



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

LUCIANO SILVA

**CONSTRUÇÃO DE UMA LUNETAS ASTRONÔMICA: UMA PROPOSTA DE
ENSINO DE LENTES ESFÉRICAS E ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO.**

Campina Grande –PB

2019

LUCIANO SILVA

CONSTRUÇÃO DE UMA LUNETAS ASTRONÔMICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE LENTES ESFÉRICAS E ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO.

Dissertação apresentada ao programa de pós graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física-(MNPEF) da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial a obtenção de título de mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr José Jamilton Rodrigues dos Santos

Campina Grande PB

2019

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586c Silva, Luciano.
Construção de uma luneta astronômica [manuscrito] : uma proposta de ensino de lentes esféricas e astronomia no Ensino médio / Luciano Silva. - 2019.
118 p. : il. colorido.
Digitado.
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2019.
"Orientação : Prof. Dr. José Jamilton Rodrigues dos Santos, Departamento de Física - CCT."
1. Ensino de Física. 2. Lentes esféricas. 3. Astronomia. 4. Telescópio. I. Título

21. ed. CDD 520

LUCIANO SILVA

CONSTRUÇÃO DE UMA LUNETAS ASTRONÔMICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE LENTES ESFÉRICAS E ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO.

Dissertação apresentada ao programa de pós graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física-(MNPEF) da Universidade Estadual da Paraíba como exigência para obtenção de título de mestre em Ensino de Física.

Aprovado em 25/10/2019

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Jamilton Rodrigues dos Santos (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba



Prof. Dr. Heron Neves de Freitas /UFPG
Examinador



Prof. Dr. Charlie Salvador Gonçalves /UEPB
Examinador

**CAMPINA GRANDE -PB
2019**

Ao meu Deus que me abençoou durante toda a minha vida e me concedeu saúde ao longo dela, e me proporcionou o direito a estudar. A minha mãe, Maria do Socorro Silva, que me educou e proporcionou oportunidade para que eu estudasse, mesmo em tempos difíceis. A minha esposa, Eva Cristiane de Almeida Silva, pelo incentivo, apoio e encorajamento, ao longo dos anos na minha vida acadêmica e profissional. Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Jesus Cristo dono de toda sabedoria e poder; Ele é a minha fonte de inspiração e exemplo; através dele obtive a força e entendimento, como também aprendi princípios fundamentais que regem a minha vida espiritual e intelectual.

A minha mãe, Maria do Socorro Silva, pelos ensinamentos, correções, cuidados e amor, a mim demonstrados, que foram importantes para minha formação como cidadão ético e responsável; e a meu pai, Severino Joventino da Silva (in memoriam), que me ensinou a ser trabalhador e responsável desde a adolescência, como também me ensinou a ser comprometido com a minha profissão.

A minha esposa, Eva Cristiane, ajudadora fiel, que sempre me encorajou a prosseguir na minha carreira acadêmica e nunca desistir, também me ajudou a valorizar a minha vocação e empatia pela Física; sem sua ajuda, e orações, não teria alcançado esse título de mestre.

A minha sogra, Doralice de Almeida Silva, mulher cheia de fé, que sempre ora e torce pelo meu bom desempenho profissional; e a meu sogro, José Bonfim, que não cessa de declarar palavras de vitória e sucesso profissional nessa minha jornada dentro da Física.

Aos meus amigos Samuel Farias, Antônio Siqueira, Josemberg Sergio e Cícero Gonçalves, que me incentivaram e animaram na minha carreira profissional.

A meu orientador e coordenador Dr. José Jamilton Rodrigues dos Santos, pelo exemplo como profissional, e pela paciência e bons conselhos que me deu durante minha passagem pelo mestrado, para hoje, eu ter alcançado bom aproveitamento e êxito nesse projeto maravilhoso.

Aos outros profissionais da Física no qual tenho muito apreço e admiração em especial, Dr. Marcelo Gomes Germano, Dr. Heron Neves de Freitas e Dr. Charlie Salvador Gonçalves que acreditaram nesse projeto e também deram conselhos, e orientações valiosas, que corroboraram para o bom desempenho desse trabalho.

A todos os colegas do mestrado, e de profissão, que de alguma forma contribuíram para me sentir sempre estimulado e desafiado a prosseguir em busca de mais conhecimento.

Aos meus alunos que efetivamente colaboraram para realização desse projeto em loco, onde foi possível torná-lo acessível e interativo para todos.

Em fim, agradeço à coordenação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física(MNPEF), pólo Campina Grande, pelo incentivo e valorização do Ensino de Física na Paraíba.

RESUMO

A proposta atual para o ensino de Física é pautada nos Parâmetros Curriculares Nacionais onde se deseja a formação do indivíduo para a vida, tornando-se apto para compreender as transformações tecnológicas que acompanham uma sociedade em desenvolvimento. Baseado nessa perspectiva, buscamos trabalhar com o conteúdo de lentes esféricas por considerar um tema onde se encontra uma ampla gama de aplicações, principalmente pelo uso e desenvolvimento do telescópio, que tem trazido inúmeras respostas sobre o Universo e sobre a origem do mesmo. A nossa proposta tem como principal objetivo, o ensino de Lentes esféricas e Astronomia, através da construção de um telescópio refrator, onde trabalharemos a Astronomia como pano de fundo, a fim de tornar sinérgico, o estudo das lentes, uma vez que o ensino da Astronomia chama bastante a atenção das pessoas em qualquer faixa etária e, além disso, está indicada na matriz curricular dos PCNs. Desenvolveremos a nossa proposta baseados na teoria sócio cultural de Levy Vygotsky, que considera indispensável à interação entre os indivíduos para a construção do conhecimento. Faremos da interação uma condição primordial para o desenvolvimento do nosso projeto e para a construção do telescópio. Aplicaremos uma sequência didática com cinco momentos de trabalho contabilizando dez aulas adicionais específicas, onde buscaremos compreender melhor o funcionamento de um telescópio, e estudaremos desde a reflexão da luz até o uso de lentes esféricas, ampliação, distância focal e associação de lentes. A proposta será aplicada na primeira unidade letiva, onde aproveitaremos o conteúdo de lentes esféricas para construção da luneta. A nossa pesquisa é de cunho bibliográfico, qualitativo e metodológico e será aplicada no Instituto Santo Antônio, uma escola do Ensino Médio regular da cidade de Campina Grande PB, onde na ocasião, trabalharemos com uma turma da segunda série do Ensino Médio, em um total de vinte e quatro alunos. Ao término de nosso trabalho, disponibilizaremos uma sequência didática para a construção do telescópio, que será nosso produto educacional e servirá como um guia para futuras aplicações.

Palavras-chave: Ensino. Lentes. Astronomia. Telescópio.

ABSTRACT

The current proposal for Physics Teaching is based on the National Curriculum Parameters where the formation of the individual for life is desired, becoming able to understand the technological transformations that accompany a developing society. Based on this perspective, we seek to work with the content of spherical lenses by considering a subject with a wide range of applications, especially the use and development of the telescope, which has brought numerous answers about the universe and its origin. Our proposal has as its main objective, the Teaching of Spherical Lenses and Astronomy, through the construction of a refracting telescope, where we will work Astronomy as a background, in order to make the study of lenses synergetic, since the Teaching of Astronomy calls a lot. the attention of people in any age group and, furthermore, is indicated in the curriculum matrix of the NCPs. We will develop our proposal based on Levy Vygotsky's socio-cultural theory, which he considers indispensable for the interaction between individuals for the construction of knowledge. We will make interaction a prime condition for the development of our project and the construction of the telescope. We will apply a didactic sequence with five working moments counting ten additional specific classes, where we will seek to better understand the operation of a telescope, and study from light reflection to the use of spherical lenses, magnification, focal length and lens association. The proposal will be applied in the first teaching unit, where we will use the content of spherical lenses to build the scope. Our research is bibliographical, qualitative and methodological and will be applied in Santo Antônio Institut, a regular high school in the city of Campina Grande PB, where at the time, we will work with a second grade class, in a total of twenty-four students. At the end of our work, we will provide a didactic sequence for the construction of the telescope, which will be our educational product and will serve as a guide for future applications.

Keywords: Teaching. Lenses. Astronomy. Telescope.

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	VYGOTSKY, VIDA E OBRA.	13
3	EXPERIMENTAÇÃO CONSTRUTIVISTA	16
	3.1 Concepções espontâneas	16
	3.2 O papel do professor em uma visão construtivista	17
	3.3 Interação aluno- aluno em uma atividade	18
4	ELEMENTOS DE ASTRONOMIA	19
	4.1 O Sistema Solar	21
	4.2 Estrelas, exoplanetas e Galáxias	23
5	LENTE ESFÉRICAS	29
	5.1 Reflexão e refração da luz	29
	5.2 Imagens formadas por refração	31
	5.3 Lentes finas, e ponto focal de uma lente esférica	32
	5.4 Potência de uma lente esférica	35
	5.5 Poder ampliador	36
	5.6 Combinações de lentes	37
	5.7 Aberrações	38
	5.8 O ampliador simples	40
	5.9 O telescópio	41
6	METODOLOGIA	44
7	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	47
8	RELATO DA APLIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	54
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
	REFERÊNCIAS	78
	APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL	81
	REFERÊNCIAS	98
	ANEXOS	100

1 INTRODUÇÃO

A busca pela melhoria do ensino de Física no Brasil tem sido tema de pesquisas há décadas. Insistimos em uma concepção de ensino pautada no que chamamos de escola tradicional, como afirma Chiquetto (2011).

Assim, a escola tradicional se propõe transmitir conteúdos, deixando em segundo plano a preparação do indivíduo para a vida, uma característica que nosso currículo leva ao extremo, ao negar, inclusive, o relacionamento da Física com a realidade do mundo (CHIQUELTO, 2011, p.6).

A atual proposta de ensino no Brasil é direcionada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), que determina que se tenha uma formação para a vida. Nessa concepção, o aluno deve ser capaz de acompanhar as transformações tecnológicas que o cercam, sendo um cidadão dotado de Habilidades e Competências e não um indivíduo passivo no processo, que senta e recebe conteúdos. (BRASIL, 2002).

Embora, fale-se tanto em mudança, percebemos a educação apresentando os mesmos problemas. Os professores sentem dificuldades em aplicar o que vem sendo exigido.

Buscar meios para concretizar esses novos horizontes, especialmente dentro da realidade escolar hoje existente no país. Como conseguir realizar tanto com tão pouco espaço, tempo, recursos materiais, carências formativas e afetivas dos alunos, condições de trabalho dos professores? Passada a tempestade inicial, os professores de Física têm ousado mudar, mas sentem-se, muitas vezes, inseguros, desamparados e pouco confiantes quanto aos resultados obtidos. (PCN+, 2002, p.3)

Outro fator importante, segundo Fiolhais & Trindade (2003), é que em geral, os professores insistem em manter as suas aulas em desacordo com as teorias atuais de ensino, e não se utilizam de meios mais modernos. Tal prerrogativa contribui para o insucesso da aprendizagem em Física.

O estudo da Óptica Geométrica, em especial, as lentes esféricas, nos proporciona uma boa oportunidade para trabalharmos os conteúdos e correlacioná-los, tanto ao dia-a-dia, quanto às inovações tecnológicas atuais: "Esses dispositivos estão presentes em muitos equipamentos ópticos, como câmeras fotográficas, lunetas, telescópios, óculos, projetores de imagens etc." (NOGUEIRA, 2016, P. 109). Portanto, ao estudarmos as lentes esféricas estamos tratando de um tema relevante

para a formação que se deseja de um aluno capaz de compreender o avanço tecnológico que o cerca, e além desse fato, explorar o funcionamento do Telescópio também nos remete ao estudo da Astronomia, que juntamente com a Óptica, são os campos de interesse do nosso trabalho.

