



Sequência de ensino Investigativa



Observações Astronômicas



Rodolfo Sant' Ana Silva
Geide Rosa Coelho



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 teórico.....	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 a 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 AMBÓSIO, 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 minicientista, imitando toda a prática científica 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 Ambrósio (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 AMBRÓSIO, 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.

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.
- Projetor multimídia.
- Globo terrestre.
- Lanterna de celular.
- Mesa arredondada.
- 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/>

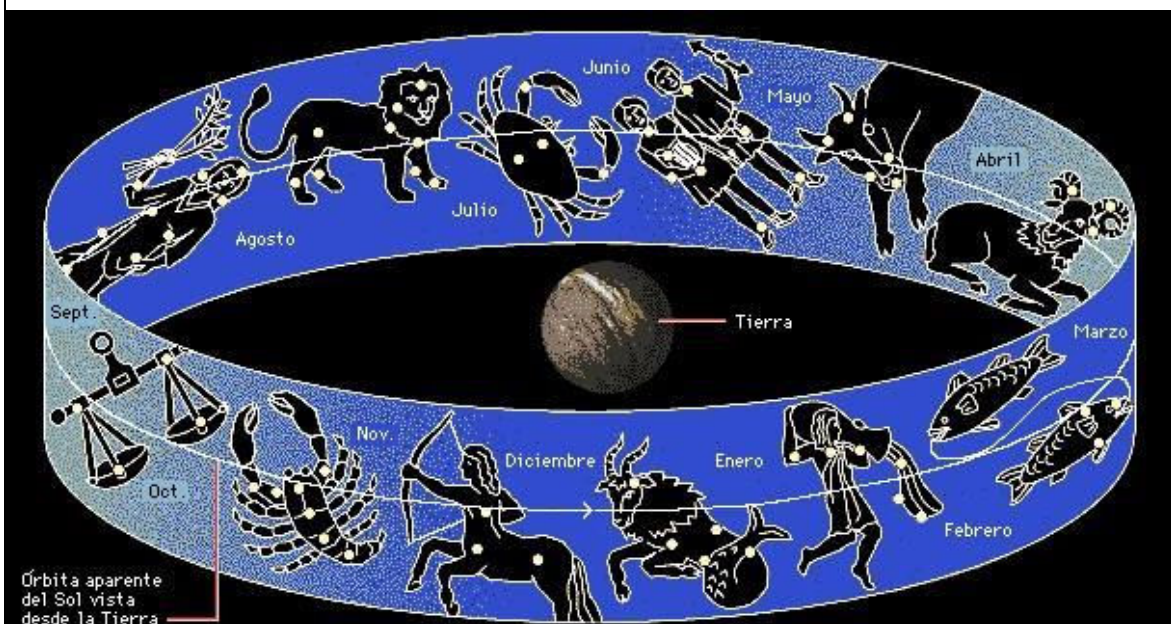


Imagem 2: Circulo zodiacal. Caminho aparente que o Sol faz pelas constelações.

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 foram 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 íntegra 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.

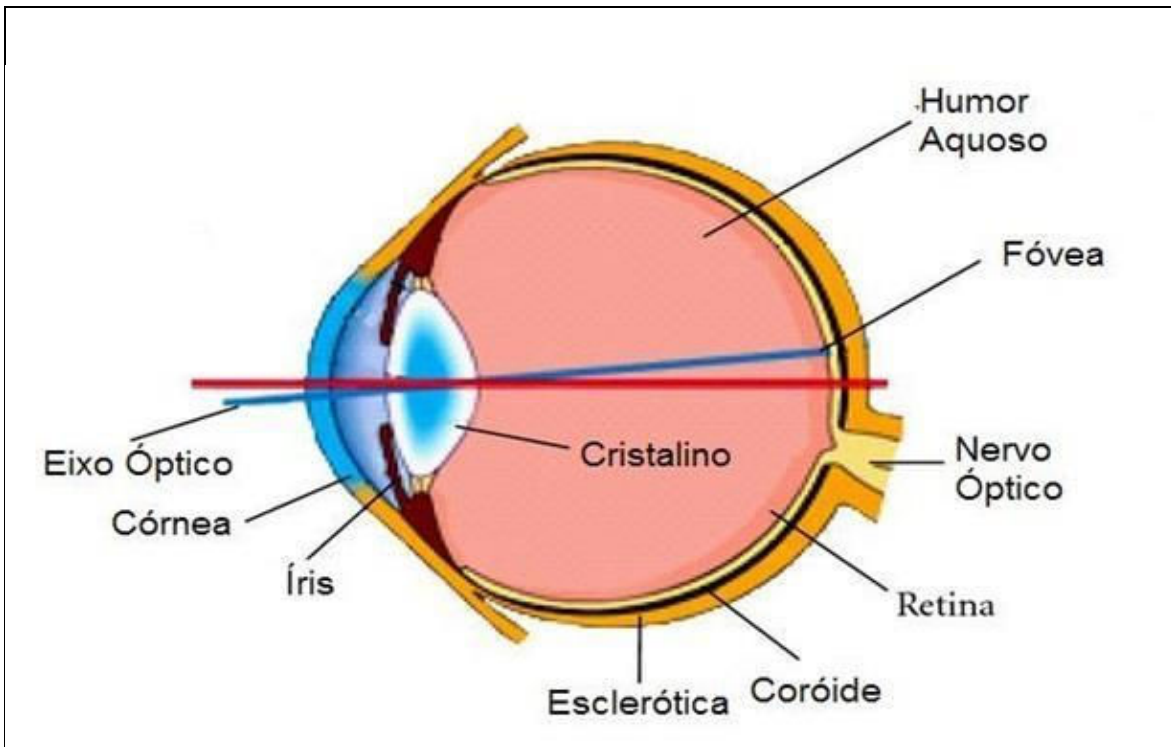


Imagem 4: Esquema do olho humano. Fonte:

<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 argumentar 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.

