano, até por que após o cano ser cortado no tamanho desejado é muito comum ficar com as pontas um pouco irregulares. Agora quando passarmos um cano por dentro do outro eles presos um ao outro por causa da limitação das fitas. Coloque um cano dentro do outro com as pontas que contém as fitas coladas em lados opostos.

Imagem 17: Canos posicionados para serem encaixados. Fonte: Próprio Autor.

Passe o cano de menor diâmetro pelo cano de maior diâmetro até os rolos de fita travarem o movimento.

Imagem 18: Canos presos um ao outro. Fonte: Próprio Autor.

É importante que o volume de fita do cano que passa pela parte de dentro esteja bem justo relacionado ao cano exterior, pois se não estiver a luneta ficará com a conexão frouxa, e isso pode prejudicar a eficiência da luneta. Portanto, utilize a fita crepe para ajustar o monte de fita se necessário. É bem mais fácil fazer esse ajuste no cano de menor diâmetro, pois nele enrolamos a fita por fora, mas o mesmo pode ser feito por meio do cano de maior diâmetro, porém será mais trabalhoso.

É importante dizer também que as fitas esponjosas não são insubstituíveis. É possível fazer a mesma coisa com a própria fita crepe, porém tenha em mente que dessa forma será

necessária uma grande quantidade de voltas para acumular o volume de fita necessário nos dois canos.

**Encaixe das lentes**

Como o corpo da luneta pronto é hora de preparar os encaixes das lentes. As lentes serão encaixadas nas luvas dos canos, a lente objetiva na luva de 50mm e a lente ocular na luva de 40mm.

O papel da lente ocular será feito pelo monóculo. Basta encaixar o monóculo na luva de 40mm.

Imagem 19: Monóculo encaixado à luva de 40mm. Fonte: Próprio Autor.

Para evitar que o monóculo fique se soltando, é indicado prendê-lo à luva. Isso pode ser feito usando a fita crepe. Qualquer outra fita adesiva pode fazer esse trabalho como durex ou fita isolante.

Em especial, o modelo de monóculo que usei, por acaso, se encaixava perfeitamente na luva. Mas nem todos os modelos são assim, se for esse o caso, utilize mais fita em volta do monóculo para deixar sua base mais próxima das bordas da luva e então prenda-o. Se estiver procurando uma forma mais definitiva, também é possível colar o monóculo usando cola de massa epóxi. Para a construção da luneta em sala de aula, eu não aconselharia, pois demora cerca de meia hora para secar, mas com a estratégia correta é possível. Porém em caso de queda que possa danificar ou quebrar o monóculo, seria necessário colar novamente o monóculo em outra luva, enquanto se estiver fixada com fita não é necessária uma nova luva.

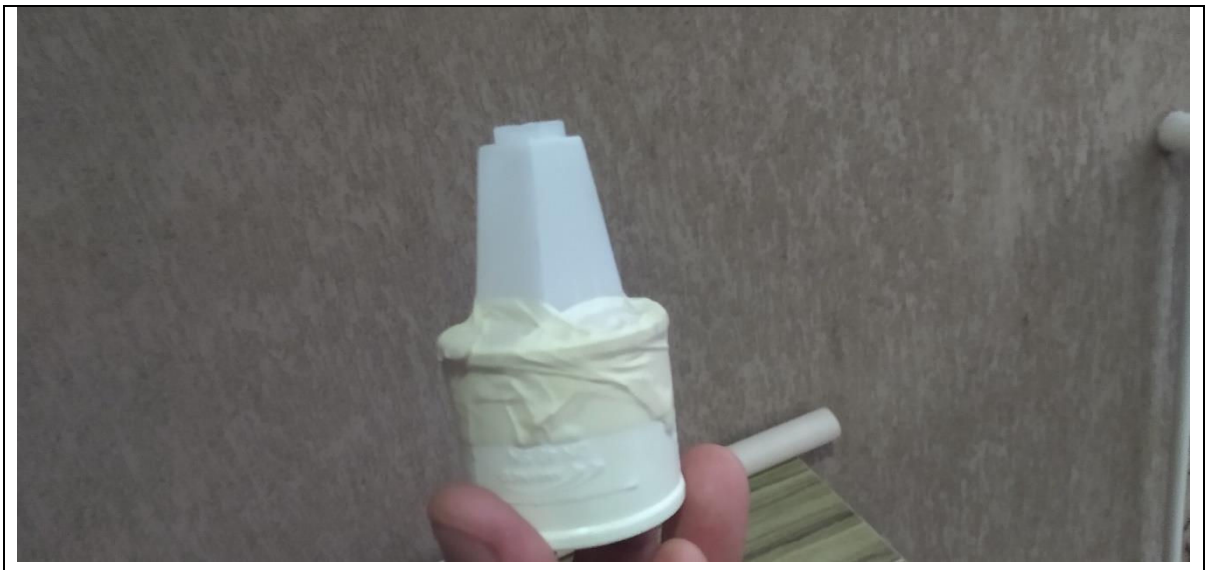


Imagem 20: Monóculo preso à luva com fita. Fonte: Próprio Autor.

Para fazer o encaixe da lente objetiva (lente de resina de 2° positivos) é bem mais simples. Basta coloca-la dentro da luva de 50mm com o lado convexo da lente virada para a parte interna da luva. Se ela estivar cortada com o diâmetro correto, a lente poderá ser colocada sem nenhuma dificuldade.

Imagem 21: Encaixando a lente objetiva na luva de 50mm. Fonte: Próprio Autor.

Não é necessário prender a lente com nenhuma fita, pois quando encaixarmos a luva no cano de 50mm, o próprio cano vai manter a lente presa.

**Finalizando a montagem**

Todas as partes individuais estão prontas, agora só falta encaixar todas as três partes. Basta encaixar cada luva em seu respectivo cano, certificando que os encaixes não possuem folgas, ou seja, devem estar em firmes para que nenhuma parte da luneta se solte durante o manuseio.

Imagem 22: As três peças da montagem separadas e posicionadas. Fonte: Próprio Autor.

Imagem 23: Luneta montada. Foto superior: luneta fechada. Foto inferior: luneta estendida ao máximo. Fonte: Próprio Autor.

Agora a luneta está pronta para ser utilizada nas observações.

**Algumas dicas úteis**

A luneta possui aparência bem simples, mas é bem funcional. É interessante como recurso didático enfeitar a luneta, colando adesivos ou pintando. Se quiser pintar a luneta, aconselho tinta do tipo spray, seca mais rápido e o resultado fica mais agradável nos canos. Lixe o

esmalte dos canos e pinte antes de montar. Ou, se já tiver sido feita a montagem desmonte a luneta, pinte-a e depois monte novamente.

A luneta também pode ser feita com cano de água no lugar do cano de esgoto. Ela fica bem mais robusta, mas é mais trabalhoso fazer os encaixes e a luneta fica substancialmente mais pesada, o que pode dificultar seu manuseio. É uma opção interessante para fazer um modelo mais robusto para servir de peça decorativa.

O monóculo não é uma lente objetiva muito boa, pois produz muita aberração cromática e cria uma área embaçada nas bordas de forma que somente no meio da imagem que é possível ver os objetos observados. Uma opção é usar uma segunda lente de resina com 1 grau positivo com diâmetro de 40mm. Nesse caso duas coisas precisam ser repensadas: 1. Como fixar a lente na luva de 40mm. 2. O comprimento da luneta para que o foco possa ser trabalhado. Talvez, com os canos de 30cm não seja possível focar de forma eficiente.

Os materiais para a confecção da luneta são fáceis de encontrar em qualquer loja de material de construção (canos, luvas, tinta spray e colas) ou em papelarias (fita crepe e fita esponjosa). Os materiais mais complicados são as lentes. Os monóculos podem ser encontrados com facilidade na internet, porém só são vendidos em conjuntos de 10, 15 ou 20 peças. As lentes de resina podem ser encomendadas em óticas ou em laboratórios ópticos, e representam a parte mais cara do material. Na minha região não encontrei nenhum laboratório que aceitasse encomenda por pessoa física, então tive que encomendar numa ótica regular, o que encareceu o produto. Portanto uma pesquisa de mercado se faz importante para essa compra.

Essa montagem teve base em um vídeo, do canal *Manual do Mundo*, no Youtube, que mostra como montar esse tipo de luneta. O vídeo está disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0&t=11s

**RELATO DA AULA**

A aula foi iniciada com a apresentação do material e com a fala de que "*hoje iriamos construir nossos próprios telescópios*". Os alunos foram divididos em grupos com 4 componentes, para que juntos pudessem fazer a montagem das lunetas. A primeira parte da montagem era que os alunos entendessem qual a disposição que as lentes precisavam ter para que, juntas, as duas lentes (objetiva e ocular) pudessem proporcionar a ampliação desejada.

Alguns minutos depois os grupos encontraram uma relação funcional entre as duas lentes. Nesse momento se inicia a oficina de confecção das lunetas, para que a ferramenta fosse montada de forma a conter as lentes nas posições que eles indicaram como correta. Fui, então, instruindo o passo a passo da construção das lunetas até que todos os grupos conseguiram montar suas lunetas.

Imagem 24: Alunos investigando a disposição das lentes. Fonte: Próprio Autor.