O telescópio tem sido um instrumento importante para a humanidade, havendo ajudado a desvendar segredos outrora desconhecidos sobre o Universo. Segundo (DAMINELI & STENER, 2010, p.18), em 1609, “Galileu Galilei foi um dos primeiros a examinar o céu com ajuda de um telescópio e a desenhar, à Mão, o que tinha visto na Lua, no Sol, em Júpiter e em Saturno, espantando a sociedade de sua época.” Devido à sua relevância nas observações celestes, busca-se minimizar ao máximo às imperfeições ligadas ao telescópio, como por exemplo, as aberrações esféricas inerentes à sua parte óptica.

Sem dúvida, o grande problema enfrentado pelos usuários de telescópios são as aberrações. Segundo Tipler & Mosca (2006), esses efeitos podem ser reduzidos combinando-se lentes esféricas, ou mesmo substituindo-as por espelhos parabólicos, como é o caso de alguns telescópios refletores, que utilizam espelhos parabólicos para captarem a luz, ao invés de utilizarem lentes esféricas para fazê-lo.

Outro problema enfrentado é a interferência da atmosfera nas imagens visualizadas através do telescópio. Diversos investimentos têm sido feitos com o intuito de aperfeiçoar os instrumentos de observação, como por exemplo, o uso dos telescópios espaciais. Segundo Damineli & Stener (2010), tais equipamentos podem registrar imagens do universo livre da interferência da atmosfera. Atualmente está em órbita o telescópio espacial Hubble e em 2021 será substituído pelo telescópio James Webb.¹

O estudo das lentes esféricas é associado ao próprio estudo da Astronomia, compartilhando sua relevância na história da humanidade e sua importância para a Educação. A Astronomia inserida como pano de fundo no ensino de lentes esféricas, além de potencializar o interesse pelo estudo das lentes, cobrirá uma lacuna existente na educação básica com respeito a esse tema.

“Os assuntos referentes à Astronomia chamam a atenção das pessoas em qualquer faixa etária e, além disso, estes fazem parte da matriz curricular proposta pelos PCN dos ensinos fundamental e médio. Porém, constata-se que grande parte dos alunos da rede pública de ensino deixam o ciclo básico de estudos

¹ Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/James_Webb_Space_Telescope

sem conhecimento de assuntos de Astronomia que são pertinentes à sua formação.”(Dias & Santa Rita, 2008, p. 55)

Tendo em vista a importância dos temas mencionados anteriormente, e buscando dinamizar o ensino de lentes esféricas, temos como principal objetivo o ensino de lentes esféricas e Astronomia, através da construção de uma luneta astronômica, que será realizada no Instituto Santo Antônio, uma escola da rede privada de ensino, na cidade de Campina Grande, PB. A nossa amostra será composta por 24 alunos do segundo ano do Ensino Médio, compondo uma turma única da referida escola. A nossa pesquisa é, em sua generalidade, do tipo qualitativa, uma vez que explora o ambiente vivencial do objeto de estudo em seu caráter subjetivo. Uma luneta será confeccionada logo após o estudo dos conteúdos relacionados às lentes esféricas e culminará com a finalização das atividades do bimestre letivo, onde será ressaltado todo o conteúdo abordado, além de vídeos e documentários sobre o tema.

A sequência didática, explorada no desenvolvimento da proposta, comporá o número de dez aulas com temas relacionados aos espelhos planos e esféricos, a lentes e a elementos de Astronomia; apresentando como elemento final a construção do telescópio, como complemento ao estudo das lentes esféricas. Nesses encontros específicos, os alunos terão a oportunidade de observarem experimentos demonstrativos e confeccionarão outros, buscando ampliar seus conhecimentos para construir a luneta.

Teremos o nosso aporte teórico baseado em Levy Vigótsky, explorando a interatividade entre os alunos. Segundo Rego (1994), a interação é condição necessária para a produção do conhecimento. Através da divisão em grupos, em algumas aulas específicas, reordenaremos alunos que apresentam maior interesse e aptidão à Óptica e a Astronomia para cada grupo, a fim de corroborarem de forma específica com os demais na construção do instrumento óptico proposto. Nesse ponto, o professor é peça indispensável no processo, pois atuará como mediador, sendo o agente mais capaz, orientando cada grupo para que possam desenvolver a construção da luneta. Uma sequência didática elaborada para a construção da luneta corresponderá ao produto educacional final e estará disponível no corpo dessa dissertação.

O corpo do nosso trabalho apresenta no segundo capítulo a fundamentação teórica utilizada. Baseamo-nos em Levy Vygotsky como aporte

teórico e ressaltamos a interação sociocultural como base para a nossa intervenção. No terceiro capítulo abordaremos sobre a experimentação construtivista. No capítulo quatro, veremos elementos de Astronomia e a importância do telescópio para o seu desenvolvimento. O capítulo cinco discorre sobre lentes esféricas e como utilizá-las em um telescópio. No sexto capítulo descrevemos a metodologia utilizada no processo de ensino, bem como para a construção da luneta astronômica. O sétimo capítulo é dedicado à sequência didática utilizada para a construção da luneta. O relatório de aplicação da sequência pode ser encontrado no capítulo oito e as considerações finais são apresentadas no nono capítulo. No fim do corpo de nosso documento estão às referências bibliográficas utilizadas para a fundamentação da pesquisa, o produto educacional e os anexos.

2 VYGOTSKY, VIDA E OBRA.

Lev Semenovitch Vygotsky, nascido em 17 de novembro de 1896, na cidade de Orsha, na Bielo-Rússia, filho de uma família judia de sete irmãos, sendo seu pai funcionário bancário e também trabalhador em uma seguradora; sua mãe dona de casa e professora formada. Foi um homem a frente da sua época, era inquieto, obstinado, estudioso e passou sua vida dedicando-se a romper, transformar e ultrapassar a reflexão sobre o desenvolvimento humano; suas obras foram revolucionárias, causando impacto até hoje pela contemporaneidade de suas pesquisas.

O que mais impressiona, dentre vários aspectos, na leitura da obra de Vygotsky é a sua contemporaneidade. Seus escritos, elaborados há aproximadamente sessenta anos, ainda hoje têm o efeito do impacto, da ousadia, da fidelidade à investigação acerca de pontos obscuros e polêmicos no campo científico. (REGO, 1994, p.15)

O texto que segue será baseado no trabalho de Rego (1994). Vygotsky, desde sua infância, teve tutores particulares. Toda a sua educação foi domiciliar, se processou até os 15 anos em sua residência, algo comum na época para as famílias mais elitizadas. Aos 17 anos concluiu curso no colégio privado em Gomel, também na Bielo-Rússia; devido ao seu grande empenho intelectual foi um aluno de destaque, sendo honrado com medalha de ouro, demonstrando assim, desde muito jovem uma mente brilhante. Vale ressaltar que nessa ocasião os judeus sofriam as mais variadas formas de preconceitos e discriminação na Rússia; todos os alunos judeus que desejassem ingressar em universidades russas, deveriam se enquadrar a um número limitado de vagas, por exemplo: na Universidade de Moscou, a apenas 3% das vagas.

Vygotsky casou-se aos 28 anos com Roza Smekhova, com quem teve duas filhas e, precocemente, faleceu aos 37 anos em Moscou com diagnóstico de tuberculose em 11 de junho de 1934, doença que suportou por 14 anos.

O que impressiona é que Vygotsky, mesmo com saúde frágil, no período em que foi acometido da sua enfermidade, ou ainda de suas recorrentes hospitalizações, admitiu um período de intensa produção intelectual. Seu percurso acadêmico foi rotulado eclético, devido a sua interdisciplinaridade, pois o mesmo percorreu por diversas áreas da ciência tais como: artes, literatura, lingüística, antropologia, cultura, ciências sociais, psicologia, neurologia, línguas estrangeiras

(alemão, latim, hebraico, francês e inglês), filosofia e até medicina. Ele foi capaz de agregar os mais variados ramos do conhecimento, com o enfoque em comum. Seu interesse central era o estudo da gênese dos processos psicológicos tipicamente humanos, em seu contexto histórico-cultural.

2.1 Vygotsky e a importância do interacionismo social na educação

O enfoque principal que se destaca nas teorias de Vygotsky sobre interacionismo histórico-cultural é que: “A aprendizagem desperta processos internos de desenvolvimento que somente podem ocorrer quando o indivíduo interage com outras pessoas” (OLIVEIRA, 1992, p.33).

Vygotsky entendia que o desenvolvimento da aprendizagem e a construção do conhecimento perpassavam pela produção da cultura, como resultado das relações humanas. Então, ele buscou entender o desenvolvimento intelectual a partir das relações histórico-sociais, ou seja, buscou demonstrar que o conhecimento é socialmente construído nas relações humanas. Sendo a convivência social fundamental para transformar o homem de ser biológico ao ser social. A aprendizagem que surge nas relações sociais auxilia a construir os conhecimentos que darão suporte ao desenvolvimento mental. É essa intermediação que dá às informações um caráter valorativo e significados sociais e históricos.

O homem é um ser social e histórico e é a satisfação de suas necessidades que leva o homem a trabalhar e transformar a natureza, estabelecer relações com seus semelhantes, produzir conhecimentos, construir a sociedade e fazer a história. (REGO, 1995, p.96)

Na ideologia de Vygotsky a construção do conhecimento é resultado de uma ação compartilhada, já que é através dos outros que as relações entre sujeito e objeto de conhecimentos são confirmadas. No que se diz respeito aos alunos, o valor da interação social passa a ser entendida como condição primordial para produção do conhecimento por parte dos mesmos que se habilitam ao diálogo, a cooperação e troca de informações mútuas, bem como também o confronto de pontos de vista que implicam na divisão de tarefas e responsabilidades que somadas, poderão resultar alcance no objetivo em comum.

A figura do professor como alguém mais experiente da cultura é fundamental, não somente por permitir que essa interação ocorra, mas de também promovê-la em sala de aula.

A heterogeneidade, característica comum no grupo humano, passa a ser explícita e elevada a um valor imprescindível para as interações na sala de aula. Os professores têm uma gama de idéias, hipóteses, princípios explicativos e conhecimentos já conquistados na trajetória acadêmica e profissional, que ao se manifestarem no ambiente de sala de aula, fornecem subsídios importantes na busca de novos modos de ação juntamente com os alunos.

Vygotsky também destacava que se o meio ambiente não desafiar, exigir e estimular o intelecto do adolescente, esse processo poderá retardar, ou não se completar, bem como, poderá não alcançar os estágios mais elevados do raciocínio. Isso significa que o pensamento conceitual é uma conquista que se define não apenas com o esforço individual, mas com o contexto que o indivíduo está inserido. Portanto vale salientar que:

Os postulados de Vygotsky parecem apontar para a necessidade de criação de uma escola bem diferente da que conhecemos. Uma escola em que as pessoas possam dialogar, duvidar, discutir, questionar e compartilhar saberes. Onde há espaço para transformações, para as diferenças, para o erro, para as contradições, para a colaboração mútua e para a criatividade. Uma escola em que professores e alunos tenham autonomia, possam pensar, refletir sobre seu processo de construção de conhecimentos e ter acesso a novas informações. Uma escola em que o conhecimento já sistematizado não é tratado de forma dogmática e esvaziado de significado. (REGO, 1995, p.118)

Logo, diante da riqueza de conhecimento e contemporaneidade da contribuição de Vygotsky para a educação, seus escritos, bem como suas teorias, se perpetuam até hoje norteando assim a ação e interação entre professor e alunos no ambiente escolar, transformando o conhecimento em prazer e criatividade, na medida em que ambos constroem e compartilham conhecimento, de maneira criativa e eficaz para a aprendizagem.