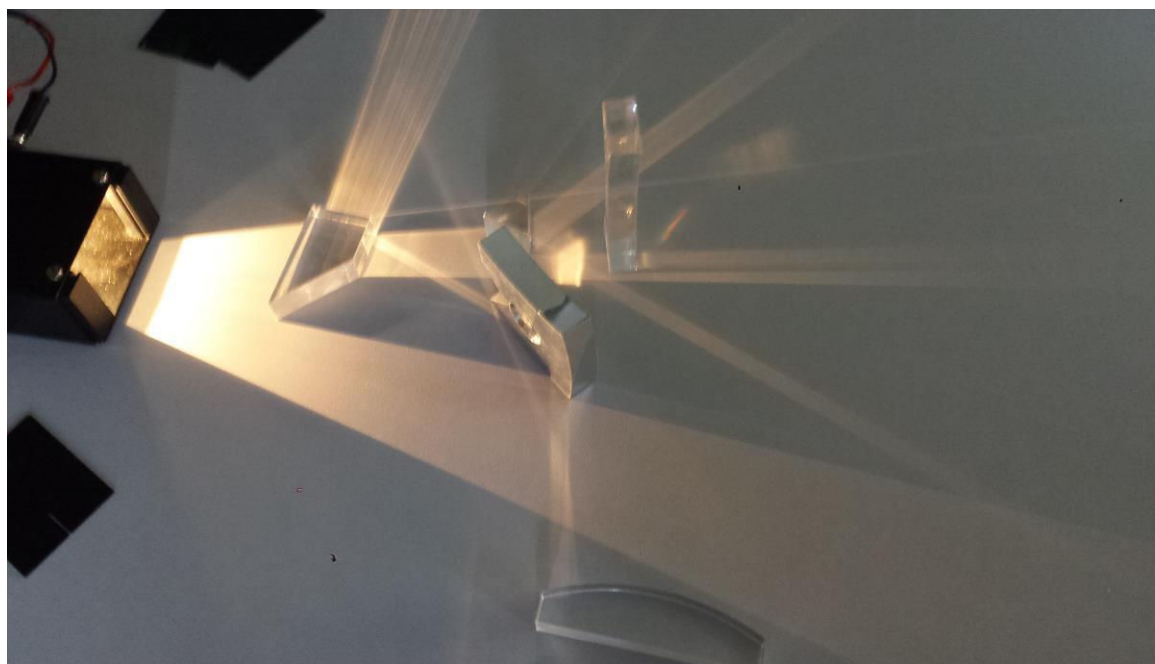


Imagem 6: Teste do comportamento com várias lentes e espelho. Fonte: Próprio autor.

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.

Comparar o céu com e sem poluição luminosa.

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.
- Projetor multimídia.

- Smartphone.
- Lousa.
- Pincel.

SITUAÇÃO-PROBLEMA

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

RELATO DA AULA 1

Início 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 computador 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.

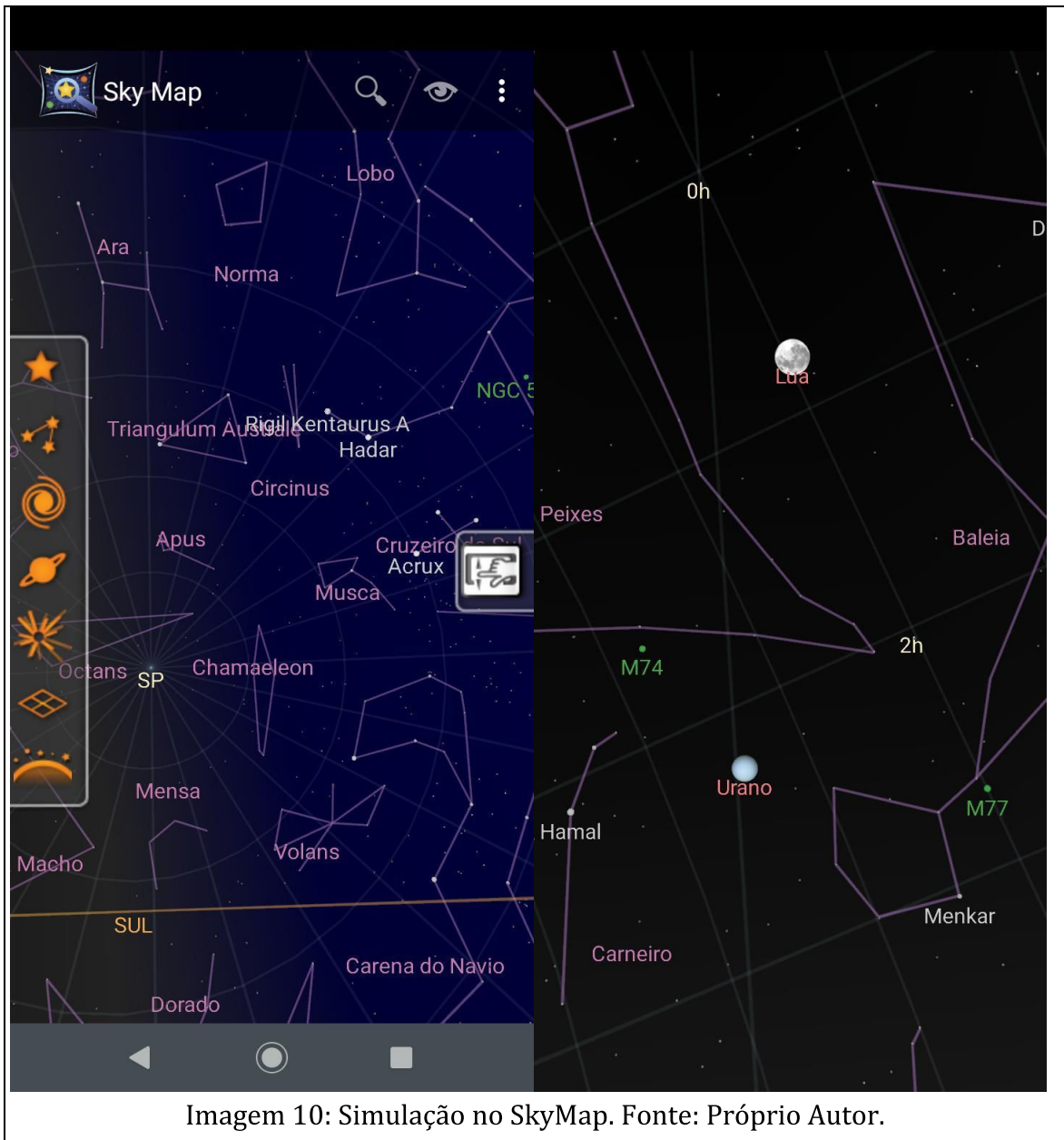


Imagem 10: Simulação no SkyMap. Fonte: Próprio Autor.