Por fim, com as lunetas em mãos, os estudantes procuraram alvos pela janela da sala para poderem observar com as lunetas, e conferir se a disposição das lentes que escolheram realmente resultava em uma imagem ampliada. Nesse momento auxilio os alunos a encontrarem o foco de suas respectivas lunetas e expliquei a eles os conceitos de foco da luneta e imagem bem definida, para que eles determinem a distância focal das lunetas enquanto continuam os testes.

Ao fim da aula digo a eles que as lunetas iriam ficar sobre sua tutela durante as duas próximas semanas e que os componentes dos grupos deveriam revezar o uso da luneta, para que possam usá-la para observar o céu. E como primeiro alvo eles deveriam se concentrar em observar a Lua com a luneta e registrar em seus diários as suas observações.

**DETALHES CRÍTICOS DA AULA**

A montagem das lunetas, em si, ocorreu de maneira bem mecânica. Mas as tentativas de entender a disposição das lentes foi uma parte importante do processo. Pois cada grupo tirou suas próprias conclusões, isso significa que nem todos os grupos posicionaram as lentes da mesma maneira. Compartilhando as lunetas e socializando a montagem entre os grupos os alunos conseguiram montar suas lunetas corretamente.

As discussões sobre o foco e imagem bem definida também tiveram um lugar importante na aula, pois permitiu aos alunos entenderem o funcionamento do instrumento, mas também relacionar as distorções das imagens quando observadas através de lentes de óculos, incorretas para suas visões, ou de janelas com vidros irregulares como lentes que não geram os efeitos desejados, do ponto de vista de melhorar a imagem.

Imagem 25: Alunos testando suas lunetas. Fonte: Próprio Autor.

Inicialmente eu queria que fosse possível que cada aluno tivesse sua própria luneta, porém o custo da confecção tornou isso inviável. A divisão em grupos para que pudessem ter a custódia compartilhada das lunetas, foi uma opção viável pois, a escola em que a SEI foi aplicada é uma típica escola de periferia. Isso significa que a maioria dos alunos são moradores do bairro em que a escola se encontra, ou dos bairros adjacentes. Portanto boa parte dos alunos moram próximos uns dos outros, então esse compartilhamento da luneta é de fácil execução. Em uma escola com público não centralizado esse tramite seria mais complicado, então necessitaria de uma estratégia diferente.

É importante dizer que a oficina de construção das lunetas foi planejada, propositalmente, sem um tripé. Um objetivo que tinha em mente era que os estudantes experienciassem algumas dificuldades de observação com a luneta sem um tripé para apoiar a luneta. Porém, as dificuldades que os estudantes encontraram foram maiores que o esperado, o que acabou desmotivando e frustrando muitos deles. Com essa experiência, acredito ser uma boa sugestão construir um tripé para as lunetas, seja junto com a construção da luneta, ou como uma atividade posterior. O auxílio do tripé poderia contribuir muito para as observações feitas pelos estudantes e enriquecendo a experiência e os processos de aprendizado que seguem nas próximas etapas.

| **SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO** |
| --- |
| Participação nas discussões e engajamento na confecção da luneta. |

# Etapa 4: Observação do Céu Noturno

| **OBJETIVOS** |
| --- |
| Familiarizar os estudantes com a prática da observação astronômica.<br>Elaborar Hipóteses. |

| CONTEXTUALIZAÇÃO |
| --- |
| O telescópio é uma ferramenta que se tornou um símbolo dos estudos do universo e desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento da Astronomia e da Ciência, como as conhecemos. No entanto, mesmo sendo um artefato científico muito conhecido, muitas pessoas nunca utilizaram um telescópio para observar o céu. Mas podemos incentivar essa prática científica e cultural. |

| NÚMERO DE AULAS |
| --- |
| Essa etapa foi planejada como 1 aula de campo |

| MATERIAIS |
| --- |
| Nenhum |

| SITUAÇÃO-PROBLEMA |
| --- |
| Que diferença podemos notar nas imagens quando observadas por diferentes telescópios? |

| RELATO DA AULA |
| --- |
| Essa aula se configurou como duas visitas no horário noturno. Uma visita ao Planetário de Vitória e outra visita ao Observatório Astronômico da UFES. A presença dos alunos nessa etapa não foi obrigatória, pois foi realizada fora do horário de aula.<br><br>Para a visita ao Planetário, foi feita uma contextualização de forma colaborativa com a disciplina de História a respeito das grandes navegações e uso das constelações para que os navegantes se guiassem em alto mar. Dessa forma assistimos uma sessão no Planetário chamada "O Céu de 1500" que conta, do ponto de vista astronômico, a viajem de Pedro Alvares Cabral de Portugal até o Brasil, em seu descobrimento. Apresentando as principais constelações usadas para referência e orientação nos hemisférios Norte e Sul, e demonstrando como elas podem ser utilizadas para mapear o céu.<br><br>Os alunos assistiram a sessão, que teve duração de aproximadamente 30 minutos, e depois puderam tirar dúvidas com o *Planetarista*, que prontamente respondeu suas dúvidas.<br><br>Depois da sessão do Planetário, nos dirigimos ao Observatório Astronômico onde os alunos poderiam utilizar os telescópios disponíveis. Nessa visita os alunos tiveram disponíveis para observar três telescópios (Três telescópios refletores de modelos/tamanhos diferentes, disponíveis no observatório) e uma luneta (telescópio refrator pessoal levado por mim). A atividade que eles desenvolveram nessa visita era observar a Lua e no mínimo um planeta por cada um dos telescópios presentes, prestando atenção no manuseio e nas diferentes características da imagem observada em cada telescópio, fazendo registros de fotos, vídeos e áudio para que pudessem compartilhar com os colegas, que não puderam estar presentes, e transformar essa experiência, vivida tanto no Observatório quanto no Planetário, em um relato escrito para seus diários de observação. |

**DETALHES CRÍTICOS DA AULA**

Essa SEI foi desenvolvida com alunos do horário matutino, portanto a visita ao Observatório teria que ser feita fora do horário de aula para atender o objetivo de observação. Pensando nisso, a aula não foi caracterizada como obrigatória, então foi feito um convite aos alunos para participarem dessa atividade. Como, em sua maioria, os alunos eram menores de idade o convite foi estendido à família, então os alunos poderiam convidar seus parentes para participar dessa visita, o que é uma opção interessante, pois a atividade passa a envolver, não só os alunos, mas também a comunidade. Poucos alunos compareceram, mas é importante compartilhar que estavam presentes representantes de todas as turmas, portanto o compartilhamento da experiência, que faz parte da próxima etapa não foi prejudicado.

Imagem 26: Fotos da visita ao Observatório da UFES. Fonte: Próprio Autor.

A visita ao Planetário foi previamente planejada com a professora de História para que pudéssemos fazer um paralelo colaborativo entre as disciplinas. Porém, essa visita estava planejada para ocorrer ainda na segunda etapa da SEI, mas por conta de um imprevisto com o processo de agendamento do espaço não foi possível realizar a visita naquele momento. Então replanejamos a visita de forma a ser incorporada nessa etapa. Essa estratégia funcionou bem para o desenvolvimento da SEI, mas se as visitas fossem em momentos diferentes elas poderiam ser melhor aproveitadas individualmente.

É importante deixar claro que as visitas só puderam ser feitas na mesma noite, pois o Observatório e o Planetário de Vitória, localizados nas dependências da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ficam a apenas alguns metros de distância. Facilitando muito a mobilidade entre os dois locais.

**SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO**

Como a aula não foi obrigatória sugiro não avaliar essa etapa. Apenas incentivar que os alunos participantes incluam essa experiência em seus diários de observação.

# Etapa 5: Socialização e debate aberto

| OBJETIVOS |
| --- |
| Reconhecer os fenômenos de refração e reflexão.<br>Dialogar e respeitar diferentes ideias e opiniões.<br>Desenvolver um posicionamento crítico e investigativo perante a situação problema. |

| NÚMERO DE AULAS |
| --- |
| Esse debate foi planejado para durar uma aula. |

| MATERIAIS |
| --- |
| • Lousa.<br>• Pincel.<br>• Computador.<br>• Projetor multimidia. |

| SITUAÇÃO-PROBLEMA |
| --- |
| Que tipo de fenômeno ocorre em cada telescópio para gerar imagens diferentes? |

| RELATO DA AULA |
| --- |
| Essa etapa de socialização e debate foi planejada para que os estudantes pudessem interagir e socializar suas experiências de observação, considerando que os dias, horários e objetos celestes a serem observados foram de escolha pessoal de cada aluno, como exceção das observações das fases da Lua e o Cruzeiro do Sul, que foram escolhidas como alvos iniciais para que os estudantes pudessem criar referências.<br>Nessa aula os estudantes foram convidados a compartilhar suas experiências de observações utilizando de seus diários, fotos, relatos, pesquisas, vídeos e qualquer outro registro que tenham feito durante o processo. Os estudantes que estiveram presentes na visita ao Observatório também foram estimulados a socializar sua experiência, já que nem todos estavam presentes, por ter sido uma atividade não obrigatória.<br>Foi problematizado, também, as diferenças entre as imagens observadas pelas lunetas confeccionadas e as observadas pelos telescópios no Observatório por meio do compartilhamento de imagens, que os estudantes presentes na atividade, capturaram. Com o objetivo de estimular um raciocínio crítico a respeito dos tipos e posições das lentes e espelhos em cada telescópio para introduzir os fenômenos de refração e reflexão de maneira mais formal na discussão. |

Imagem 27: Lua vista pelo telescópio durante a visita ao Observatório. Fonte: Próprio Autor.