No capítulo seguinte, abordaremos sobre a experimentação construtivista no ensino de Física.

3 EXPERIMENTAÇÃO CONSTRUTIVISTA

A experimentação no ensino de Ciências é bastante importante no processo de aprendizado dos alunos desde o Ensino Fundamental até o Ensino Médio. O uso do experimento tem sido apontado por diversos autores como parte relevante para um bom aprendizado no ensino de Física. Segundo CARVALHO, et al.(1998, p.20), “a importância do trabalho prático é inquestionável na Ciência e deveria ocupar lugar central em seu ensino”. Essa associação corrobora para uma boa percepção de que a Física, estudada nas salas de aula, tem relação com o cotidiano dos alunos e com o desenvolvimento científico que abrange o conhecimento tecnológico. Uma visão construtivista da experimentação em Física leva em conta uma construção do conhecimento através da experimentação. Essa construção tem como base as concepções espontâneas adquiridas ao longo da vida, e a partir delas, deve-se chegar ao conhecimento mais elaborado, cientificamente falando. Há, porém fatores importantes a considerar quando lidamos com a experimentação nas salas de aula; são relevantes no processo, a consideração das concepções espontâneas dos alunos, uma problematização inicial para ser resolvida, a participação do professor no processo e a interação entre os alunos durante o experimento para resolução do problema.

3.1 Concepções espontâneas

Os pontos que serão abordados nesse texto estão fundamentados no trabalho de Carvalho & et al.(1998).

As concepções espontâneas que os alunos trazem consigo são bastante importantes quando se fala de experimentação nas aulas de Física, pois os alunos adquirem durante a vida conceitos espontâneos sobre os fenômenos naturais, isto é, como eles interpretam o mundo. O uso da experimentação em sala de aula deve servir de suporte para a reconstrução desses conceitos até que os alunos cheguem a um conceito mais próximo do científico. Os experimentos devem ser precedidos de uma problematização inicial, para que as concepções espontâneas sejam conhecidas pelo professor e, além disso, um problema motivará os alunos para a busca, no experimento, de uma resposta satisfatória. Veremos no item seguinte o papel do professor no experimento.

3.2 O papel do professor em uma visão construtivista

Uma visão construtivista considera importante a participação do professor no processo, não como aquele que é transmissor do conhecimento, mas como um mediador, aquele que facilita a aprendizagem. Nesse ponto, ao considerar a experimentação nas aulas de Física, é o professor "...que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar idéias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios; é o professor que promove oportunidades para reflexão, indo além das atividades puramente práticas; estabelece métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala de aula em que todas as idéias são respeitadas"(CARVALHO, et al, 1998, p.33). Ainda nesse processo, o professor deve preparar os materiais adequados, formar grupos para que haja a interação entre os alunos, deve encorajá-los para que não desistam, deve dar elogios, deve estar atento ao trabalho do aluno, enfim, deve servir de um guia no processo.

A formação de grupos quando se trabalha com experimento é muito importante. Não podemos desprezar a interação aluno- aluno no processo. "O professor divide a turma em grupos de quatro ou cinco alunos, que irão se reunir em torno de algumas carteiras, sobre as quais será colocado o material experimental"(CARVALHO& et al.,1998, p.40). É nesse momento que, entre iguais, há troca de experiência; a convivência e interação entre os alunos em um grupo favorecem a construção do conhecimento, e o professor é importante também nesse ponto.

Outro ponto fundamental é que o professor deve propor um problema antes da aplicação do experimento. A solução desse problema não deve ser dada aos alunos, eles próprios devem chegar a ela; o professor deve passear pelos grupos enquanto os alunos se debruçam sobre os experimentos. Nesse momento o professor verifica em cada grupo se o problema foi bem entendido. O alvo final de uma experimentação baseada em uma visão construtivista deve ser a resolução do problema pelos alunos, o que lhes confere, no processo, autonomia para manusearem os experimentos sendo agentes ativos na resolução do problema proposto. Veremos no tópico seguinte a importância da relação entre os alunos em um experimento de Física.

3.3 Interação aluno- aluno em uma atividade

Não pode ser desprezada a relação entre aluno – aluno, em uma atividade experimental, em comparação à interação do aluno com o professor, as interações entre os alunos favorecem ao entendimento do problema proposto pelo professor bem como incrementa novas possibilidades de resolução.

“Aprender a ouvir, a considerar as idéias de outro colega, não é só do ponto de vista afetivo, um exercício de descentralização; é também, do ponto de vista cognitivo, um momento precioso de tomada de consciência de uma variedade de hipóteses diferentes sobre o fenômeno discutido. Nessa situação de diálogo, os alunos são ainda estimulados por desafios as suas idéias, reconhecendo a necessidade de reorganizá-las e reconceituá-las” (CARVALHO & et al, 1998, p.31).

É por meio da discussão e da argumentação que se estabelece um ambiente favorável para uma melhor compreensão dos temas ensinados. “Dessa forma é preciso que os alunos compartilhem suas idéias com seus pares, tanto em pequenos grupos como com toda classe” (CARVALHO & et al, 1998, P.31). Vemos como se faz necessário o trabalho em grupos pequenos e também as discussões em classe nas atividades propostas. Uma experimentação baseada em uma visão construtivista considera importante a interação entre os alunos.

Quando falamos em interação entre os alunos, não estamos nos referindo ao fato de os colocarmos lado a lado e pronto; essa relação deve ser de qualidade, e para isso o professor deve planejar bem cada atividade em grupo, não é a quantidade de interação o que define o sucesso, mas a natureza dessa interação. Os alunos precisam ter um problema empolgante para resolver e que seja interessante para eles, de tal modo, que ao tentarem solucioná-lo possam criar espontaneamente um ambiente de cooperação mútua, favorecendo a interatividade.

No capítulo seguinte estudaremos sobre elementos de Astronomia.

4 ELEMENTOS DE ASTRONOMIA

O corpo desse texto tem como principais alicerces os trabalhos de Picazzo & et al. (2011) e Damineli & Stener (2010). Desde os tempos mais antigos os homens buscam respostas para perguntas sobre a vida, e sobre a natureza; e olhando para o céu começaram a relacionar fenômenos naturais terrestres com o movimento dos astros celestes. O fascínio pelo universo é bastante antigo, mesmo em épocas onde não se dispunha de instrumentos adequados para observação dos astros. Sabemos que os egípcios já observavam os Céus, e que a concepção de ano terrestre já tinha sido observada por eles.

De qualquer maneira, os egípcios conceberam a duração do ano em 365 dias, divididos em 12 meses de 30 dias a que se acrescia 5 dias (epagomenos), com o objetivo de fazer coincidir o ano civil com o ano solar. No Egito antigo, a inundação periódica do rio Nilo, entre junho a setembro, por ação das chuvas abundantes, coincidia aproximadamente com o nascer helíaco (primeira aparição anual de um astro sobre o horizonte leste) de Sothis, ou Sirius (alfa do Cão Maior) e marcava o início do ano (PICAZZO & et al, 2011, p.17).

Percebemos que a periodicidade dos astros na esfera celeste já era percebida pelos antigos povos. Os gregos também contribuíram para o conhecimento da Astronomia, de sorte que a base da Astronomia atual foi grega.

A base que sustenta a astronomia moderna, no entanto, a partir da revolução copernicana, em meados do século 16, é grega. Ou mais claramente, foi produzida na Grécia, mas com influências que se perdem no tempo, ainda que parte desse legado possa ser reconhecido. (PICAZZO & et al, 2011, p.18)

A poesia grega se destaca em incluir conhecimentos astronômicos, por exemplo, relativamente à agricultura. *“Quando as Plêiades aparecem no céu é tempo de usar a foice – e o arado, quando se põem”* – Hesíodo, poeta grego do século VIII a.C., sobre o aglomerado estelar das Plêiades.

A Astronomia como ciência tem a sua base milenar e, ao logo dos anos, mais conhecimento vem se agregando, principalmente depois da idéia de Galileu Galilei de apontar em 1609 a sua luneta para o Céu, onde visualizou com detalhes a Lua, e alguns planetas, como Júpiter e as suas Luas, Saturno e seus anéis; um cosmo muito mais parecido com o que foi proposto por Nicolau Copérnico, onde os planetas giravam ao redor do Sol, do que o sistema Geocêntrico de Ptolomeu. A Astronomia após Galileu se desenvolveu muito mais do que em 2 mil anos de História, principalmente pelo advento do telescópio. Sir Isaac Newton explica por

meio da Gravitação Universal, o motivo pelo qual os planetas se movem ao redor do Sol, e esta descoberta influencia a Astronomia até os dias atuais. Também foi ele quem aperfeiçoou o telescópio, utilizando espelhos para captar a luz dos astros, e assim reduzir o efeito da distorção nas imagens produzidas nas lentes esféricas, fenômeno este que chamamos de aberração cromática.

A astronomia atualmente está sendo impulsionada pelo uso de equipamentos ópticos maiores e mais potentes, por antenas de rádio e telescópios espaciais como o telescópio espacial Hubble, que capta imagens na faixa da luz visível, raios x e infravermelho.

Um dos telescópios espaciais mais conhecidos é o *Hubble Space Telescope*, lançado pela NASA em 1990, que é um dos equipamentos astronômicos com maior produção de resultados científicos. Com a missão de serviço executada em 2009 espera-se que o Hubble mantenha-se ativo até a entrada em operação do Telescópio Espacial James Webb. (PICAZZO & *et al*, 2011, p.18)

A era dos satélites inquestionavelmente serviu de ponte para o desenvolvimento da Astronomia, pois o domínio nessa área veio a possibilitar a inserção dos telescópios na órbita terrestre. Um telescópio espacial reduz imperfeições das imagens causadas pela atmosfera, e possibilita também a visualização de radiações espaciais, para as quais, a atmosfera da Terra é opaca, como por exemplo, os Raios X.

Desde o início dos lançamentos de satélites artificiais no final dos anos 1950, ficou claro que uma nova janela de observação se abria para a astronomia. Sem a interferência da atmosfera da Terra e possível observar faixas do espectro eletromagnético as quais a atmosfera é opaca, como as regiões do ultravioleta, dos raios X, dos raios gama ou das ondas de rádio milimétricas. Além disso, mesmo nas faixas em que a atmosfera é transparente, como a região visível, observações acima da atmosfera não sofrem os efeitos de turbulência, emissão ou absorção de radiação. (PICAZZO & *et al*, 2011, p.46)

Com a criação de equipamentos a cada dia mais complexos, tanto espaciais, quanto terrestres, o homem pôde enxergar mais longe, desvendando as características do cosmo, e buscando responder as perguntas: De onde viemos? Para onde vamos? A busca por essas respostas leva a Astronomia a enxergar cada vez mais distante. No Universo quanto mais longe se vê, mais resposta temos da origem do mesmo, pois quanto mais distante está o objeto, mais próximo do início do cosmo enxergamos. Tal fenômeno ocorre porque a luz, embora tenha velocidade de aproximadamente 300.000 km/s, percorra o espaço em um intervalo de tempo

para, ao ser emitida pelo astro, chegar até nós. Então, quando olhamos para as estrelas, estamos contemplando o passado delas, não como são no presente. Para a Astronomia, enxergar mais longe, é enxergar mais próximo do Big-Bang.