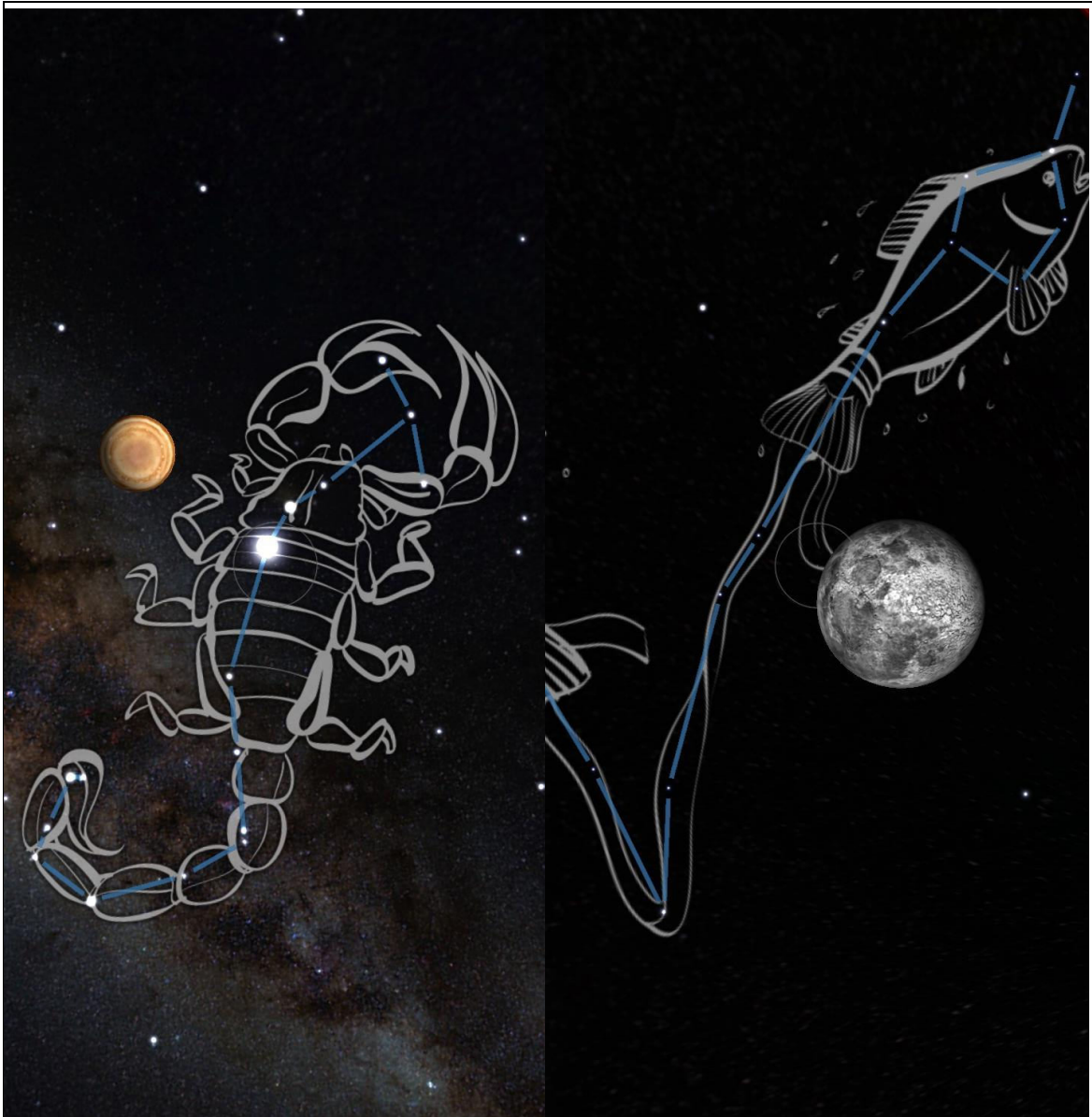


Imagem 11: Simulação no SkyView. Fonte: Próprio Autor.

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 data 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.

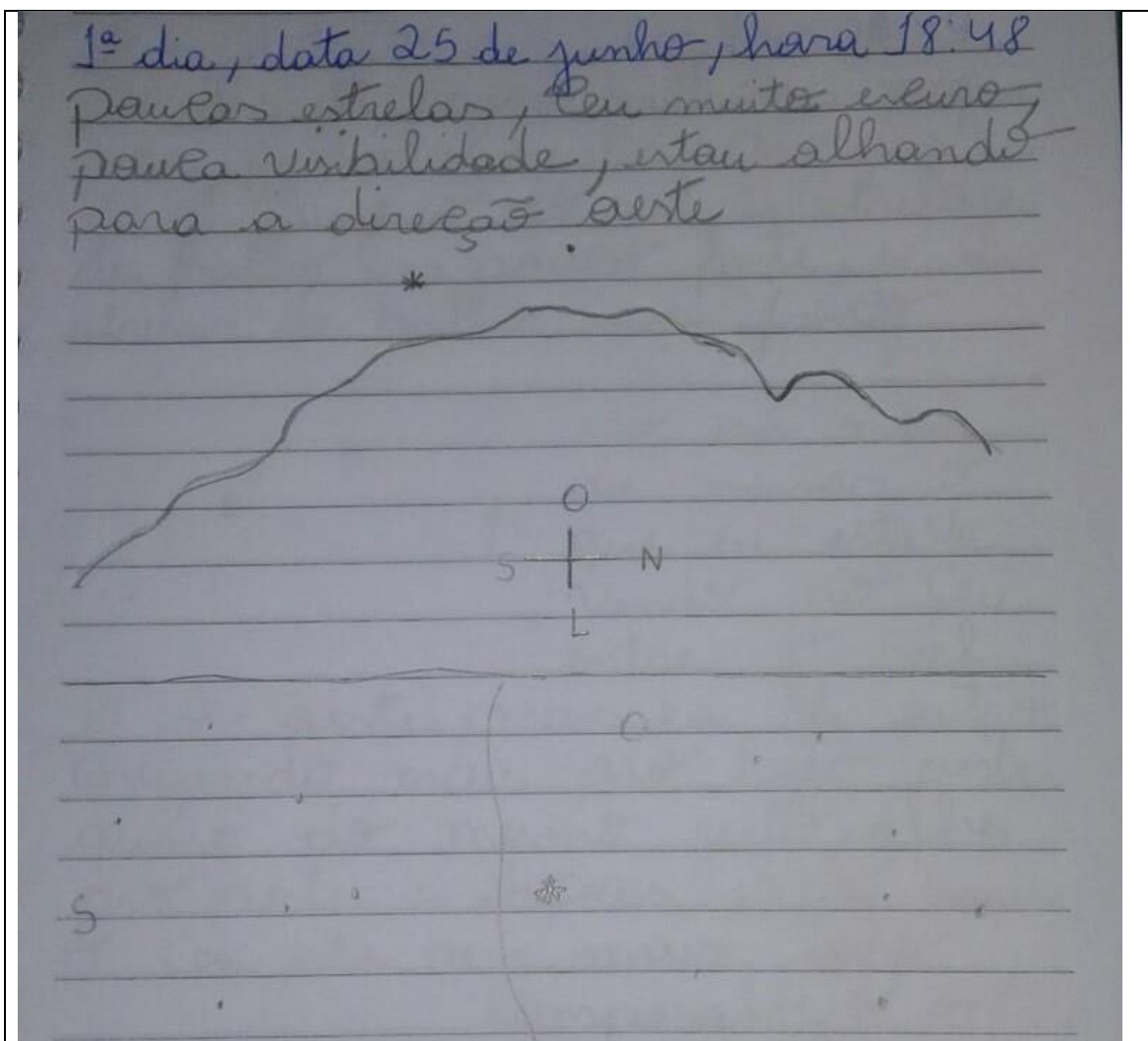


Imagem 12: Relato do diário contendo os pontos cardeais e representação do horizonte. “Poucas estrelas, céu muito escuro, pouca visibilidade, estou olhando para a direção oeste”. Fonte: Próprio Autor.