Os alunos também usaram essa aula para perguntar uma série de dúvidas a respeito das observações e fenômenos astronômicos como a visualização da Lua ao longo dos dias ou eclipses.

Ao fim da aula os alunos entregaram seus diários de observação como parte da avaliação da SEI.

| **DETLHES CRÍTICOS DA AULA** |
| --- |
| A proposta de fazer um debate a respeito das experiências de observação certamente é uma boa escolha, pois ela proporciona aos alunos compartilharem as estratégias e referências que desenvolveram durante seu processo de aprendizagem. Ao dar a eles liberdade para escolherem quando, onde e como fazer suas observações, dificilmente as experiências serão iguais, então eles podem contribuir com a pratica dos outros.<br><br>Infelizmente o desenvolvimento da aula não foi como planejado, pois, em poucos momentos houve uma postura investigativa da minha parte. Porém, a aula teve seu caráter próprio, em boa parte como uma aula de tira-dúvidas, que permitiu os alunos a ampliarem seu repertório conceitual a respeito de vários fenômenos que ainda tinham dúvidas. O situação-problema a respeito dos fenômenos de refração e reflexão não foram trabalhados devidamente, pois a aula tomou um outro rumo. Mas isso não é um problema, pois esses fenômenos foram abordados nas aulas seguintes. |

Os diários vieram repletos de relatos interessantes e de maneiras bem diferenciadas. Cada aluno tinha a liberdade de fazer o registro da maneira que achasse melhor, então não houve um padrão para os relatos, abrindo espaço para a criatividade.

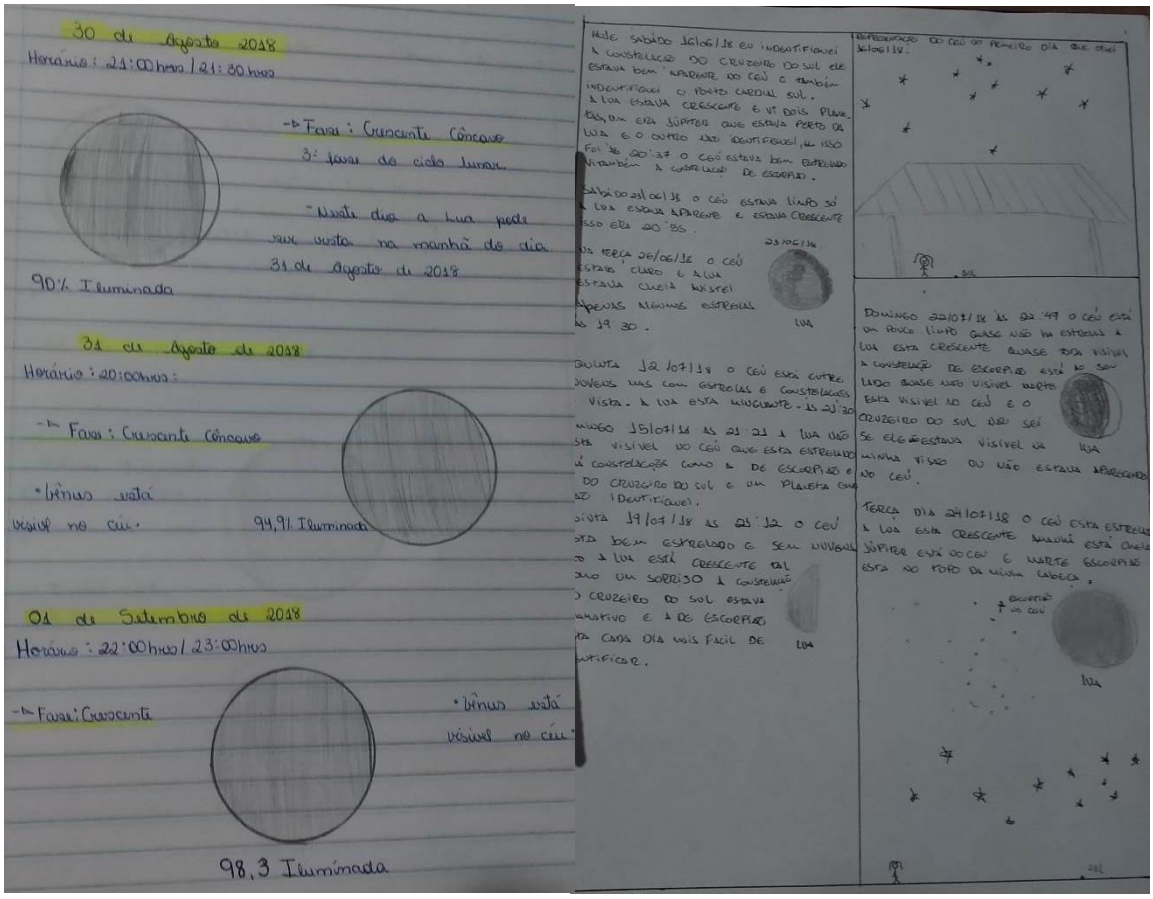
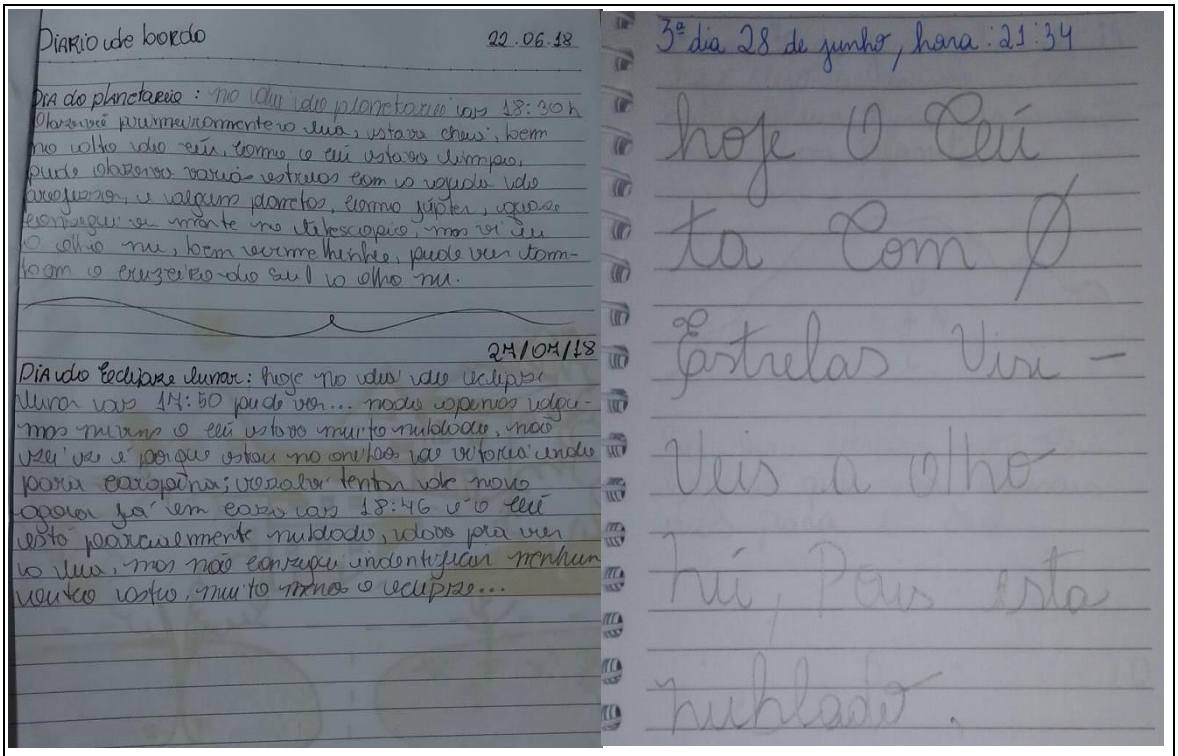



Imagem 28: Relatos sobre a Lua. Fonte: Próprio Autor.



DIARIO de bordo 22.06.18

DIA do planetario: no dia do planetario às 18:30 h observei primeiramente a lua, estava cheia, bem no alto do céu, como o céu estava limpo, pude observar várias estrelas com a ajuda da luneta, e alguns planetas, como júpiter, aquele esbranquiçado mais no telescopio, mas se eu olho nu, bem vermelhinho, pude ver também o cruzeiro do sul a olho nu.