A Óptica continua sendo parceira inseparável da Astronomia; com a sua contribuição têm-se buscado telescópios cada vez mais potentes, capazes de detectar novos fenômenos do universo:

“... também foi possível triplicar o número de anãs brancas pulsantes conhecidas. Nos próximos anos, a meta é estudar vários outros astros desse tipo, inclusive usando telescópios como o de 1,6 metros de diâmetro do Laboratório Nacional de Astrofísica, o SOAR e o Gemini Sul, ambos situados no Chile...” (DAMINELI & STENER, 2010, p. 40)

O Brasil tem investido nas pesquisas em Astronomia, mesmo não dispondo de lugares para implantação de telescópios mais sofisticados, que oferecem condições ideais para observação². Mesmo assim, o país deu o ponto de partida para o estudo da Astronomia em 1970, quando construiu o Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), localizado em Minas Gerais. Esse foi o primeiro laboratório nacional capaz de produzir dados com os padrões profissionais astronômicos modernos. O observatório possui um telescópio de 1,60 m de diâmetro. Em 1990, O Brasil passou a investir em dois projetos fundamentais: Os telescópios SOAR e Gemini, buscando com que os Astrônomos brasileiros dispusessem de telescópios mais modernos e equiparáveis aos modelos internacionais atuais. “O SOAR é um projeto com desenvolvimento e construção em um conjunto que inclui astrônomos brasileiros. O telescópio está instalado no Cerro Pachon, no norte do Chile, a mesma montanha onde está instalado o Gemini Sul”. Picazzo & *et al* (2011, p. 48).

4.1 O Sistema Solar

Segundo Nogueira & Canalle (2009), desde antes do telescópio, já se conhecia a existências de planetas no Sistema Solar. Com o advento da luneta de Galileu, em 1609, se abriram as portas para mais informação; ele observou com detalhes o Planeta Júpiter e suas Luas principais, hoje conhecidas como Io, Ganimedes, Europa e Calisto. Tais descobertas marcaram o século XVII,

² Altitude mínima de 2000 acima do nível do mar, com ambiente seco (PICAZZO & *et al*, p.48)

impulsionando os astrônomos a buscarem mais detalhes sobre o cosmos. Outros cientistas deram a sua contribuição para se formular um modelo de cosmos mais próximo do real, como por exemplo, Kepler com as suas Leis do movimento celeste, que deram base observacional ao modelo heliocêntrico do Sistema Solar, revisado por Newton e sua teoria da Gravitação Universal.

Hoje sabemos que o nosso Sistema Solar é constituído pelo Sol, cujo volume poderia conter aproximadamente um milhão de planetas Terra em seu interior; a estrela mais próxima de nós, cerca de 150 milhões de quilômetros, ou uma Unidade Astronômica (1 U.A) de distância. No Universo, a distância padrão é o ano-luz, que mede aproximadamente 10 trilhões de quilômetros.

A formação do Sistema Solar é defendida pela teoria nebular como surgindo de uma nuvem de matéria (colapsada por um agente externo, creditada a morte de outra estrela), que se contraiu devido à atração gravitacional, formando o Sol e os planetas:

Essa divisão vem de quando o sistema solar se formou, a partir de uma nuvem de matéria em rotação, que aos poucos foi se contraindo por efeito da força gravitacional. No final, houve uma divisão: a maior parte da massa da nuvem inicial acumulou-se no centro e deu origem ao Sol; em compensação, a maior parte da rotação da nuvem foi repassada para os planetas (DAMINELI & STENER, 2010, p. 45)

Os Planetas do nosso Sistema Solar são em número de oito, formando dois grupos: os planetas rochosos e os planetas gasosos. Os rochosos são: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Já os planetas gasosos são: Júpiter, Saturno, Netuno e Urano.

Segundo Damineli & Stener (2010), o Sistema Solar tem mais de 165 satélites conhecidos e diversos planetas anões, dos quais podemos citar Plutão e Éris. Sabemos também, que o nosso Sistema Solar apresenta um cinturão de Asteróides entre Marte e Júpiter.

No final do século XX, os asteróides assumiram um papel de destaque na Astronomia Dinâmica. A razão principal é que hoje se conhecem cerca de 400 mil asteróides movendo-se entre Júpiter e os planetas interiores (Marte, Terra, Vênus e Mercúrio (DAMINELI & STENER, 2010. p. 22)

A Astronomia dinâmica tem considerado relevante o estudo desses asteróides, pois à força gravitacional do Sol, e dos planetas sobre eles, podem causar variação nas suas órbitas, fazendo com que alguns asteróides se aproximem de Marte, ou da Terra. Asteróides também podem ter satélites. “O primeiro deles foi

detectado pela sonda espacial Galileu. Até o momento quase cem deles já foram identificados, e o uso de Óptica adaptativa e de grandes telescópios deve revelar muitos outros.” Damineli & Stener (2010, p. 28). Estas descobertas levantam discussões sobre a sua origem e a evolução.

Conforme Picazzo & *et al*, até a distância correspondente de 31 UA estão os planetas de nosso Sistema Solar e seus satélites. A partir dessa distância temos uma região chamada de transnetuniana, onde se encontra, por exemplo, outro cinturão de Asteróides, chamado de cinturão de Edgeworth-Kuiper. É nessa região que encontramos Plutão e se estende até o limite de 50 UA de distância. O limite de nosso Sistema Solar se encontra no fim da nuvem de Oort. “Entre cerca de 30.000 UA e 100.000 UA, cometas orbitam o Sol na Nuvem de Oort. Portanto, podemos admitir o limite externo da Nuvem de Oort como região limítrofe do Sistema Solar”. Picazzo & *et al* (2011, p.144).

4.2 Estrelas, exoplanetas e Galáxias

O Sol é apenas uma dentre bilhões de estrelas da nossa galáxia. A Via Láctea é constituída por aproximadamente 200 bilhões de estrelas, que podem formar sistemas planetários, como o nosso, ao redor de cada uma delas. “A descoberta de mais de 400 planetas em torno de outras estrelas, em poucos anos de pesquisa, indica que, como era esperado teoricamente, cada estrela é circundada por um carrossel de planetas.” Damineli & Stener (2010, p. 34). Os planetas que orbitam outras estrelas são chamados de exoplanetas e, atualmente, instrumentos ópticos estão sendo projetados para encontrá-los. Nesse sentido, segundo a Wikipedia contributors (2019), destacamos o projeto do telescópio espacial Kepler que, detectou mais de 2700 exoplanetas durante o seu lançamento, em março de 2009, até sua desabilitação em outubro de 2018.

É relevante para os Astrônomos a descoberta de exoplanetas rochosos, pois se espera que em alguns deles possa ser observada vida extraterrestre. Os astrônomos se perguntam: existe vida como a da Terra em outros planetas? A chave para responder a esta pergunta está na observação de exoplanetas. Entenda-se vida como a da Terra, sendo a busca por matéria a base de carbono e água. Não podemos observá-los diretamente em um planeta, mas podemos observar a influência deles na atmosfera do planeta observado.

Os micróbios causam um impacto muito maior sobre a biosfera do que os seres macroscópicos. Por exemplo, a camada de ozônio (O₃) é formada pela fotossíntese, produzida principalmente por algas marinhas unicelulares. Essa é a assinatura mais robusta de atividade biológica. Micróbios anaeróbicos que se alimentam da matéria orgânica no intestino de animais e da decomposição de restos vegetais produzem uma camada de metano (CH₄) na alta atmosfera. Esses gases podem ser detectados facilmente por um observador fora da Terra, enquanto os seres macroscópicos permanecem literalmente ocultos sob a atmosfera, sob a água ou enterrados no solo. A contaminação biológica por micróbios é facilmente detectável. Mais do que isso, essa forma simples de vida infesta nosso planeta há 3,5 bilhões de anos, contra 0,6 bilhões de anos da vida macroscópica (DAMINELI & STENER, 2010. p. 31).

Atualmente tem-se intensificado a construção de telescópios que sejam adequados para se identificar novos exoplanetas, principalmente os que estão na zona de água líquida, local propício para existência de vida. Cada novo planeta deve ser analisado, observada a luz emitida por sua atmosfera, o que permite verificar as características da composição dos elementos presentes e inclusive de microorganismos, caso existam. A análise deve ser feita por meio da espectrografia, que é sem dúvida coadjuvante no processo de investigação.

Mesmo se nos restringirmos aos planetas rochosos, que circulam na zona de água líquida, o número esperado é de bilhões, só na Via Láctea. Tudo o que temos de fazer é construir telescópios com poder de resolução espacial suficiente para fotografar o planetinha separado da estrela hospedeira. Depois disso, analisamos sua luz através de um espectrógrafo e procuramos as assinaturas de atividade biológica (DAMINELI & STENER, 2010, p.34)

Segundo Daminieli & Stener (2010), atualmente sabemos que as estrelas se formam no que chamamos de “berçários” que são grandes concentrações de poeira e gás, as chamadas nuvens de matéria, ou nebulosas. Por causa da contração produzida pela atração gravitacional, em alguns pontos da nuvem ocorre a formação estelar. É interessante notarmos que as estrelas formadas não são únicas, na sua maioria, como é o Sol, mas observamos grande parte da formação estelar em sistemas binários, onde, o par de estrelas, gira ao redor de um ponto comum. Segundo Daminieli & Stener (2010) é no sistema binário que se consegue obter, com mais precisão, alguns dados das estrelas, como massa, raio e temperatura.

Ainda referente às estrelas, é importante se determinar as cores das mesmas, pois tal característica está associada à temperatura nas camadas exteriores desses astros. As vermelhas são mais frias. Outro aspecto importante

está relacionado ao movimento das estrelas. Quando uma estrela se aproxima de um observador sua cor fica um pouco mais azulada, quando se afasta do mesmo, fica mais avermelhada. Tal característica é relacionada ao Efeito Doppler da luz.

“... se uma estrela se aproxima de um observador, sua cor – não importa qual seja – fica um pouco mais azulada. Quando a estrela se afasta, a cor fica mais avermelhada, pois o movimento em nossa direção diminui o comprimento de onda da luz emitida e, quanto menor o comprimento de onda, mais azul parece.

Esse trabalho fica mais fácil, porém, quando se tem a disposição instrumentos de primeira linha, como o SOAR e o Gemini. Eles têm dado um impulso firme aos estudos dos brasileiros sobre nascimento, vida e morte das estrelas.” (DAMINELI & STENER, 2010. p. 47)

Depois do advento dos grandes telescópios, e dos equipamentos de observação em geral, foram observados alguns fenômenos astronômicos bastante curiosos com respeito à morte de uma estrela. Quando uma estrela morre, ela pode se transformar, em um buraco negro, ou uma estrela de nêutrons ou em uma anã branca. O que vai determinar o que a estrela será, está relacionado ao seu tamanho. “Existe uma ordem de grandeza: as anãs são restos de estrelas menores, como o Sol, e as estrelas de nêutrons e os buracos negros resultam da explosão de estrelas grandes” Damineli & Stener (2010, p.51). Os buracos negros, as anãs brancas e as estrelas de nêutrons são estrelas colapsadas. Uma estrela colapsada é o resultado de uma estrela que explodiu e ejetou massa e luz pelo Universo.

Uma nebulosa é essencialmente uma nuvem de poeira e gás e geralmente são associadas às estrelas. Quando uma estrela tem massa oito vezes menor que a massa Solar, dá origem a nebulosas planetárias. Quando a massa da estrela é oito vezes maior, dá origem a nebulosas remanescentes de supernovas, como é o caso da nebulosa do Caranguejo (Fig. 1). Em uma galáxia podemos ainda ter nebulosas que contêm na sua formação estrelas jovens, conhecidas como nebulosas difusas. Um caso desse tipo pode ser observado na constelação de Órion, próximo as três Marias (Fig. 2).