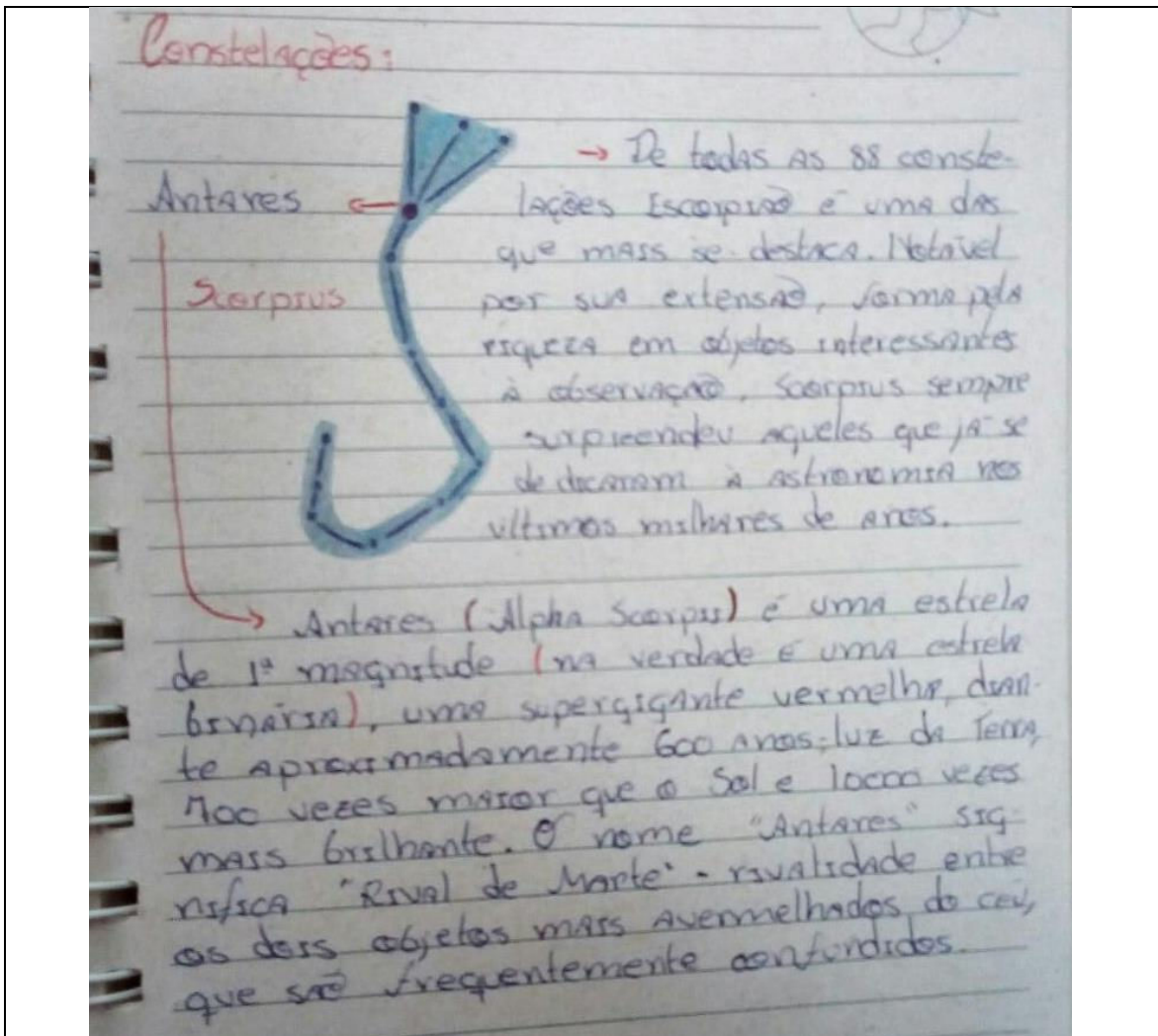


Imagem 13: Pesquisa sobre a constelação de Escorpião. “De todas as 88 constelações Escorpião é uma das que mais se destaca. Notável por sua extensão, forma pela riqueza em objetos interessantes à observação. Scorpius sempre surpreendeu aqueles que já se dedicaram à Astronomia nos últimos milhares de 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 possui 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.

Estimular o trabalho em equipe.

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 planejada para durar 1 aula.

MATERIAIS

- Cano de esgoto com 40mm de diâmetro e 30cm de comprimento.
- Cano de esgoto com 50mm de diâmetro e 30cm de comprimento.
- Luva para cano de esgoto com diâmetro de 40mm.
- Luva para cano de esgoto com diâmetro de 50mm.
- Rolo de fita durex comum.
- Fita esponjosa dupla face (também conhecida como fita bananinha).
- Monóculo para negativo de fotos.
- 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 LUNETAS

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.

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: 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.

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

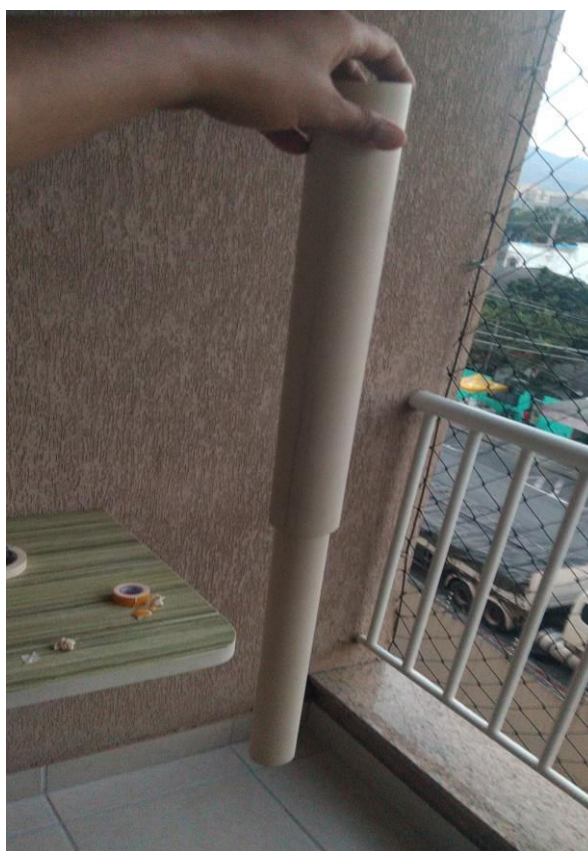


Imagem 18: Canos presos um ao outro. Fonte: Próprio Autor.

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 estiver 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 dos estudantes. Com essa experiência em mão, acredito ser uma boa sugestão construir um tripé para as lunetas, seja junto com a construção da luneta, ou como uma atividade posterior. Pois 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.
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.

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 viagem 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.

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.

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 pudessemos 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.

Dialogar e respeitar diferentes ideias e opiniões.

Desenvolver um posicionamento crítico e investigativo perante a situação problema.

NÚMERO DE AULAS

Esse debate foi planejado para durar uma aula.

MATERIAIS

- Lousa.
- Pincel.
- Computador.
- Projetor multimídia.

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.

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.

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.

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.