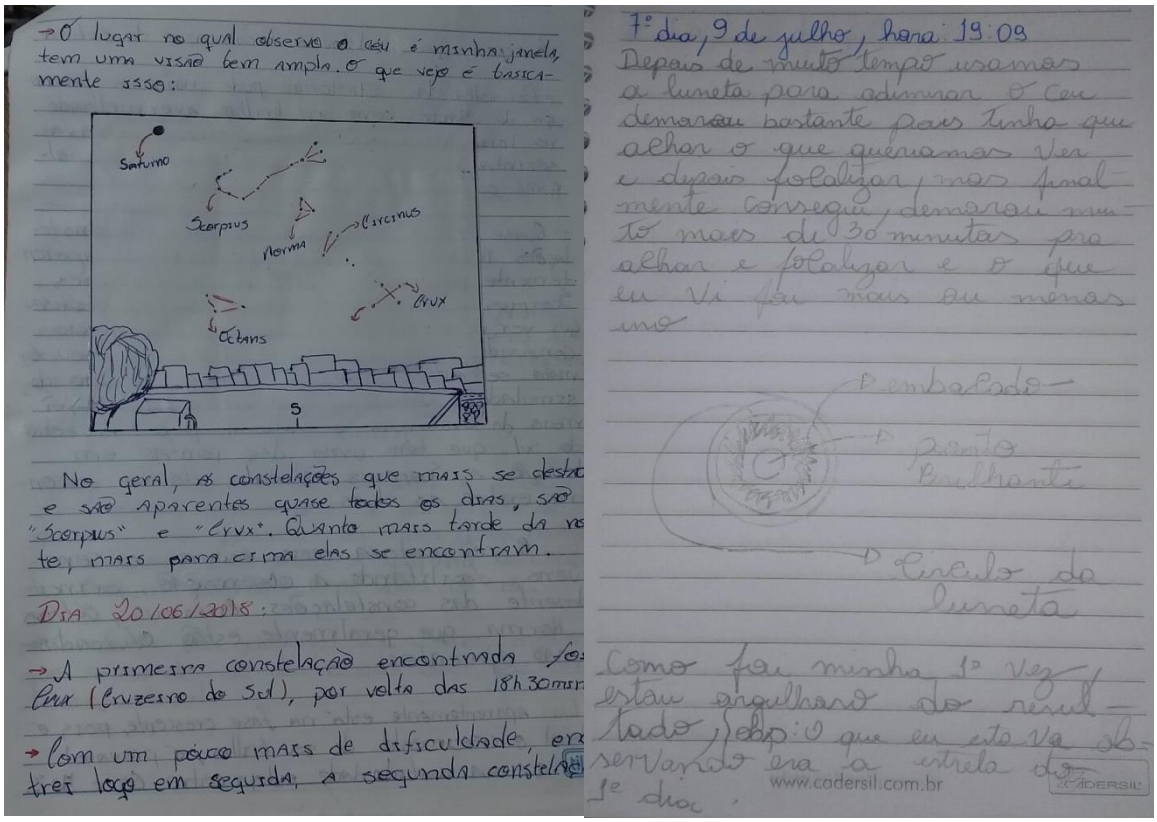
24/04/18

DIA do Eclipse lunar: hoje no dia do eclipse lunar às 14:50 pude ver... nada apenas algumas nuvens o céu estava muito nublado, não sei se é porque estou no centro da cidade indo para europa; vezes tentar de novo agora já em casa às 18:46 o céu está parcialmente nublado, dava pra ver a lua, mas não consegui identificar nenhum vestígio, muito menos o eclipse...

3º dia 28 de junho, hora: 21:34

hoje o Céu ta Com Ø Estrelas Visi-veis a olho nú, Pois esta nublado.

Imagem 29: Relatos sobre o Planetário, eclipse e dias nublados. Fonte: Próprio Autor.



→ O lugar no qual observo o céu é minha janela, tem uma visão bem ampla. O que vejo é basicamente isso:



No geral, as constelações que mais se destac e são aparentes quase todos os dias, são "Scorpius" e "Crux". Quanto mais tarde da no te, mais para cima elas se encontram.

DIA 20/06/2018:

→ A primeira constelação encontrada foi Crux (Cruzeiro do Sul), por volta das 18h30min

→ Com um pouco mais de dificuldade, en trei logo em seguida, a segunda constelaç

7º dia, 9 de julho, hora: 19:09

Depois de muito tempo usamos a luneta para admirar o Ceu demorou bastante pois tinha que achar o que queriamos ver e depois focalizar, mas final mente consegui, demorou muito mais de 30 minutos pra achar e focalizar e o que eu vi foi mais ou menos isso



Como foi minha 1º vez estou orgulhoso do resul tado, obs: o que eu esto va observando era a estrela do 1º dia.

www.cadersil.com.br
CADERSIL

Imagem 30: Relatos sobre as constelações e uso da luneta. Fonte: Próprio Autor.

| **SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO** |
| --- |
| Participação nas discussões e avaliação do Diário de Observações. |

# Etapa 6: Sistematização dos fenômenos ópticos

| OBJETIVOS |
| --- |
| Compreender o fenômeno de refração.<br>Elaborar e testar hipóteses.<br>Construir modelos explicativos. |

| NÚMERO DE AULAS |
| --- |
| Etapa elaborada para durar duas aulas. |

| MATERIAIS |
| --- |
| • Lousa.<br>• Pincel.<br>• Conjunto óptico, com lentes e fonte luminosa. |

| SITUAÇÃO-PROBLEMA |
| --- |
| Como o fenômeno de refração influencia na formação da imagem da luneta? |

| RELATO DA AULA 1 |
| --- |
| A primeira aula se inicia como o questionamento de como a luneta que construímos funciona. Prontamente os alunos respondem que as lentes é que fazem a luneta ser capaz de ampliar a imagem que observamos. Nesse momento peço aos alunos para fazer em uma folha um modelo explicativo de como eles acham que as lentes influenciam na luz que passa por dentro dela, formando assim a imagem.<br><br>Após os alunos fazerem seus modelos explicativos individuais, eu os convido a usar novamente o conjunto óptico para simular o funcionamento da luneta. O problema é apresentado da seguinte maneira: *O objetivo da atividade é o seguinte, a fonte está emitindo três feixes de luz. No aparato dá pra ver esses três feixes, porém eles estão espalhados, mais grossos e com bordas coloridas. Vocês podem usar as lentes que quiserem e na ordem que acharem melhor para interferirem no nos feixes para que eles sejam vistos no anteparo nítidos, sem bordas coloridas e maiores que os feixes originais.*<br>Os alunos então iniciam uma investigação para resolver o problema, estudando e testando as lentes para descobrir qual a combinação de lentes pode fazer o que foi pedido. Ao longo da investigação os alunos utilizam de um dos modelos que fizeram antes de iniciar o processo para ajuda-los a atingir o objetivo. Sempre dialogando a respeito do problema enquanto eu estabeleci uma mediação por meio dos instrumentos que eles tinham em mãos e os conceitos e experiências que os alunos sinalizavam durante a investigação. |

Imagem 31: Solução encontrada pelos estudantes. Fonte: Próprio Autor.

Ao fim da aula os alunos conseguem montar um modelo que atende as especificações do problema.

**DETLHES CRÍTICOS DA AULA 1**

É importante sinalizar que a criação de um modelo explicativo antes de iniciar a investigação com as lentes é importante para que todos pensem a respeito de uma solução para o problema, que mesmo estando errada a princípio, pois com o diálogo e o desenvolvimento da investigação o modelo irá se reconstruindo numa ação social ocasionada pelo teste das hipóteses e pela troca de ideias entre os alunos.

Os estudantes optaram por seguir um modelo que representava a ideia inicial da maioria, uma escola democrática. Mas só tomaram essa iniciativa no momento que eu questionei a respeito dos modelos criados.

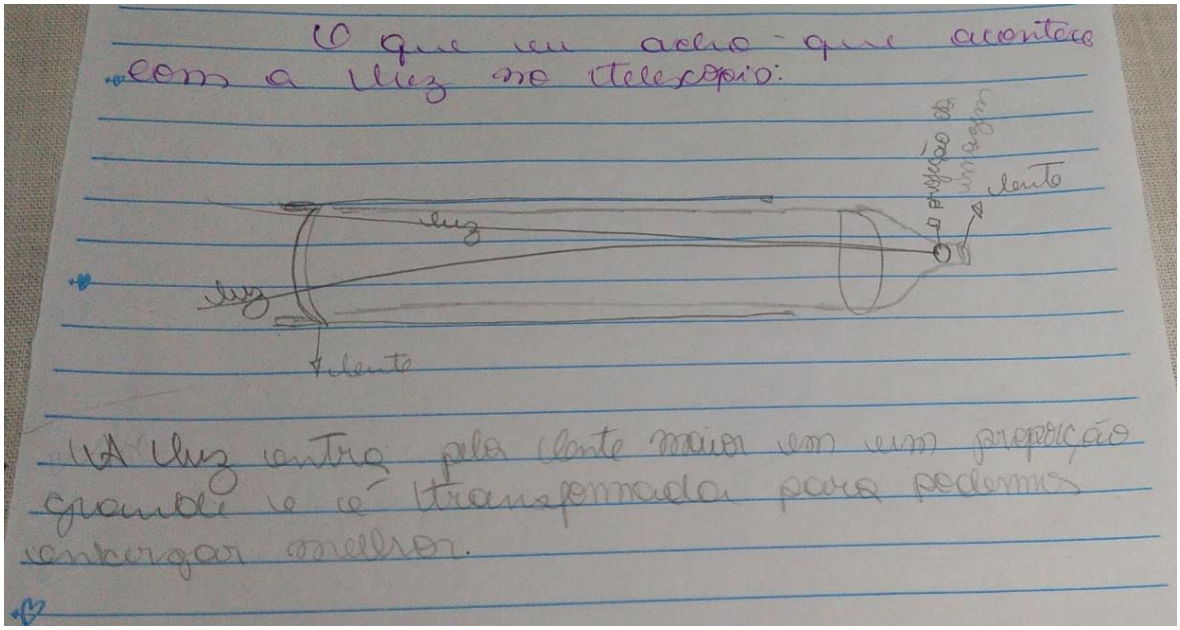



Imagem 32: Modelo seguido pelos alunos. Fonte: Próprio Autor.