“A vista desarmada, ela parece uma pequena mancha branca, mas imagens mais profundas revelam uma estrutura extremamente complexa, contendo gás, poeira e estrelas jovens e brilhantes. Nebulosas como essa, são chamadas difusas, ou regiões HII, isto é, regiões em que o hidrogênio está ionizado, ou seja, eletricamente carregado (PICAZZO & *et al*, 2011, p.205).

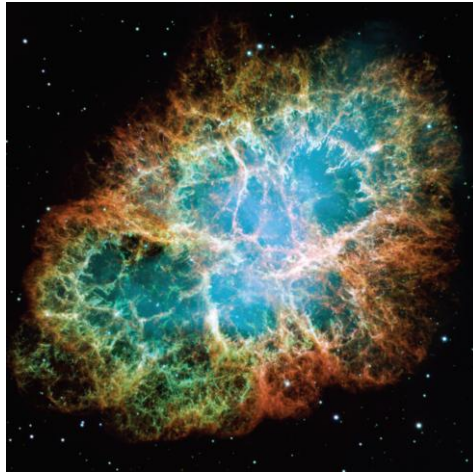


Figura 1. Nebulosa do Caranguejo.
Fonte: (PICAZZO & *et al*, 2011, p.198).



Figura 2. Constelação de Órion.
Fonte: (PICAZZO & *et al*, 2011, p.205).

Conforme Picazzo & *et al* (2011) uma galáxia é formada principalmente por estrelas, planetas, poeira e gás. Algumas galáxias são do tipo espiral, como a Via Láctea e podem conter centenas de bilhões de estrelas. Quando olhamos para o Céu noturno, alguns objetos celestes que percebemos são na verdade galáxias.

Um fato interessante sobre as galáxias é que podem existir galáxias satélites, como é o caso da nossa Via Láctea, que apresenta as galáxias satélites: grande e pequena Nuvens de Magalhães, como observado na figura 3.



Figura 3. A Via Láctea e as Nuvens de Magalhães (Roger Smith, AURA/NOAO/NSF).
Fonte: (PICAZZO & *et al*, 2011, p.205).

Uma descoberta importante para a Astronomia foram os aglomerados de galáxias. Tais aglomerados revelaram um fenômeno bastante curioso no Universo, as chamadas lentes gravitacionais. Quando a luz emitida por uma galáxia passa perto de outra, devido à grande atração gravitacional no interior do aglomerado, sofre um desvio, o que provoca a curvatura da luz, ampliando, ou mesmo duplicando, a imagem observada.

O mesmo acontece nas lentes gravitacionais, mas é a gravidade que faz a luz convergir ou divergir: se uma galáxia está na frente de outra, a gravidade da primeira pode curvar a luz que vem da segunda e aumentar ou diminuir sua imagem. Em alguns casos, uma galáxia pode até duplicar ou quadruplicar a imagem de outra. Em suma, esses “telescópios naturais” permitem ver a uma distância que seria impossível com os atuais instrumentos da astronomia, e há um esforço para levantar o maior número possível de lentes gravitacionais (DAMINELI & STENER, 2010. p. 79)

As lentes gravitacionais têm possibilitado a identificação dos aglomerados de galáxias como formações importantes para a compreensão do conteúdo de matéria do Universo.

Em 1998, foi descoberto que o Universo está em expansão acelerada. Tal descoberta se deve principalmente ao estudo das Supernovas do tipo IA. Essas supernovas são explosões de estrelas em sistemas binários e servem como parâmetro para se estudar as distâncias entre as galáxias. O afastamento das galáxias revela uma ação anti gravitacional do Universo, uma taxa de expansão crescente identificada como a aceleração cósmica. Tal fenômeno é associado ao que chamamos de energia escura, cuja origem é uma questão em aberto para a

Ciência. Estima-se que o Universo, segundo a Wikipedia contributors(2019) é constituído por 68,6% dessa forma de energia invisível ao eletromagnetismo.

Por outro lado, em 1933, verificou-se que a curva de rotação das galáxias exigia a presença de um conteúdo de matéria também invisível; nomeada de matéria escura. Existe certa quantidade de massa nas bordas das galáxias e aglomerados de galáxias que não era detectada.

Mas no final da década de 1970, foi descoberta uma grande quantidade de matéria distribuída ao redor das galáxias espirais, formando um halo de matéria invisível ou escura. A partir daí iniciou-se uma investigação por um número crescente de astrônomos e físicos e, durante a década de 1980, ficou claro que a matéria escura não pode ser toda bariônica. O principal vínculo é a quantidade de matéria bariônica deduzida a partir da observação da abundância de elementos leves produzidos durante a nucleossíntese primordial. O modelo preferido de Universo é constituído então de uma grande quantidade de matéria escura de algum tipo desconhecido e uma pequena fração de matéria bariônica³. (PICAZZO & *et al*, 2011, p.274)

A matéria escura constitui cerca de 26,8% do Universo, sendo 4,8% do mesmo constituído de hidrogênio e dos demais elementos conhecidos⁴.

Todas essas descobertas têm contribuído para entendermos sobre a origem e a evolução do Universo. A Astronomia, que se dedica ao estudo sobre os astros, tem sido beneficiada pela Óptica e pelo aperfeiçoamento dos instrumentos de observação, tanto os que se utilizam da luz visível, quanto os que se utilizam das faixas não visíveis do espectro eletromagnético, como, por exemplo, os raios telescópios e os detectores de infravermelho. A cada ano novos equipamentos são projetados a fim de enxergarmos mais longe nesse imenso e admirável Universo.

No capítulo seguinte estudaremos sobre as lentes esféricas e as suas propriedades óticas. Veremos como as lentes são importantes para a confecção de um telescópio refrator.

³ Matéria bariônica é a matéria constituída por átomos.

⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Dark_energy#/media/File:DMPie_2013.svg

5 LENTES ESFÉRICAS

5.1 Reflexão e refração da luz

A velocidade da luz em qualquer meio transparente é inferior a velocidade $c=3.10^8$ m/s, que corresponde à velocidade da luz no vácuo. Cada meio transparente é caracterizado pelo seu índice de refração n , que pode ser definido como sendo o quociente entre a velocidade da luz no vácuo, c , pelo valor da velocidade da luz no meio, v , de acordo com a equação 1.

$$n = \frac{c}{v} \quad (1)$$

Quando um feixe luminoso atinge uma fronteira de separação entre dois meios transparentes, de índices de refração, n_1 e n_2 , como por exemplo, ar e água, uma parte da luz incidente sofre reflexão e a outra parte entra no segundo meio. Se a luz incidente não for perpendicular à superfície de separação entre os meios, o feixe refratado não é, nesse caso, paralelo, ao feixe incidente. A refração, portanto será definida como sendo a variação de direção do feixe transmitido. Podemos observar na figura 4, um raio luminoso incidindo sobre uma fronteira de separação ar-vidro. O ângulo formado entre o raio incidente e a reta normal (reta que é perpendicular à superfície no ponto de incidência) é chamado de θ_1 , o ângulo formado pelo raio refratado e a reta normal, θ_2 , o ângulo compreendido entre o raio refletido e a reta normal, θ'_1 . Observe que o raio refletido se encontra no mesmo plano do raio incidente; esse plano é chamado de plano de incidência. Os ângulos θ_1 e θ'_1 são iguais. Essa igualdade é chamada de lei da reflexão, e é válida para qualquer tipo de onda, seja luminosa, ou não.

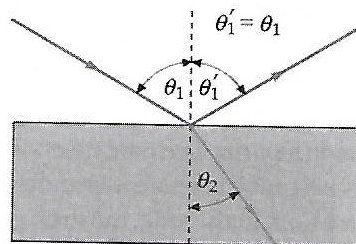


Figura 4. Refração e reflexão da luz entre os meios ar e vidro
Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.380)

Podemos observar na figura 4, os raios, incidente (aquele que incide sobre a fronteira de separação entre os meios ar e vidro, o raio que entra no vidro, chamado de raio refratado, e os ângulos θ_1 e θ_2 , que são, os ângulos de incidência e de refração, respectivamente.

Quando uma onda atravessa a fronteira de separação na qual a velocidade de propagação for reduzida, como é o caso da luz se propagando do ar para o vidro, teremos um ângulo de refração menor que o ângulo incidente. O raio refratado será desviado se aproximando da reta normal, e se o raio de luz for originado no vidro e for refratado no ar, teremos uma refração com o raio se afastando da reta normal.

Considere v_1 a velocidade da luz no meio 1 (ar), e v_2 a velocidade da luz no meio 2 (vidro), os ângulos de incidência e de refração se relacionam pela equação:

$$\frac{1}{v_1} \operatorname{sen}\theta_1 = \frac{1}{v_2} \operatorname{sen}\theta_2 \quad (2)$$

A equação 2 serve para a refração de qualquer onda que incida sobre a fronteira de separação entre dois meios.

Podemos ainda escrever a equação 2 em termos dos índices de refração dos meios 1 e 2, sendo n_1 , índice de refração do ar, e n_2 , índice de refração do vidro, como:

$$n_1 \operatorname{sen}\theta_1 = n_2 \operatorname{sen}\theta_2 \quad (3)$$

A equação 3 é conhecida como lei de Snell da refração e foi obtida experimentalmente por Willebrond Snell, em 1621.

A reflexão da luz em uma fronteira de separação entre dois meios, de índices diferentes, depende "...de um modo complicado do ângulo de incidência, da orientação do vetor campo elétrico associado à onda e dos índices de refração dos dois meios". TIPLER & MOSCA (2006, p. 383) Por exemplo, considerando o caso especial de uma incidência normal à superfície de separação dos meios ($\theta_1 = \theta'_1 = 0$), a intensidade da onda luminosa refletida pode ser expressa pela equação:

$$I = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 I_0 \quad (4)$$

Onde n_1 e n_2 , são os índices de refração dos meios, de incidência e de refração, e I_0 é a intensidade da onda luminosa incidente. Um exemplo da reflexão em uma interface ar- vidro, onde, $n_1 = 1$ e $n_2 = 1,5$, ao utilizamos a equação 4 é $I = I_0/25$. O resultado nos mostra que apenas 4% da luz incidente é refletida; o resto da onda é portanto transmitida(refratada).

Quando iluminamos um vidro transparente, uma parcela de 4% da luz incidente sofre reflexão de acordo com a equação 4. Esse fenômeno explica o fato de vidros transparentes se comportarem como espelhos em alguns casos. O fantasma de Pepper⁵, popularizado no Brasil como “a casa de Monga”, é um exemplo de aplicação da equação 4, onde percebemos a reflexão, e a refração da luz através de um vidro transparente colocado a 45 graus dos espectadores. Nesse experimento ocorre a sobreposição das imagens, refletida e refratada, através da superfície, do vidro.

5.2 Imagens formadas por refração

Consideremos um cilindro formado por um material transparente de superfície frontal esférica, também transparente, como vemos na figura 5.