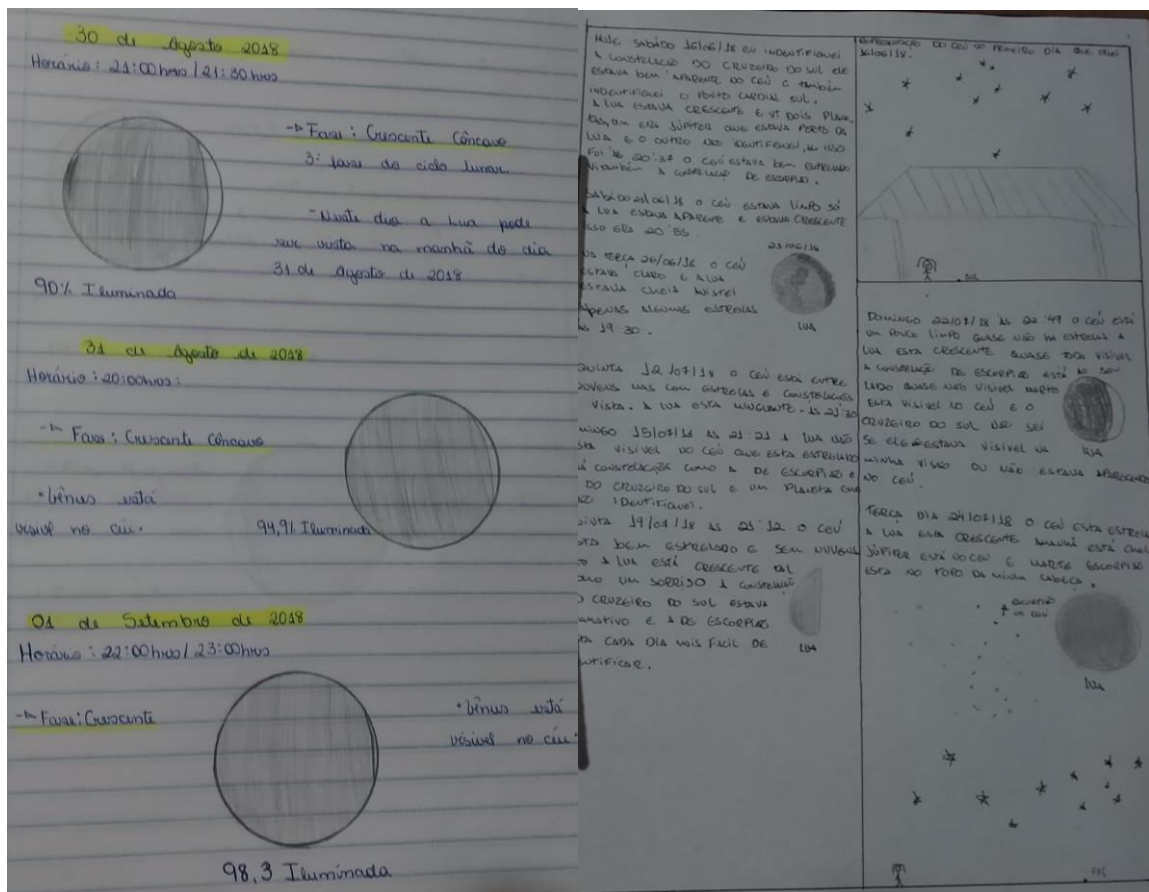


Imagem 28: Relatos sobre a Lua. Fonte: Próprio Autor.

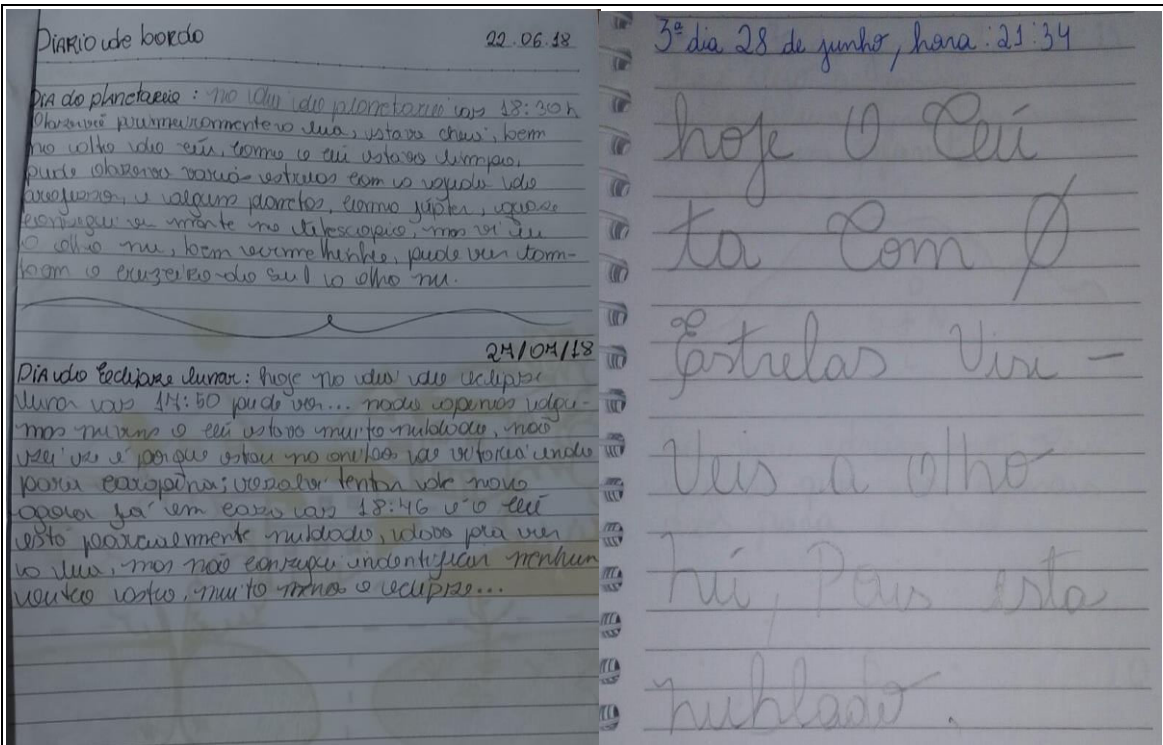


Imagem 29: Relatos sobre o Planetário, eclipse e dias nublados. Fonte: Próprio Autor.

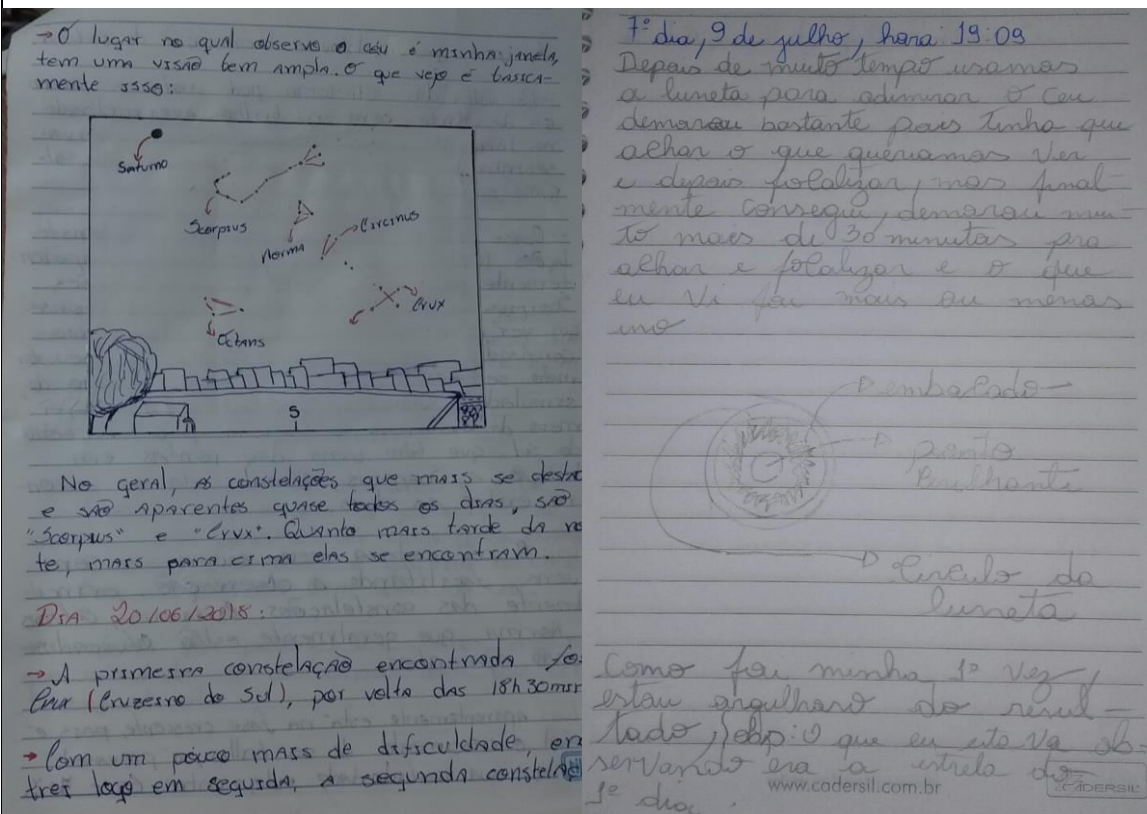


Imagem 30: Relatos sobre as constelações e uso da luneta. Fonte: Próprio Autor.

SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO

Participação nas discussões e avaliação do Diário de Observações.

Etapa 6: Sistematização dos fenômenos ópticos**OBJETIVOS**

Compreender o fenômeno de refração.

Elaborar e testar hipóteses.

Construir modelos explicativos.

NÚMERO DE AULAS

Etapa elaborada para durar duas aulas.

MATERIAIS

- Lousa.
- Pincel.
- 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.

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.*

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.

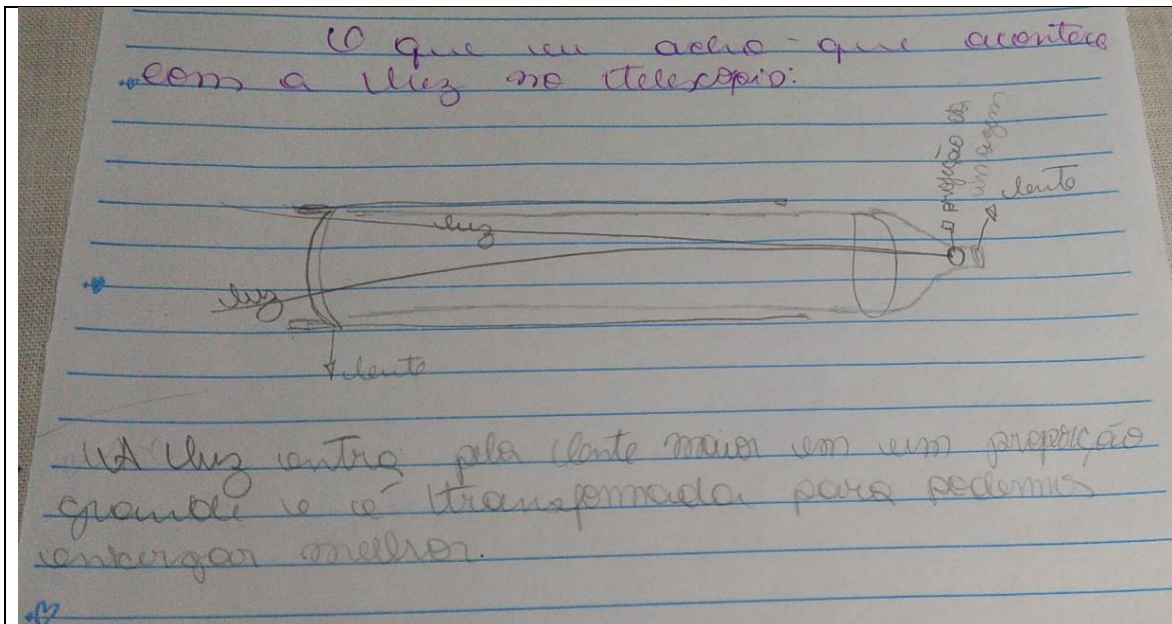


Imagem 32: Modelo seguido pelos alunos. Fonte: Próprio Autor.

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, conseqüentemente, 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. Admito que nesse caso, foi uma extensão necessária. As interações da atividade investigativa e o número de elementos e interações que fizeram parte da sistematização, definitivamente foi demasiado para uma única 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, rerepresentei o modelo que eles seguiram e refiz, de forma ágil, o modelo construído 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

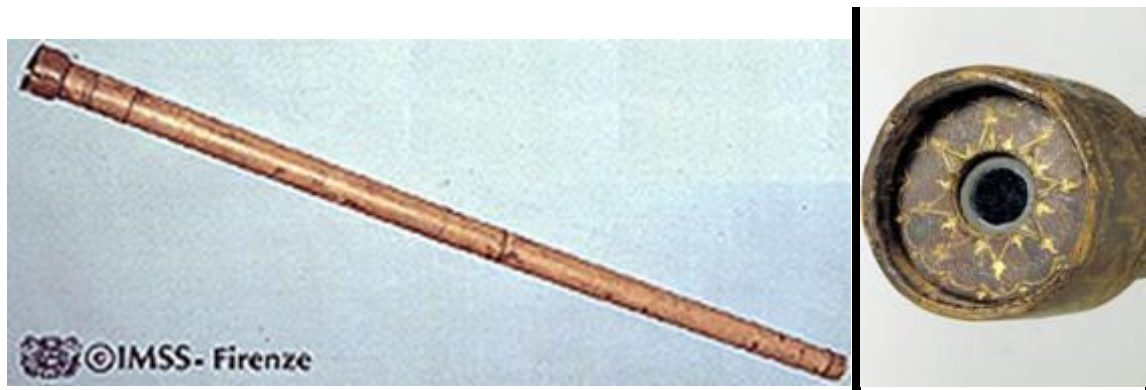
Apesar de existirem controvérsias sobre quem teria inventado o telescópio, é absoluto consenso que cabe a Galileu Galilei o crédito de tê-lo imortalizado como instrumento astronômico, iniciando de forma revolucionária o processo de ampliação de nossa visão do universo e da própria humanidade.

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,

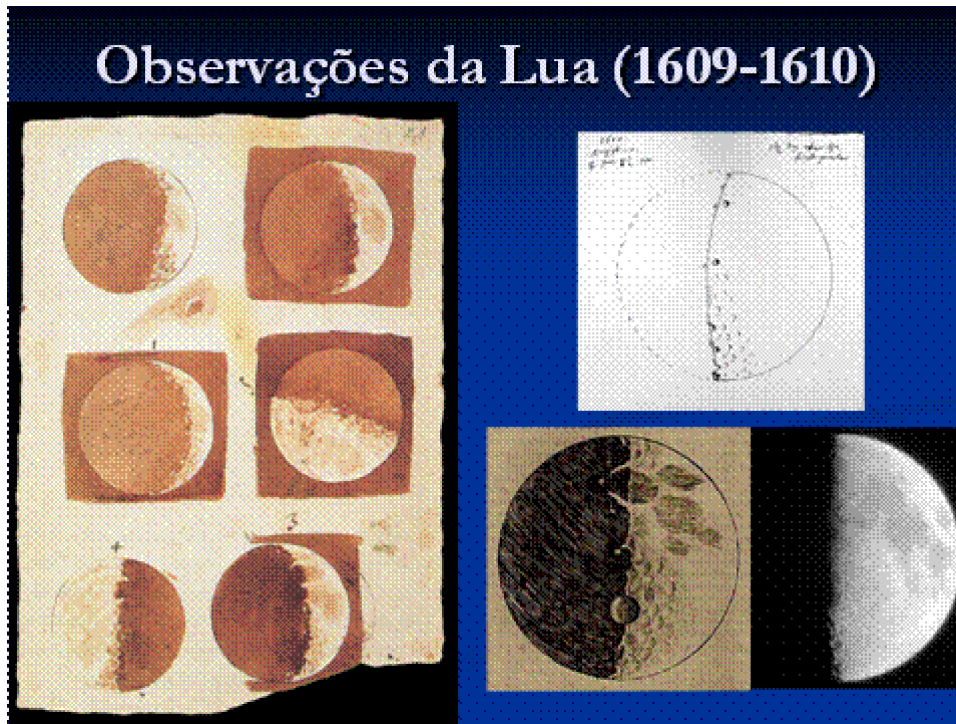
que um a um fabricante de óculos holandês chamado Hans Lippershey teria inventado no ano anterior.