A princípio o modelo continha alguns problemas, mas esses problemas foram identificados e

contornados pelos alunos ao longo da investigação.

Acho fundamental comentar a respeito do acerto ou não do modelo explicativo. Nesse caso os alunos construíram um modelo correto, lembrando que existem várias outras possibilidades de se responder ao problema. Mas se os estudantes não tivessem chegado a um modelo correto até o fim da aula, isso não deve ser encarado como um problema. Pois, num próximo momento eu, enquanto professor, faço a sistematização da atividade. Caso o modelo não estivesse correto, isso não diminui a qualidade da investigação, pois com o modelo errado podemos problematizar os elementos que estão faltando ou confusos e assim construir, junto com os alunos, um modelo correto. Tendo o potencial de proporcionar uma exploração rica dos conceitos e construindo o conhecimento ao longo do processo.

Para essa atividade, eu só possuía um conjunto óptico disponível. Então todos os alunos tiveram que se reunir ao redor da mesa do professor para observar e participar. Como as turmas não eram grandes, isso não atrapalhou o processo de investigação. Mas se for possível usar mais de um conjunto óptico e dividi-los em grupos menores, pode potencializar a atividade e, consequentemente, a discussão durante a sistematização.

**RELATO DA AULA 2**

A aula se inicia retomando o problema e apresentando a solução que os próprios alunos construíram. Durante essa aula eu sistematizei a atividade investigativa realizada na aula anterior, utilizando as ideias, os elementos, as hipóteses e o modelo que fizeram parte dos questionamentos e discursos dos alunos ao longo da investigação. É importante não descartar as construções e validações que os alunos fazem, mesmo as não corretas, na realização da sistematização afinal de contas estamos tentando construir conhecimento em conjunto, portanto valorizar a participação e o desenvolvimento dos alunos é primordial para essa construção conceitual.

Durante a sistematização esclarecemos conceitos como distância focal, aberração cromática, os tipos de lentes e a caracterização do fenômeno da refração.

Imagem 33: Sistematização da atividade. Fonte: Próprio Autor.

Originalmente essa etapa foi elaborada para apenas uma aula, onde os alunos resolveriam a situação-problema e em seguida eu faria a sistematização. Porém a tarefa se mostrou longa

| |
|---|
| demais para apenas uma aula de 50 minutos, por isso foi necessário a segunda aula. Adimito que nesse caso, foi uma extensão necessária. As interações da atividade investigativa e o numero de elementos e interações que fizeram parte da sistematização, definitivamente foi demasiado para uma unica aula. Sistematizar uma atividade em uma aula diferente pode não ter o mesmo efeito que tem ao ser feita na mesma aula, mas para resolver esse problema, antes de iniciar a sistematização eu retomei o problema, reapresentei o modelo que eles seguiram e refiz, de forma ágil, o modelo construido por eles. Assim evitamos perder elementos que eles usaram para resolver o problema, para que a sistematização possa ser feita com qualidade. |

| **SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO** |
|---|
| Construção dos modelos explicativos individuais e participação nas interações para solução da situação-problema. |

# Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. **Ensino de Ciências unindo a pesquisa e a prática**, p. 19, 2004.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CARVALHO, AMP de. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning**, p. 1-20, 2013.

COELHO, Geide Rosa; AMBRÓZIO, Rosa Maria. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019.

DA SILVA BARCELLOS, Leandro et al. A Mediação Pedagógica de uma Licencianda em Ciências Biológicas em uma Aula Investigativa de Ciências Envolvendo Conceitos Físicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 37-65, 2019.

DRIVER, Rosalind et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química nova na escola**, v. 9, n. 5, p. 31-40, 1999.

MARTINS, Onilza Borges; MOSER, Alvino. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. **Revista Intersaberes**, v. 7, n. 13, p. 8-28, 2012.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em ensino de ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

SÁ, EF de et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. **Atas do VI ENPEC-Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1, 2007.

SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning**, p. 41-62, 2013.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

# Apêndice I

**Links dos programas e vídeos**

Stellarium

SkyView

SkyMap

StarRover

StarWalk2

Vídeo tutorial de como montar a luneta

# Anexo I

# Os primeiros anos de observação de Galileu:

**Observações telescópicas de Galileu entre 1609 e 1610**
O telescópio de Galileu

Apesar de existirem controvérsias sobre quem teria inventado o telescópio, é absoluto consenso que cabe a Galileu Galilei o crédito de tê-lo imortalizado como instrumento astronômico, iniciando de forma revolucionária o processo de ampliação de nossa visão do universo e da própria humanidade.

Em maio de 1609, Galileu ouviu falar de um "instrumento para olhar coisas a distância", constituído por um tubo com uma lente em cada extremidade,

que um a um fabricante de óculos holandês chamado Hans Lippershey teria inventado no ano anterior.

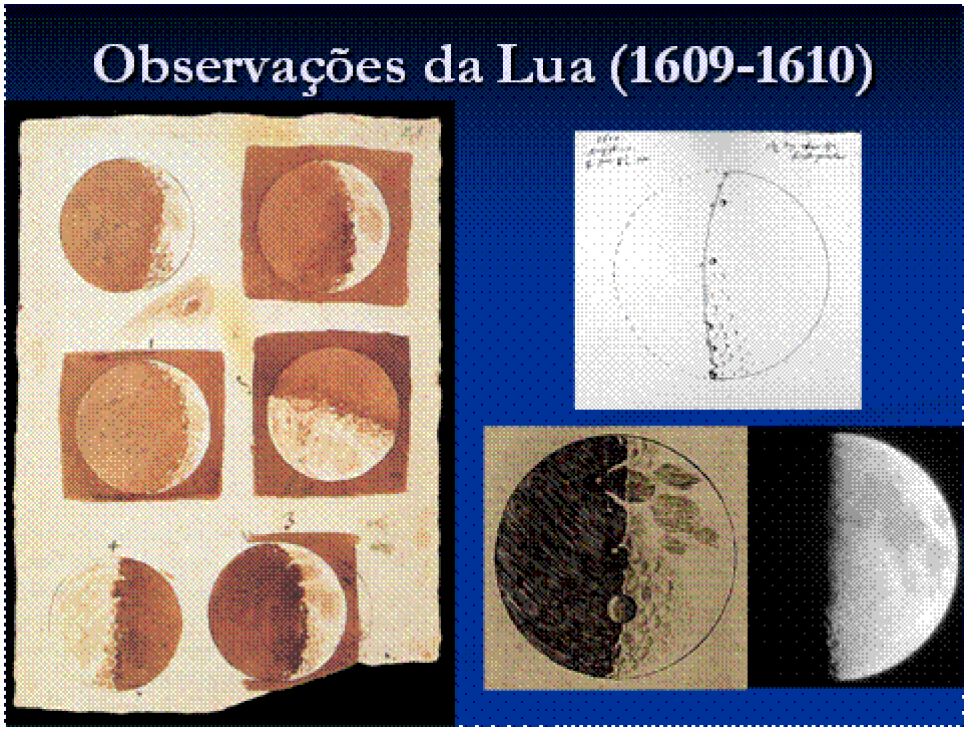
Sem nunca ter visto o aparelho de Lippershey, Galileu construiu seu primeiro telescópio (que ele chamava *perspicillum)* em junho, com um aumento de 3 vezes; rapidamente aprimorou-o e em novembro já tinha um telescópio com um aumento de 20 vezes, muito mais potente e nítido que qualquer outro existente nessa época. Com esse intrumento ele começou, ainda nesse mes, as meticulosas observações que marcaram o início da astronomia moderna.

Os telescópios mais potentes construídos por Galileu chegaram a um aumento de 30x.

Um dos dois únicos telescópios galileanos remanescentes dos vários que Galileu construiu. O tubo principal, com 1273 mm de comprimento, consiste de dois tubos semicilíndricos presos com fio de cobre, tudo envolto em papel. A objetiva é uma lente biconvexa de 51 mm de diâmetro; a ocular é uma lente plano-convexa de 26 mm de diâmetro. Tem aumento de 14x e campo de visão de 15minutos de arco, aproximadamente metade do diâmetro da Lua cheia. Acervo do Instituto e Museu de História da Ciência, em Florença.

Em maio de 1610 publicou um pequeno livro de astronomia, o "Sidereus Nuncius"("A Mensagem das Estrelas"), que o tornou famoso. Nele relata em detalhes as observações feitas entre fim de 1609 e início de 1610, que resultaram em suas descobertas sobre o relevo da Lua, a composição estelar da Via Láctea e os satélites de Júpiter. No livro, ele se refere aos satélites de Júpiter como "quatro planetas até então nunca vistos", e os chama "Medicea Sidera" (Astros Mediceus) em homenagem a Cósimo de Médici, grão-Duque da Toscana, a quem dedica o livro.