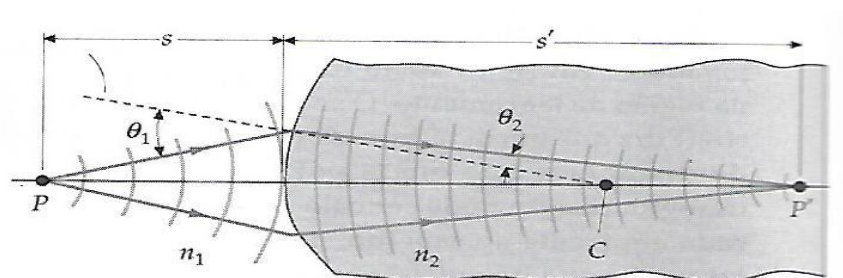


Figura 5. Refração da luz em uma superfície transparente e esférica.
Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.418)

Se este cilindro está submerso em um material transparente de índice de refração n_1 , e considerando que tal cilindro tem índice de refração n_2 , onde $n_2 > n_1$, P, sendo ponto objeto, e P', ponto imagem, podemos escrever, segundo Tipler &

⁵ “A casa de Monga” Dispositivo onde uma mulher parece transformar-se em um gorila. A transformação se dá através da projeção da imagem de um objeto oculto do público pela reflexão da luz em um vidro transparente colocado a 45 graus do observador. Uma explicação sobre o fantasma de Pepper está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xrAWgmfhOaM>.

Mosca (2006), uma equação que relaciona distância imagem s' e distância objeto s , raio de curvatura da superfície esférica r e índices de refração dos meios, como:

$$\frac{n_1}{s} + \frac{n_2}{s'} = \frac{n_2 - n_1}{r} \quad (5)$$

No referencial adotado, s' será positivo quando estiver no sentido contrário ao da luz incidente, nesse caso, no lado da refração. A equação 5 é uma aplicação da lei de Snell válida para pequenos ângulos e descreve a refração ocorrida em materiais de superfícies esféricas e pode ser aplicada em qualquer caso dessa natureza.

5.3 Lentes finas, e ponto focal de uma lente esférica

Uma das aplicações da equação 5 é evidenciada no estudo da refração da luz em uma lente esférica fina. Podemos relacionar a distância imagem com a distância objeto, em termos do índice de refração do material que compõem a lente e dos raios de curvatura das superfícies esféricas da mesma.

Considere uma lente esférica dupla convexa de índice de refração n , imersa no ar. Sejam os raios de curvatura da lente r_1 e r_2 . Quando um objeto estiver a uma distância s da primeira superfície da lente, ou seja, da própria lente, será conjugada uma imagem à distância s' da mesma, conforme a figura 6. Essa distância pode ser calculada pela equação:

$$\frac{1}{s} + \frac{n}{s'_1} = \frac{n-1}{r_1} \quad (6)$$

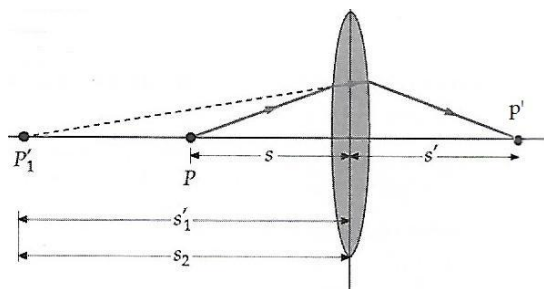


Figura 6. Lente esférica dupla convexa.
Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.422)

Agora considerando a segunda superfície, temos outra refração, cujo objeto agora, será a imagem formada pela primeira refração localizada em p'_1 . Note que imagens formadas no lado contrário à luz incidente, receberão sinais negativos, portanto esse objeto será então representado por $-s'_1$, figura 6. Nesse caso, a imagem anterior será o objeto para a refração na segunda superfície. Aplicando novamente a equação 5, para a segunda refração temos:

$$\frac{n}{-s'_1} + \frac{1}{s'} = \frac{1-n}{r_2} \quad (7)$$

Somando essas duas equações temos:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (8)$$

A equação 8 é conhecida como sendo a equação dos fabricantes de lentes e relaciona as distâncias, imagem e objeto, com características da lente e do meio onde está imersa, no caso o ar.

Segunda Tipler & Mosca (2006), o lado esquerdo da equação 8 pode ser escrito da seguinte maneira:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad (9)$$

Sendo conhecida como a equação das lentes finas, onde f representa o ponto focal de uma lente, sendo definido como o ponto imagem quando o ponto objeto está no infinito, assim como se representa nos espelhos esféricos. Podemos então escrever a equação 8 como sendo:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (10)$$

Ao contrário dos espelhos esféricos, a convenção de sinal nas lentes considera a distância imagem s' positiva quando a mesma está do lado da luz refratada, e será negativa quando for conjugada no sentido oposto ao da luz incidente. Para o ponto focal f , o sinal “é determinado pela convenção de sinais para uma única fronteira refratora. Isto é, r é positivo se o centro de curvatura está no mesmo lado da superfície em que a luz é refratada.” Tipler & Mosca (2006,p. 423). Considerando uma lente como a da figura 6, temos r_1 positivo e r_2 negativo, então f é positivo.

Como já foi mencionada, a distância focal é definida como sendo a distância imagem quando o ponto objeto está no infinito. Considere um feixe luminoso paralelo ao eixo da lente, conforme figura 7. Ao se refratar, esse feixe converge para o ponto focal. Essa lente é designada de lente convergente, e o seu ponto focal é positivo, o que nos permite chamar tal lente de positiva. Observamos que o centro de uma lente positiva é grosso e suas bordas finas.

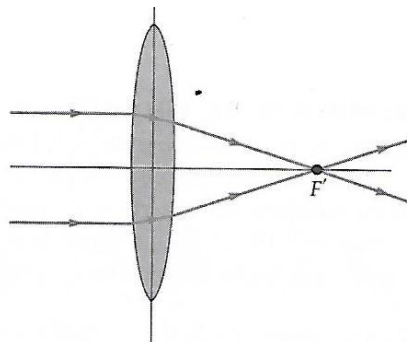


Figura 7. Lente convergente.
Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.423)

Outro tipo de lente esférica é a lente da figura 8. Quando iluminada por um feixe luminoso paralelo (feixes de luz paralelos advêm de objetos situados no infinito), refrata esse feixe de forma divergente, tendo o seu ponto focal de sinal negativo. Tal lente é designada de lente divergente (negativa), sendo caracterizada pelo centro fino, e bordas grossas. O ponto focal dessas lentes é virtual, não sendo possível concentrar a luz nesse ponto, nem tampouco projetar as imagens conjugadas, uma vez que são virtuais.

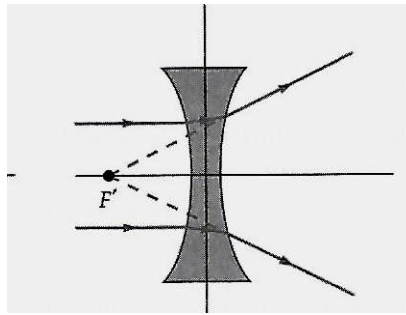


Figura 8. Lente divergente.
Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.424)

Ainda referente à distância focal convém atentarmos que, por exemplo, uma lente esférica convergente ao ser iluminada por um feixe de luz, partindo do ponto focal da mesma, refrata essa luz de forma paralela (distância imagem infinita) devido ao princípio da reversibilidade dos raios de luz. Um feixe de luz paralelo se refrata convergindo para o ponto focal e um feixe de luz partindo de um ponto focal se refrata paralelo ao eixo principal da mesma.

5.4 Potência de uma lente esférica

A potência de uma lente está relacionada à sua distância focal de acordo com a equação 11 e “mede sua capacidade de focar luz paralela em uma pequena distância da lente.” Tipler & Mosca (2006, p.425). Sendo assim, quanto menor a distância focal da lente maior a sua potência. Se a distância focal da lente for medida em metros, a potência será medida em dioptrias (dioptria é conhecida no cotidiano como sendo “graus”).

$$p = \frac{1}{f} \quad (11)$$

De acordo com a equação 11, uma lente fina de grande distância focal tem pequena potência dióptrica. Essas lentes são muito importantes na confecção de lunetas refratoras, sendo chamada de objetivas, pois captam a luz dos astros produzindo em seu ponto focal uma imagem real, que pode ser ampliada por outra lente, de grande potência, capaz de ampliar a imagem final, chamada de ocular.

5.5 Poder ampliador

A ampliação lateral de uma imagem dependerá da distância que o ponto objeto está de uma lente fina. Se considerarmos uma lente fina convergente, e traçarmos um diagrama de raios para um determinado ponto objeto, a ampliação m de uma imagem para esse ponto objeto, pode ser determinada pela tangente do ângulo θ de acordo com a figura 9.

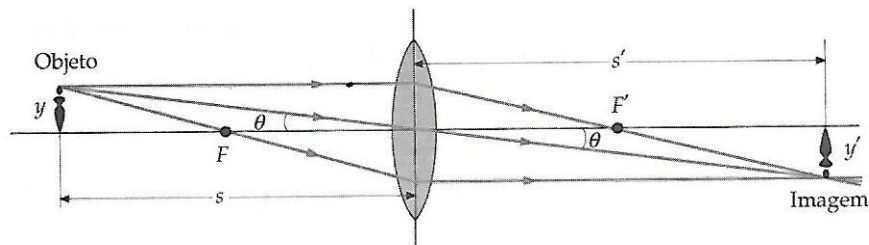


Figura 9. A ampliação lateral de uma imagem, produzida por uma lente fina.
Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.426)

No triângulo ys , temos,

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{y}{s} \quad (12)$$

Para o triângulo $y's'$ temos:

$$\operatorname{tg}\theta = -\frac{y'}{s'} \quad (13)$$

A ampliação lateral da imagem será dada pela equação

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \quad (14)$$

O sinal negativo da equação vem do fato de que a imagem produzida é invertida, sendo uma imagem real.

As ampliações serão positivas quando as imagens forem virtuais e direitas e apresentarão sinais negativos quando as imagens forem reais. Uma

imagem real é conjugada do lado onde a luz se refrata, como se pode ver na figura 9. Um fato importante é que, apenas lentes positivas produzem imagens reais. O diagrama para uma lente divergente pode ser visto na figura 10.

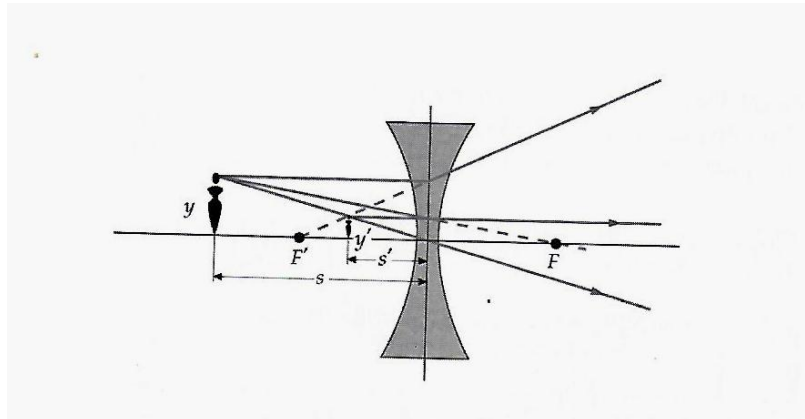


Figura 10. Imagem produzida por uma lente divergente.
Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.427)

5.6 Combinações de lentes

Uma combinação de lentes se estabelece quando a imagem produzida por uma lente serve de objeto para a segunda lente. Nesse caso, independente se a primeira imagem é real, ou virtual, haverá uma imagem final produzida pelo conjunto. Podemos ver uma combinação de lentes na figura 11.