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 instrumento ele começou, ainda nesse mes, as meticulosas observações que marcaram o início da astronomia moderna.

Os telescópios mais potentes contruídos 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 15 minutos de arco, aproximadamente metade do diâmetro da Lua cheia. Acervo do Instituto e Museu de História da Ciência, em Florença.



Observações da Lua

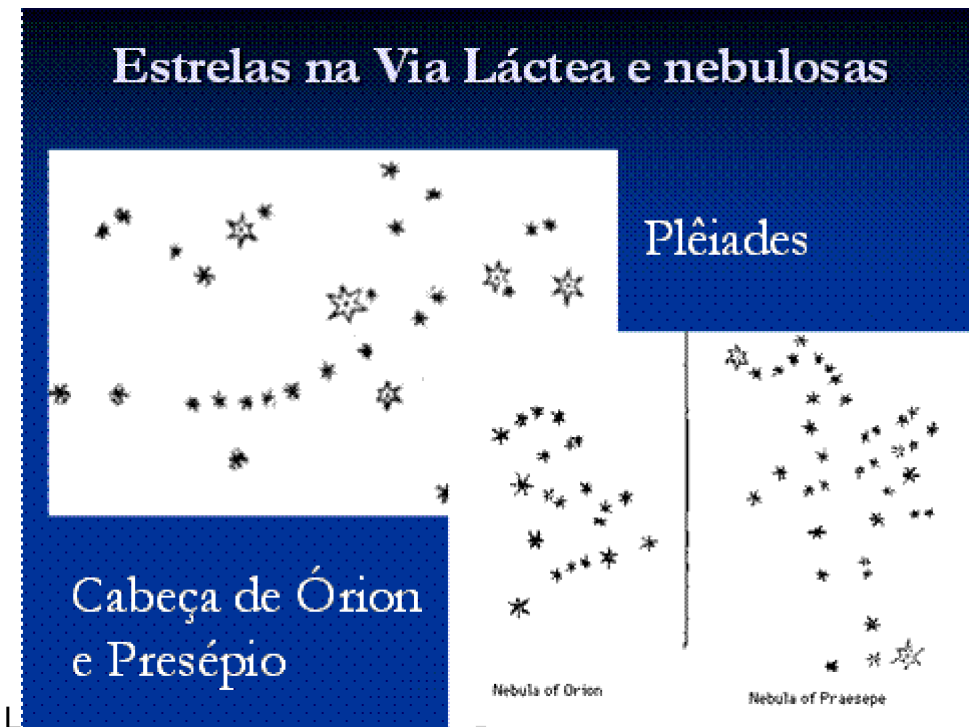
Ao apontar seu “perspicillum” para a Lua, em novembro de 1609, Galileu mostrou que a superfície da Lua não era “polida, regular e de uma esfericidade perfeita”, mas sim “áspera e irregular, cheia de vastas proeminências e cavidades profundas”, à semelhança da superfície da própria Terra.

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 conseqüentemente 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.



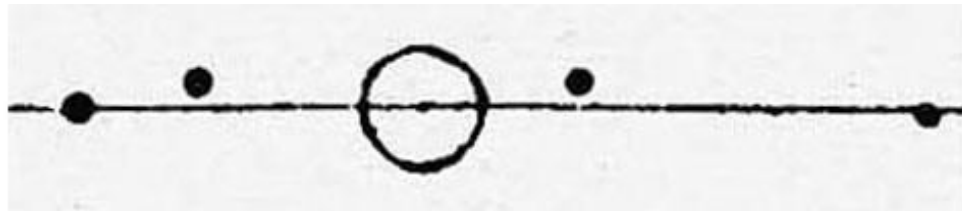
Galileu foi o primeiro a observar objetos celestes difusos, então agrupados sob o nome comum de nebulosas. Ficou espantado pelo imenso número de estrelas que apareciam ao seu telescópio e que não podiam ser vistas a olho nu. Descobriu que a Via Láctea, percebida até então como uma “nebulosidade esbranquiçada”,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

de Júpiter se movimentavam 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 astrônomo 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.

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 constituía 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.