A lente objetiva do telescópio com que Galileu fez as primeiras observações sobre o relevo lunar, as estrelas da Via Láctea e os satélites de Júpiter, publicadas no “Sidereus Nuncius”. A lente, em uma moldura de ébano e marfim, está exposta no Instituto e Museu de História da Ciência, em Florença.




Observações da Lua

Ao apontar seu “perspicillum” para a Lua, em novembro de 1609, Galileu mostrou

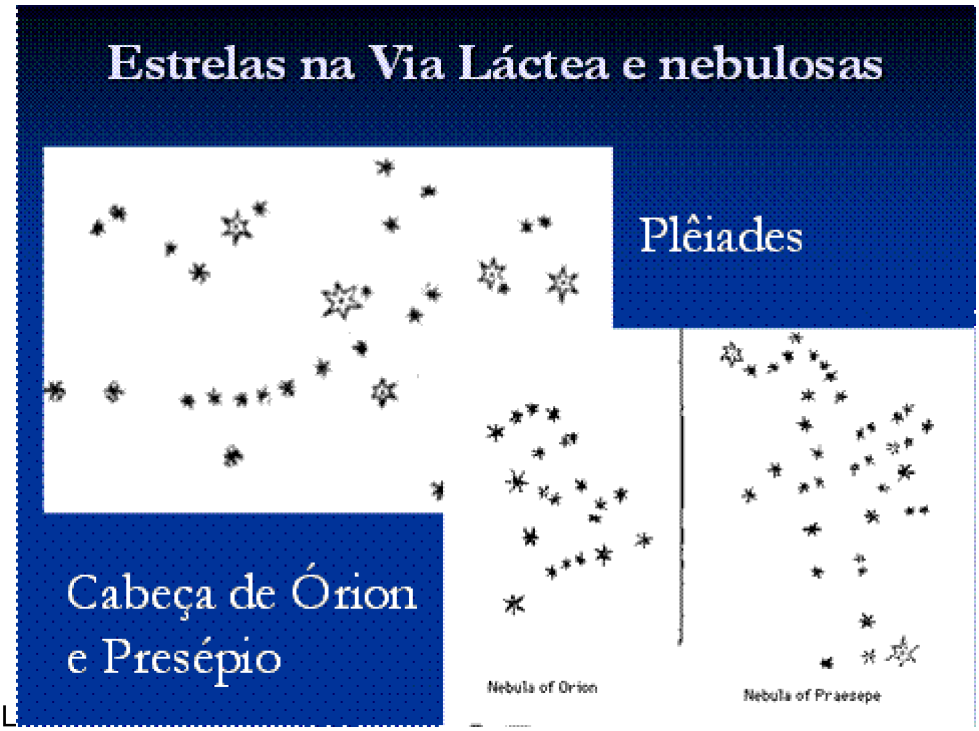
que a superfície da Lua não era "polida, regular e de uma esfericidade perfeita”, mas sim “áspera e irregular, cheia de vastas proeminências e cavidades profundas”, à semelhança da superfície da própria Terra.

Até então, a ciência era dominada pelo modelo aristotélico, segundo o qual todos os corpos celestes, inclusive a Lua, eram esferas lisas livres de imperfeições. As manchas escuras visíveis desde sempre da superfície da Lua eram atribuídas a regiões que refletiam e absorviam a luz de maneira diferente, mas não poderiam jamais ser reentrâncias e saliências... Ao afirmar que a Lua tinha montanhas e crateras, tal como a Terra, Galileu pôs em xeque a perfeição dos corpos celestes e consequentemente a infalibilidade dos ensinamentos aristotélicos.

Na figura acima, os desenhos da esquerda são originais de Galileu, em aquarela, mostrando a Lua em diferentes fases, como vista em suas observações feitas entre outubro de 1609 e janeiro de 1610, e evidenciam a superioridade do telescópio de Galileu frente aos de seus contemporâneos, como pode ser visto pela comparação com o desenho superior da esquerda, feito pelo astrônomo inglês Thomas Harriot, em 1609 (de acordo com alguns historiadores, meses antes das observações de Galileu).

As figuras do canto inferior direito do painel são um desenho da Lua como aparece no Sidereus Nuncius, em comparação com uma fotografia da Lua. Não existe consenso sobre a razão pela qual Galileu exagerou tanto no tamanho da cratera mostrada.

Não se sabe se o exagero foi proposital, com o intuito de salientar o efeito da sombra na cratera (ele conhecia a importância da sombra para dar a noção da profundidade) ou se foi uma incorreção causada pelo pequeno campo visual do telescópio de Galileu, que não abrangia toda a superfície da Lua, obrigando-o a fazer um desenho em mosaico.

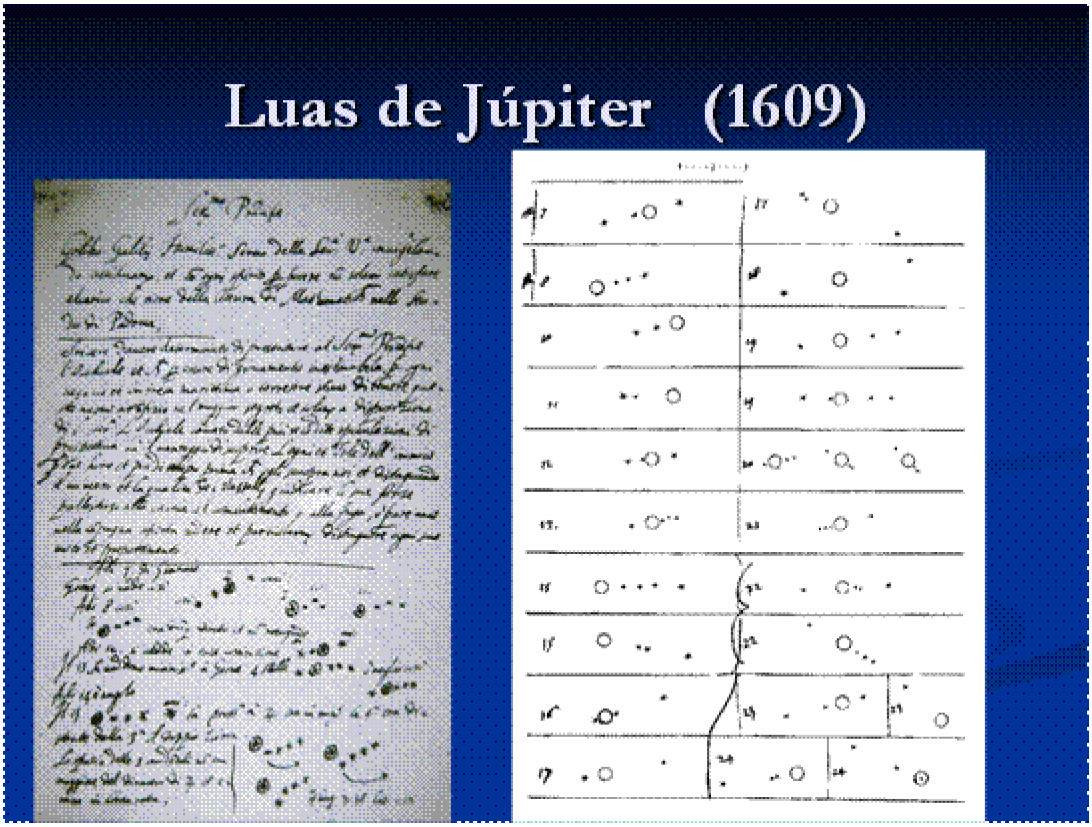



Galileu foi o primeiro a observar objetos celestes difusos, então agrupados sob o nome comum de nebulosas. Ficou espantado pelo imenso número de estrelas que apareciam ao seu telescópio e que não podiam ser vistas a olho nu. Descobriu que a Via Láctea, percebida até então como uma “nebulosidade esbranquiçada", era constituída por uma infinidade de estrelas.

Galileu notou que mesmo através do telescópio as estrelas continuavam aparecendo como pontos de luz, sugerindo que elas estavam a enormes distâncias da Terra.

Isso explicava por que os astrônomos não conseguiam detectar a paralaxe das estrelas, que seria esperada estando a Terra em movimento.

Desenho das Plêiades, como apresentado no Sidereus Nuncius. A olho nu pode-se ver somente 7 dessas estrelas.

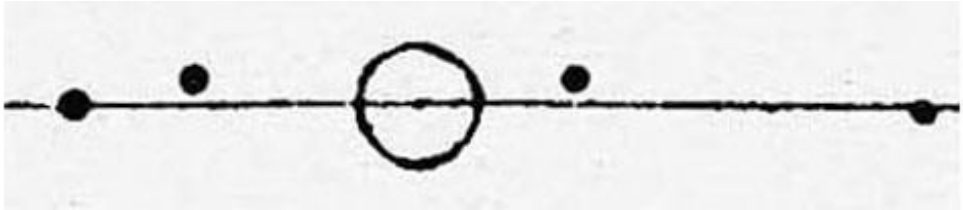



No final de 1609, Júpiter estava em oposição e era o objeto mais brilhante do céu noturno, depois da Lua. Galileu estava então terminando suas observações da Lua e voltou sua atenção para Júpiter.