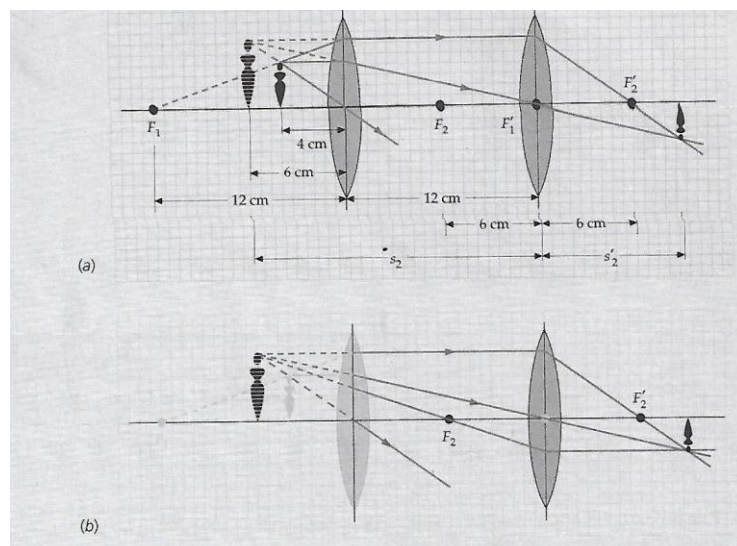


Figura 11. Combinação de lentes.
Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.429)

Note que a imagem final, figura 11b, é conjugada pela segunda lente, considerando a imagem virtual produzida pela primeira lente, como objeto para ela.

Quando duas lentes finas de distâncias focais f_1 e f_2 , são colocadas juntas (figura 11), temos lentes compostas. Segundo Tipler & Mosca (2006), o comprimento focal efetivo da associação é dado pela equação 15.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad (15)$$

De acordo com a equação 11, a potência efetiva da associação será:

$$P_{ef} = P_1 + P_2 \quad (16)$$

A expressão 16 nos fornece a potência total efetiva quando colocamos duas lentes juntas. A potência final, em dioptrias, é igual a soma das potências. Por exemplo, se colocarmos juntas, duas lentes finas convergentes, de 4 D e 2,5 D, teremos uma associação com potência de 6,5 D.

5.7 Aberrações

Quando os raios de um ponto objeto, não são focalizados em um mesmo ponto, chamamos esse efeito de aberração. A aberração acontece em qualquer superfície esférica, seja ela refletora, seja refratora. Isso acontece com os raios mais afastados do eixo central da lente, porque tais raios sofrem maiores deflexões. Quanto mais distante do eixo, maior será a aberração esférica. Para minimizar esse efeito, consideramos os raios de luz mais próximos do eixo principal da lente. A figura 12 ilustra esses efeitos.

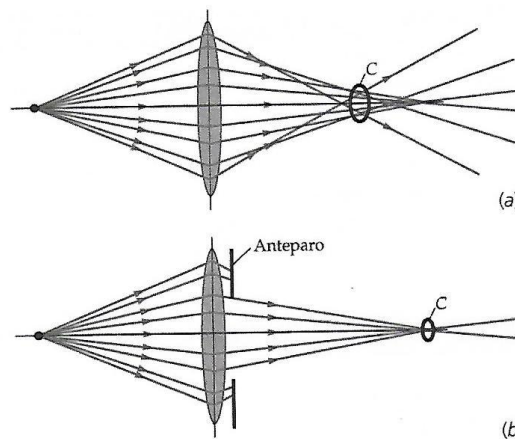


Figura 12. Aberração esférica.
 Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.432)

Note que ao observarmos os raios mais próximos do centro da lente, temos a redução da aberração esférica como se vê na figura 12b. Segundo Halliday & Hesnick (1994), essas aberrações não são defeitos nas lentes esféricas, mas são conseqüências das leis, da refração e da reflexão. Nas equações mostradas para uma lente até aqui, não foram evidenciados, esses efeitos de aberração, pois “foram usadas aproximações para pequenos ângulos no seu desenvolvimento.” Tipler & Mosca (2006, p. 432).

Algumas aberrações podem ser eliminadas nas lentes e nos espelhos, basta substituí-los por superfícies não esféricas. Temos como exemplo de superfícies não esféricas, um espelho parabólico. Nesse espelho, os raios longe do eixo central são defletidos para o mesmo ponto, figura 13.

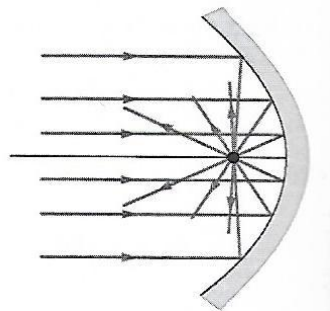


Figura 13. Espelho parabólico.
 Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.432)

Os espelhos parabólicos são uma boa alternativa para substituir as lentes esféricas em grandes telescópios, onde se procura captar uma quantidade de luz maior, para se ter uma imagem mais definida do objeto. Uma lente de grande diâmetro produz uma aberração esférica muito grande, dificultando a compreensão da imagem. Por esse fato, é que grandes telescópios usam espelhos parabólicos para captar a luz dos astros.

Outra aberração, associada às lentes esféricas é a aberração cromática. Quando um feixe luminoso composto por vários comprimentos de onda é refratado por uma lente esférica, cada comprimento de onda é refratado em uma direção diferente. Um meio transparente tem diferentes índices de refração da luz para cada comprimento de onda. Por exemplo, uma luz de comprimento de onda na faixa do vermelho se refrata menos do que uma luz na faixa do azul. Segundo a equação 10, cada comprimento focal vai depender do índice de refração do meio, então, cada comprimento de onda será refratado em um ponto focal diferente.

Uma forma de minimizar a aberração cromática, em uma lente, é colocar lentes finas juntas. Segundo Tipler & Mosca:

A aberração cromática e outras aberrações podem ser parcialmente corrigidas pelo uso de combinações de lentes, em vez de usar uma única lente. Por exemplo, uma lente positiva e uma lente negativa de maior comprimento focal podem ser usadas juntas para produzir um sistema de lentes convergentes que possui menor aberração cromática que uma única lente de mesmo comprimento focal. (Tipler & Mosca 2006, p.432)

Vemos que ao juntarmos lentes esféricas reduzimos as aberrações. Um exemplo que podemos usar para evidenciar o que falamos sobre a redução da aberração, e que está presente no nosso cotidiano, é a câmera fotográfica. Uma câmera fotográfica utiliza diversas lentes justapostas para se ter uma boa qualidade na imagem.

5.8 O ampliador simples

Uma lente esférica convergente pode ser utilizada como um ampliador simples. Para isso deve ser colocada próxima do objeto que se deseja ampliar a imagem, necessariamente entre o ponto focal e a lente, e deve ser colocada próxima ao olho. Tal situação produz uma imagem ampliada e virtual do objeto. “A lente forma uma imagem virtual no ponto próximo do olho, a mesma posição que o objeto deve ser colocado para a melhor visão pelo olho sem auxílio.” Tipler & Mosca (2006, p.436). Na figura 14 a, observamos um objeto em frente ao olho sem auxílio de uma lente, e na figura 14 b, vemos o mesmo objeto sendo visto com o auxílio de uma lente. Considerando θ_o , o ângulo visual do objeto sem o auxílio da lente, θ , o ângulo visual do objeto com o auxílio da lente, x_{pp} o ponto próximo do olho (menor distância que o objeto deve ser colocado para que se tenha formação da imagem sobre a retina) e f , a distância focal da lente utilizada.

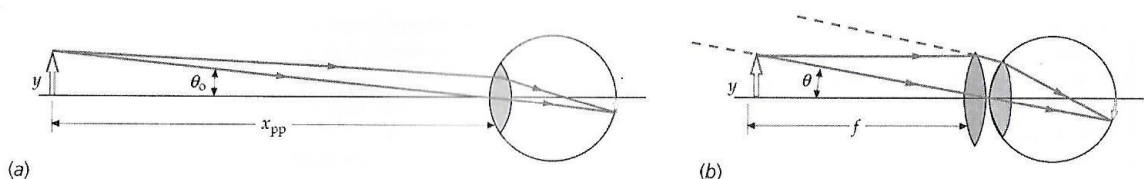


Figura 14. Objeto em frente do olho, sem o auxílio de lente (a). Objeto em frente do olho com o auxílio de lente (b).

Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.437)

O poder ampliador M de uma lente convergente pode ser expresso pela equação 17 como segue

$$M = \frac{\theta}{\theta_0} = \frac{X_{pp}}{f} \quad (17)$$

As lentes convergentes, segundo podem ser utilizadas como oculares em microscópios e telescópios, sendo ampliadores simples de imagens formadas por outras lentes, ou sistema de lentes. Vale lembrar que combinação de lentes pode ser usada para reduzir as aberrações esféricas, ao invés de uma única lente, não interferindo no princípio do ampliador simples. Uma lente ocular é composta de uma pequena distância focal, ou seja, uma grande potência dióptrica. Vejamos como é simples determinar o poder ampliador de uma ocular. Considere que um observador tenha o ponto próximo situado a 25 cm do olho e que a potência de uma determinada lente seja de 40 D, então utilizando a equação 17 temos que o poder ampliador dela é de 10 vezes.

5.9 O telescópio

O telescópio é um instrumento capaz de focar a luz de objetos muito distantes, podendo ser refrator, ou refletor. Os refratores são constituídos apenas de lentes esféricas, e os refletores utilizam um espelho (esférico ou parabólico) para captar luz dos astros.

Em um telescópio refrator temos uma lente esférica positiva de grande distância focal, utilizada como objetiva capaz de captar e concentrar a luz, emitida pelo astro, em seu foco. Uma segunda lente, também positiva, é posicionada adequadamente como ampliador simples para o aumento da imagem final. A figura 15 esboça o funcionamento de um telescópio refrator.

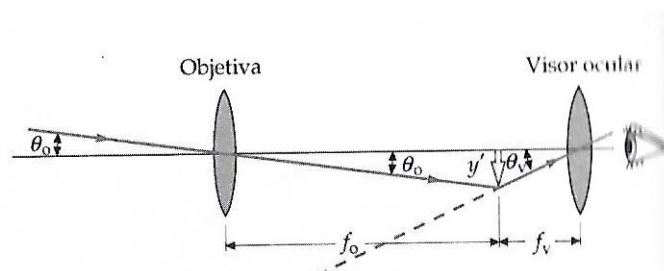


Figura 15. Telescópio refrator.
 Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.440)

A lente objetiva tem como função principal coletar a luz do objeto e formar uma imagem próxima do observador, não tem a função de ampliá-la e sim de aproximá-la. Então, a imagem real produzida pela objetiva será formada no foco, cuja distância será representada por f_o . A ocular funciona como um ampliador da imagem conjugada pela objetiva e deve ser colocada a distância f_v da imagem inicial, onde f_v é a distância focal do visor, produzindo uma imagem final no infinito. As duas lentes devem ser separadas por uma distância igual a $f_o + f_v$, conforme figura 15.

A imagem final será projetada sobre a retina do observador que perceberá uma imagem ampliada do objeto. Na figura 15 podemos ver os raios de luz que atravessam o visor (ocular) e incidem no globo ocular. Considere θ_v é o ângulo de visão através da ocular, e f_v é a distância focal da lente ocular. Perceba que a imagem y' funciona como objeto para a lente ocular, e que essa imagem se forma sobre o ponto focal do visor. Nessa perspectiva, teremos raios emergentes da lente paralelos, que entram no olho como se tivessem sido emitidos por um objeto no infinito e, ao incidirem sobre o olho, serão refratados e projetados sobre a retina, formando uma imagem com nitidez. Fig. 16.