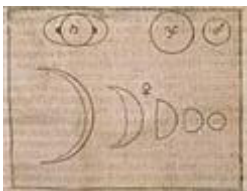
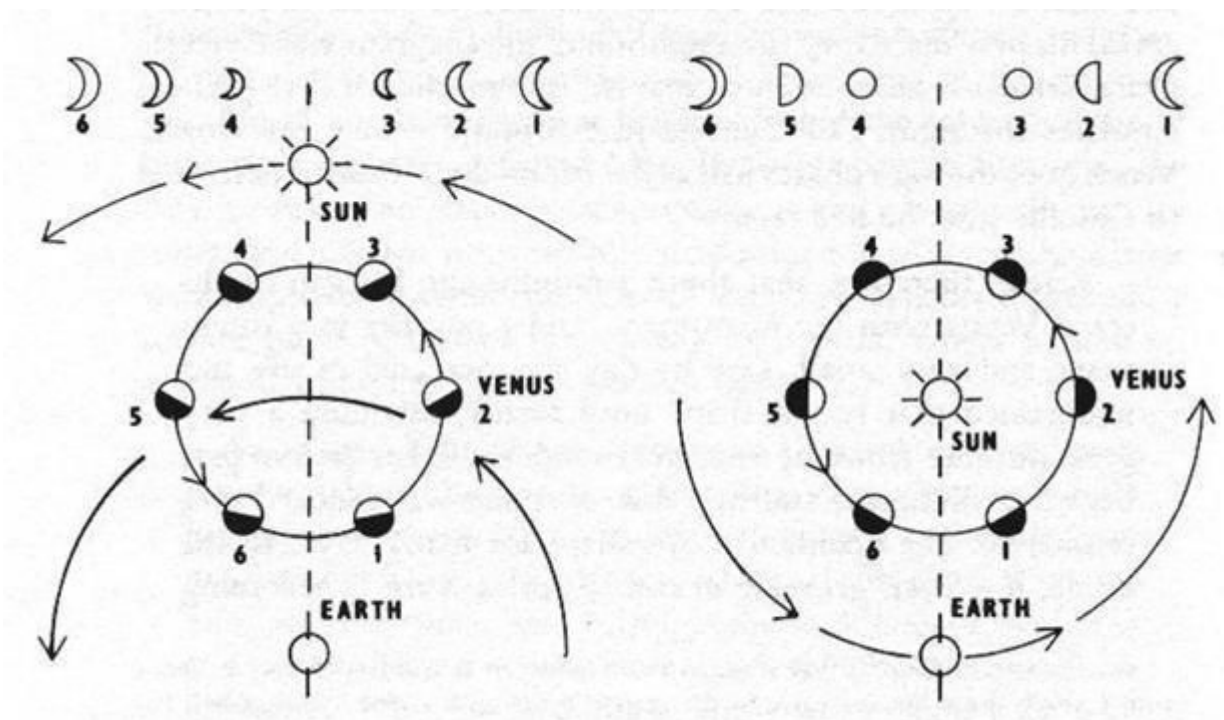
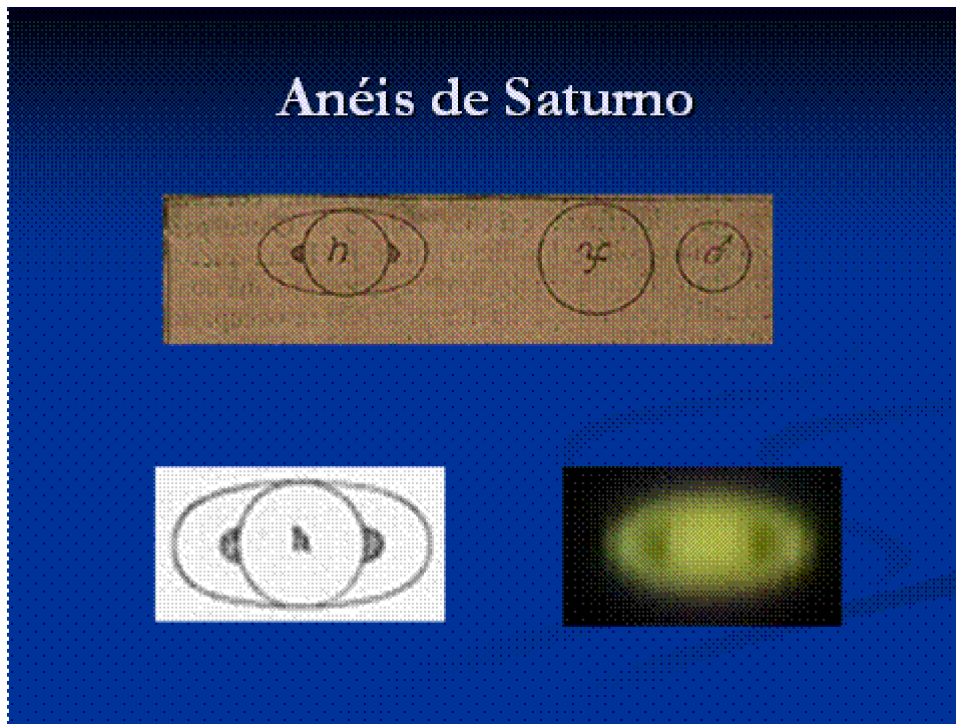
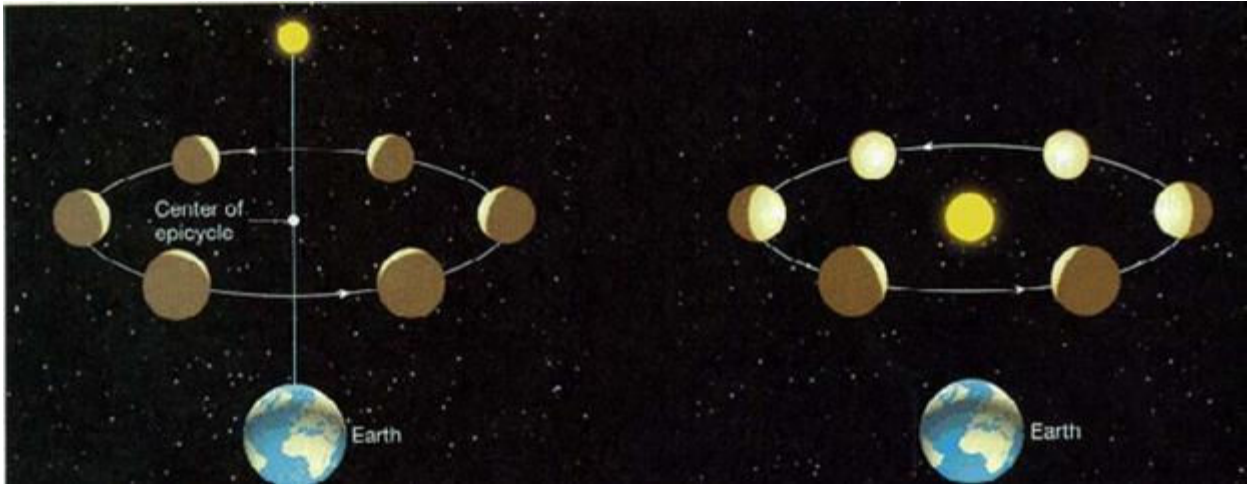


Ilustração de Saturno, Júpiter, Marte e Vênus com suas fases, publicado no “Il Saggiatore” em 1623.



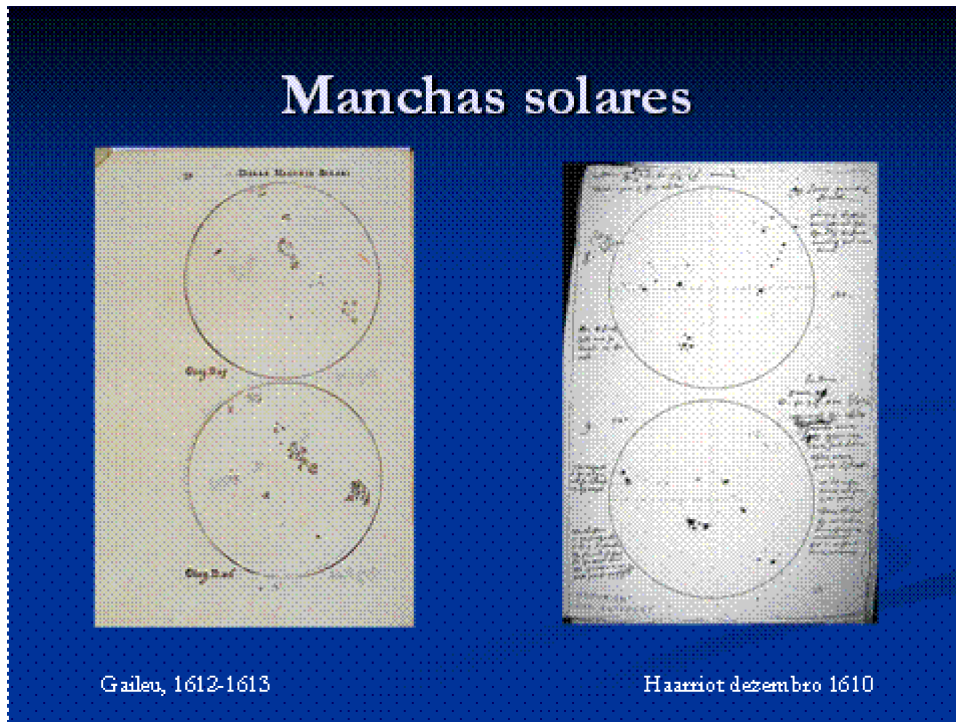
http://www.pacifier.com/~tpepe/Venus_Page.htm

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 heliocêntricas.