Nos dias 7 e 8 de janeiro de 1610, notou perto de Júpiter três pequenos pontos brilhantes, que mudavam de posição de uma noite para outra.

Na noite do dia treze do mesmo mês, observou que os pontos brilhantes se movendo em torno de Júpiter eram quatro. Depois de algumas semanas de observações ele concluiu que os corpos que descreviam círculos menores ao redor de Júpiter se movimentavamm mais rápido do que aqueles que faziam círculos maiores (como Mercúrio e Vênus ao redor do Sol. Os satélites de Júpiter provavam a existência de corpos celestes girando em torno de um planeta diferente da Terra, em contradição com o sistema geocêntrico.

As ilustrações do painel acima são anotações de Galileu sobre observações telescópicas de Júpiter feitas entre janeiro e fevereiro de 1610; abaixo uma ilustração dos satélites de Júpiter, como publicado no “Sidereus Nuncius” (1610).



Em seu livro *Sidereus Nuncius* (Mensageiro das Estrelas), em que relata as suas descobertas sobre o relevo da Lua, a composição estelar da Via Láctea e os satélites de Júpiter, Galileu se refere aos satélites de Júpiter como "quatro planetas até" então nunca vistos", e os chama "Medicea Sidera" ( Astros Mediceus) em homenagem a Cósimo de Médici, grão-Duque da Toscana, a quem dedica o livro.

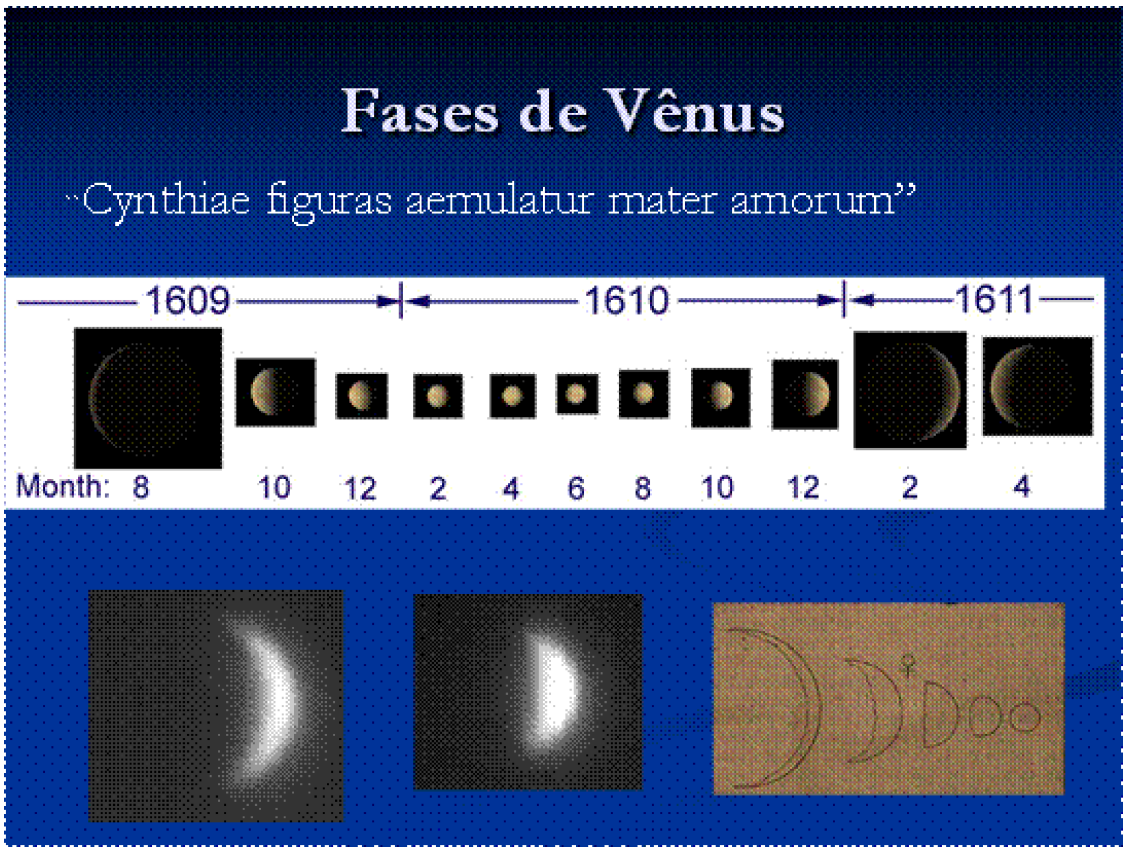
(Os nomes Io, Europa, Ganimede e Calisto, pelos quais esses satélites são conhecidos, foram dados pelo astronômo alemão Simon Marius, que os observou praticamente à mesma época que Galileu.)

A publicação do Sidereus Nuncius foi inicialmente recebida com desconfiança pelos cientistas aristotélicos, que negavam a existência dos satélites de Júpiter e recusavam-se a olhar pelo telescópio, alegando que ele produzia efeitos caleidoscópicos. Apesar disso, No entanto, Kepler, que já era dos astrônomos mais respeitado da época, deu imediato aval às descobertas de Galileu, enviando-lhe uma carta confirmando a existência dos satélites.

O livro se tornou um enorme sucesso e Galileu ficou famoso em toda a Europa.

Como recompensa pelas descobertas (e certamente tocado pela homenagem recebida tendo seu nome nos satélites de Júpiter), Cósimo de Médice chamou Galileu para Florença para ser nomeado Filósofo e Matemático do Grão Duque da Toscana, um cargo de grande prestígio, excelente salário, e sem obrigação de lecionar.

**Observações entre 1610-1613**




Fases de Vênus:

Na segunda metade do ano de 1610 Galileu observou Vênus e percebeu que o planeta passa por um ciclo de fases, tal como a nossa Lua: no início de suas observações, em agosto ou setembro, o planeta tinha a aparência como um pequeno disco; em dezembro já aparecia como uma meia-lua em miniatura. (Anunciou sua descoberta em uma carta enviada para o embaixador de Toscana em Praga, Giuliano de Médice, em 1.o de janeiro de 1611, em que revela o anagrama anteriormente enviado, o qual diria "A mãe do amor (Vênus) simula as fases da Lua". Afirma ainda que as fases de Vênus lançam luz sobre duas questões importantes:

(1) que todos os planetas são opacos por natureza e

(2) que Vênus orbita o Sol.

A descoberta das fases de Vênus constituíra um dos mais importantes argumentos a favor da teoria copernicana, pois provavam que Vênus não poderia estar sempre entre a Terra e o Sol, como propunha o modelo ptolomaico. Galileu considerou que constituíam uma prova de que Vênus orbitava o Sol, além de provar também que os planetas eram corpos opacos por natureza, e que brilhavam por refletir a luz do Sol.

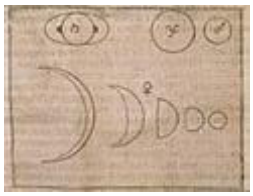
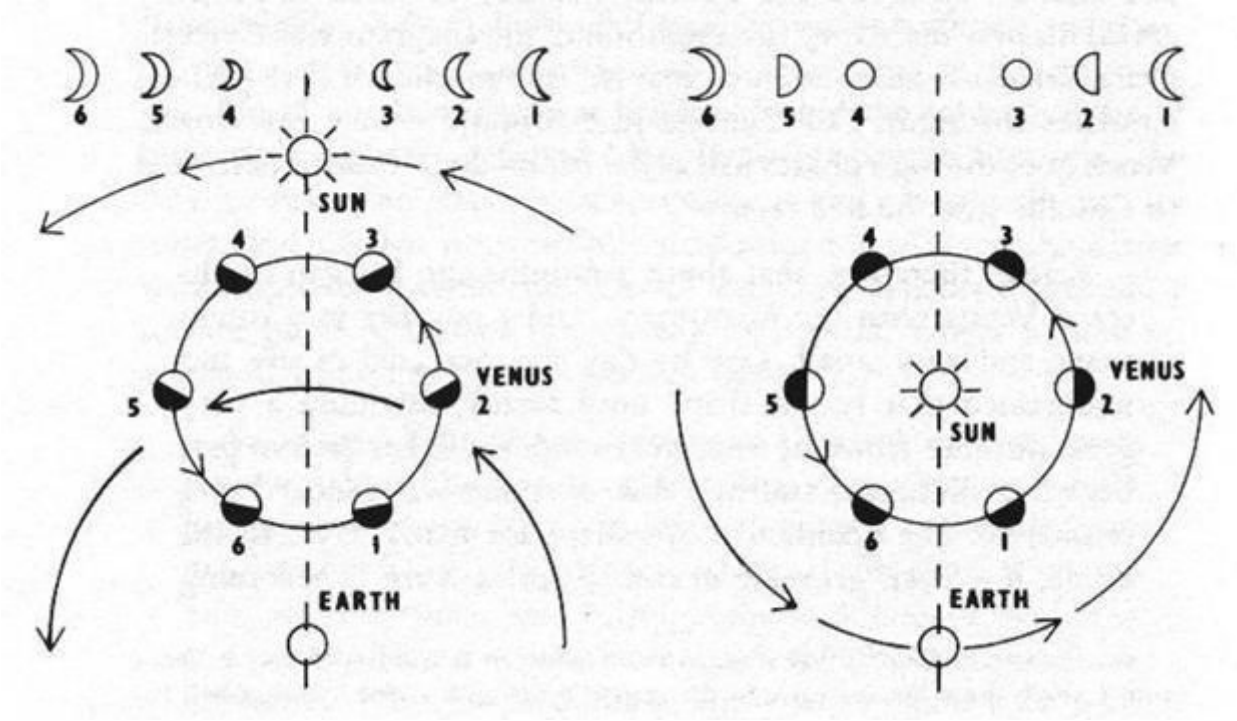
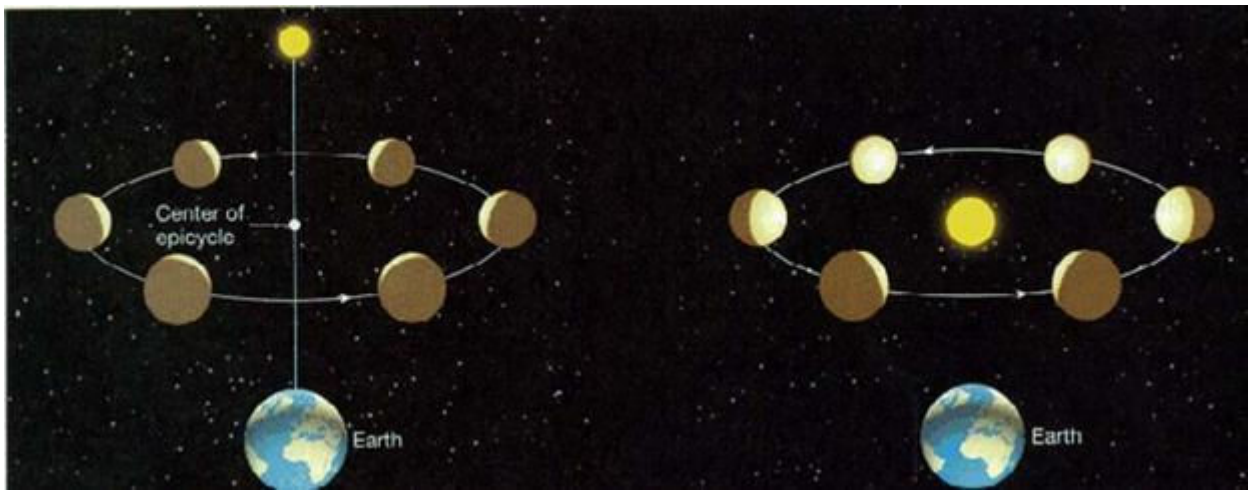


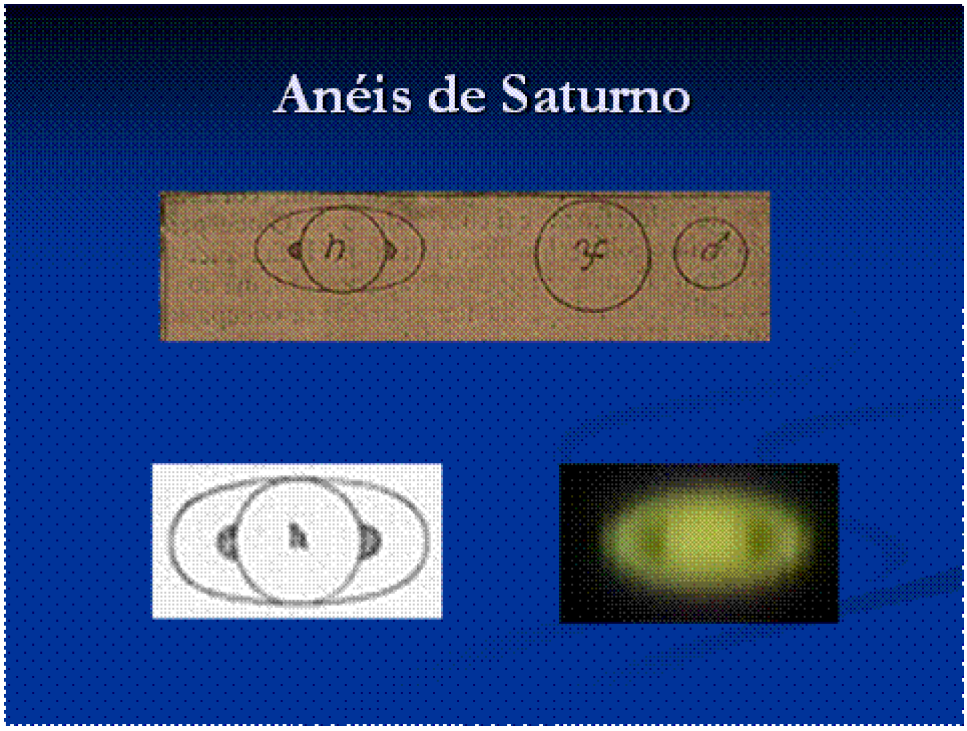
Ilustração de Saturno, Júpiter, Marte e Vênus com suas fases, publicado no “Il Saggiatore” em 1623.




http://www.pacifier.com/~tpope/Venus_Page.htm

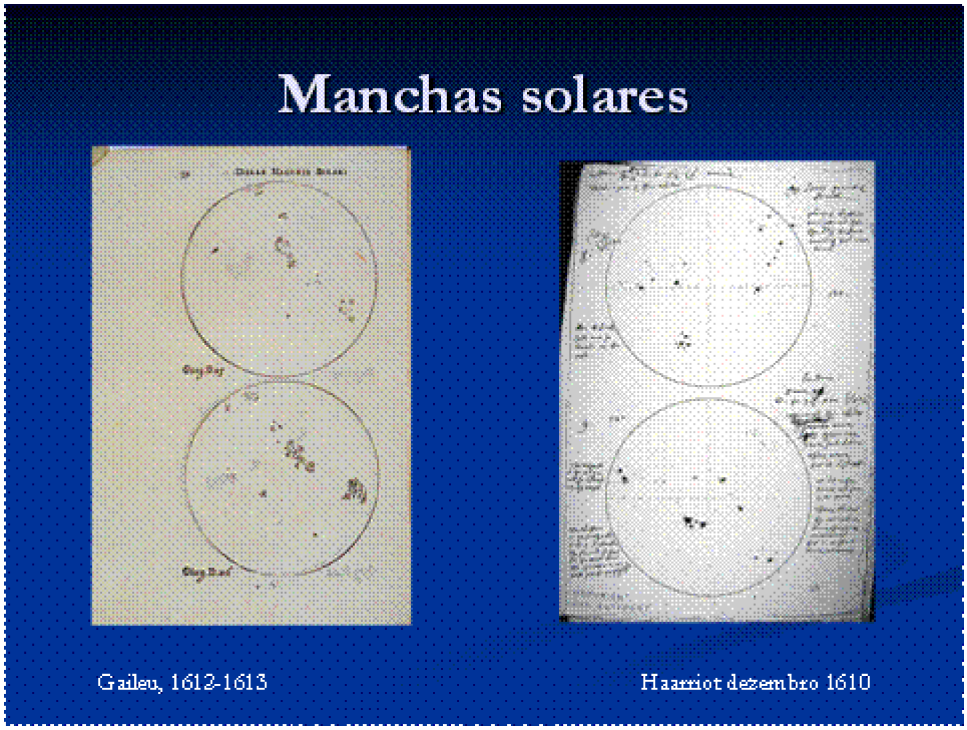
diagrama do ciclo de fases de Vênus entre a conjunção superior em 1610 e a conjunção superior em dezembro de 1611. De acordo com o modelo geocêntrico (esquerda), visto da Terra. Vênus sempre apareceria como um crescente; no modelo heliocêntrico (direita) as fases de Vênus o ciclo completo fica explicado.






Observações de Saturno:

Observando Saturno, Galileu notou que o planeta apresentava um apêndice de cada lado, como se fosse um planeta triplo. Somente em 1656 Christian Huygens explicou que eram anéis.




Manchas solares

Em 1611, Galileu começou suas observações do Sol (o que ele fazia por projeção), notando a existência de regiões escuras que pareciam se mover em sua superfície. Essas manchas também foram observadas independentemente, ao mesmo tempo que Galileu, por Thomas Harriot, por Johann Fabricius e por Christoph Scheiner.

Schreiner sustentava que eram "satélites" do Sol; Galileu concluiu corretamente que eram fenômenos na superfície do Sol e a partir do seu movimento deduziu que o Sol gira em torno do próprio eixo em um período de aproximadamente um mês lunar.

Em 1613 publica, através da Academia del Lincei, ***Istoria intorno alle macchie*** (História sobre as manchas solares), em que argumenta que a existência das manchas demonstra a rotação do Sol.

Nesse ano, entre em disputa com Schreiner sobre a autoria da descoberta das manchas solares.

Como Schreiner era um padre jesuíta, a disputa acaba colocando os jesuítas e a Inquisição contra Galileu. Após um longo processo o Cardeal Roberto Bellarmino lê a sentença do Santo Ofício de 19 de fevereiro de 1616, proibindo-o de difundir as ideias heliocêntrica.