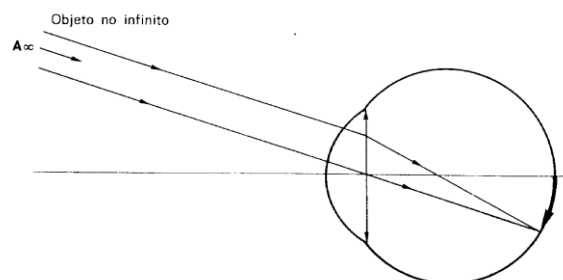


Figura 16. Imagem formada de um objeto no infinito.
Fonte: Óptica- manual

Segundo Halliday & Resnick (1994), o poder ampliador de um telescópio é definido pela equação 18, onde m é o poder ampliador, θ_0 é o ângulo de visão do objeto sem auxílio, e θ_v é o ângulo visual do objeto percebido pela lente ocular, f_o é o foco da lente objetiva, e f_v é o foco da lente ocular.

$$m = \frac{\theta_v}{\theta_0} = -\frac{f_o}{f_v} \quad (18)$$

Considere um telescópio formado por duas lentes positivas, de 2 m e 10 cm, de distâncias focais, a ampliação dele será igual a 20 vezes. Segundo a equação 18 é importante verificarmos que uma grande ampliação é produzida

quando temos uma objetiva de grande distância focal, e uma ocular de pequena distância focal. Lembrando que a objetiva e a lente ocular de um telescópio, podem ser formadas por uma combinação de lentes, a fim de reduzir as aberrações esféricas.

Um espelho esférico pode ser utilizado para eliminar a aberração cromática que é inerente as lentes esféricas. Um telescópio refletor é constituído por um espelho esférico côncavo que capta luz, fazendo papel da ocular. Podemos ver este telescópio na figura 17.

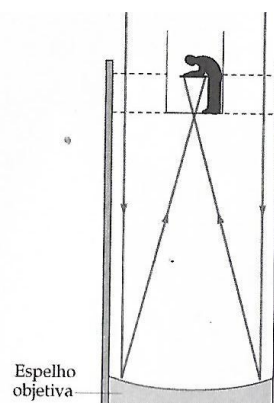


Figura 17. Telescópio refletor.
Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.441)

Os telescópios refletores podem ser constituídos por espelhos esféricos, ou mesmo parabólicos. Estes últimos apresentam vantagens quanto aos que utilizam espelhos esféricos, por eliminar as aberrações cromáticas, sendo mais leves do que as lentes esféricas, e podem ser colocados em telescópios de grande porte, que precisam de objetivas maiores de 1,0 m de diâmetro. Com a evolução dos telescópios, a Astronomia também evoluiu, e na atualidade, a visão dos astros tem desvendado mistérios para a humanidade, outrora ocultos. Hoje já temos telescópios espaciais, como o telescópio Hubble, que além de utilizar espelhos, está livre da interferência da atmosfera e sem dúvida, tem contribuído para que o homem conheça mais a fundo o Universo que o contém.

No próximo capítulo evidenciaremos a metodologia que será utilizada para a confecção de um telescópio refrator em uma turma da segunda série do Ensino Médio. Nessa parte, teremos a oportunidade de construir um instrumento ótico, que é abordado no conteúdo regular de lentes esféricas.

6 METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida tem um caráter qualitativo, pois conforme Gil (2009), não prioriza a quantidade como requisito principal para as análises feitas. Englobando a idéia do subjetivo, onde são expostas sensações e opiniões. Quanto aos fins da pesquisa, temos que é do tipo metodológica, pois está associada a caminhos, procedimentos e formas para se atingir um determinado objetivo (MORESI, 2003). Ainda, quanto aos meios, a nossa pesquisa é de caráter bibliográfico, pois utilizamos contribuições de diferentes autores para o tema pesquisado. As fontes pesquisadas foram primárias e secundárias. Temos, portanto, uma pesquisa qualitativa de caráter metodológico e bibliográfico.

O campo da nossa pesquisa é caracterizado por uma escola da rede privada de ensino, Instituto Santo Antônio, na cidade de Campina Grande, onde o pesquisador leciona. A amostra analisada será composta por 24 alunos, pertencentes à 2ª série do Ensino Médio, de uma turma única da referida escola.

Como a nossa pesquisa é metodológica, e aceita procedimentos e formas para determinado fim, iniciaremos a aplicação da mesma, com os alunos, em fevereiro de 2019 e terminaremos em março do mesmo ano, onde inseriremos a proposta na primeira unidade letiva, pois nela decorre o conteúdo de lentes esféricas. Tal proposta visa trabalhar a nossa pesquisa paralela ao conteúdo ministrado, uma vez que o nosso objetivo é o ensino de lentes e Astronomia através da construção de uma luneta refratora astronômica; teremos a possibilidade de trabalharmos o conteúdo curricular paralelo à mesma e encerraremos, ainda na unidade citada, após termos abordado todo o conteúdo necessário.

O fim do conteúdo de lentes esféricas no Ensino Médio coincide com o estudo de instrumentos ópticos, o que nos permite culminar a nossa pesquisa com a construção da luneta astronômica. Considerando como foco principal o telescópio, aplicaremos uma sequência didática complementar às aulas, composta por 10 aulas adicionais, onde visam especificamente à construção da luneta. Nelas teremos aulas sobre espelhos planos, espelhos esféricos e aplicações, lentes e aplicações e elementos de Astronomia.

A nossa proposta é trabalharmos priorizando a interação, entre os alunos com o professor e dos alunos entre si. Para isso, dividiremos a turma para os encontros, 1,3 e 5, em grupos de cinco alunos(um grupo ficará com quatro). Esses

encontros são para o trabalho experimental, de construção, e também de observação dos experimentos propostos. Tal proposta reforça a interação entre os participantes do grupo. Essa decisão está baseada primeiramente no nosso aporte teórico, Vigótsky, com foco na interação entre os participantes, e na perspectiva construtivista para a experimentação no ensino de Ciências. “O professor divide a turma em grupos de quatro ou cinco alunos, que irão se reunir em torno de algumas carteiras, sobre as quais será colocado o material experimental” (CARVALHO & et al.,1998, p.40). Ainda sobre a formação de grupos. “Dessa forma é preciso que os alunos compartilhem suas idéias com seus pares, tanto em pequenos grupos como com toda classe” (CARVALHO & et al,1998, P.31).

No segundo encontro teremos novamente a formação de grupos, dessa vez com três alunos, diferentes dos grupos anteriores. Essa divisão de grupos será para leitura de um texto sobre telescópios e permite a interação dos alunos com outros participantes. Será aleatória, permitindo que os alunos escolham os seus grupos. E por fim, favoreceremos a interação dos alunos no grande grupo, entre si, e com o professor, que nesse caso é o agente capaz no processo, e a interação nesses momentos acontecerá nas discussões após o que for sugerido pelo professor, seja a leitura do texto, ou a visualização dos vídeos acessados.

A sequência didática será desenvolvida da seguinte maneira: O primeiro encontro abordará a reflexão da luz em espelhos planos. Nesse encontro, os alunos formarão grupos de cinco alunos(um dos grupos com quatro) e buscarão conhecimento sobre como inverter uma imagem virtual, utilizando associação de espelhos. No segundo encontro, trabalharemos sobre a aplicação de espelhos esféricos e uso dos mesmos em telescópios. Nessa parte veremos os principais telescópios refletores e conheceremos mais um pouco sobre o telescópio espacial Hubble. O nosso terceiro encontro será destinado ao estudo das lentes e a aplicação das mesmas em um telescópio (luneta). Veremos especificamente nessa aula, como determinar o foco de uma lente esférica, sua potência dióptrica, o uso de lentes esféricas em um telescópio e ampliação final de uma imagem em uma luneta. No quarto encontro, estudaremos elementos de Astronomia e as aplicações da Óptica nesse campo de estudo. No quinto e último encontro, será destinado à confecção de uma luneta astronômica. A seqüência didática pode ser vista no sétimo capítulo dessa dissertação. Todos os encontros (momentos) serão compostos por duas

horas-aula, de 50 minutos cada, podendo ser intercaladas entre si ou não, exceto no momento final, onde teremos as duas aulas juntas para construir a luneta.

A nossa proposta será baseada na teoria de Vygotsky que, segundo Cristina (1994), enfatiza a importância da interação aluno-aluno, e aluno-professor, como primordial para o desenvolvimento dos mesmos. O professor é o agente mais capaz nesse relacionamento, onde por meio de sua intervenção os guiará na construção do conhecimento. Também como apoio às atividades experimentais utilizaremos o trabalho de Carvalho e et al. (1998) afim de que tenhamos uma aplicação experimental em uma visão construtivista.

Dividiremos cada turma em equipes, para que os alunos possam interagir e compartilhar conhecimento entre eles, durante as aulas ministradas, segundo a seqüência didática proposta.

A aplicação da nossa proposta será realizada na primeira unidade, do ano corrente, pois aproveitaremos o conteúdo em curso, qual seja: lentes esféricas e aplicações, que será ministrado na 1ª unidade letiva, e adicionaremos apenas o conhecimento específico para a construção da luneta nos cinco momentos de nossa seqüência didática. A construção da luneta ocorrerá no final dessa unidade, onde serão aplicados os conhecimentos desenvolvidos no bimestre. Cada unidade corresponde a um bimestre letivo.

Aproveitaremos a oportunidade para inserirmos a Astronomia no Ensino Médio, colocando-a como pano de fundo no estudo das lentes, por verificarmos a relevância dessa área para a humanidade, e instigarmos a satisfação e a motivação dos alunos no estudo da óptica geométrica. Segundo Dias & Santa Rita (2008), o estudo da Astronomia chama bastante a atenção das pessoas em qualquer faixa etária, além de fazer parte da matriz curricular proposta pelos PCNs.

Por fim, após a construção da luneta disponibilizaremos a seqüência didática final, que será o produto educacional de nossa dissertação, e guiará outros professores para futuras realizações. No próximo capítulo veremos a seqüência didática sugerida para aplicação no Ensino Médio.

7 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

7.1 Apresentação

A seqüência didática a seguir refere-se aos temas relacionados com a Óptica. Estudaremos conteúdos referentes aos espelhos, planos e esféricos, e às lentes esféricas. No primeiro encontro, trabalharemos sobre a reflexão da luz nos espelhos planos. Nessa parte, os alunos observarão experimentos de demonstração a respeito de reflexão da luz e construirão dois experimentos: um caleidoscópio e um periscópio. No segundo encontro trabalharemos o tema espelhos esféricos, e enfatizaremos a aplicação dos espelhos esféricos na construção de um telescópio. Exploraremos nesse momento os diferentes tipos de telescópios.

No terceiro encontro, trabalharemos sobre o tema lentes esféricas e a relação entre foco de uma lente e sua potência dióptrica. Veremos ainda como construir uma luneta astronômica e como calcular a sua ampliação total. No quarto encontro, estudaremos sobre Astronomia, e sua evolução ao longo dos anos. No quinto encontro construiremos uma luneta astronômica refratora.

7.2 Objetivo geral

O objetivo da seqüência didática proposta é proporcionar aos alunos o conhecimento necessário para a construção de uma luneta, como uma aplicação do estudo de lentes esféricas, uma vez elaborado o roteiro de montagem e manuseio do instrumento óptico.

7.3 Motivação

Ao lecionar o conteúdo de lentes esféricas foi percebido pelo presente autor, ao longo dos anos de ensino, que, embora seja um conteúdo cheio de aplicações, os alunos sentem-se poucos motivados e desinteressados com o tema. Notamos que apenas a exposição teórica não consegue mantê-los concentrados. Buscando alterar essa assertiva propomos a inserção da Astronomia nas aulas de lentes esféricas e a construção de um telescópio refrator (luneta), ao término da exposição do conteúdo. Os encontros serão realizados através de aulas expositivas e dialogadas, com confecção e demonstração de experimentos, e visualização de vídeos. O ápice do nosso trabalho será a construção da luneta.

Primeiro encontro

Tema

Reflexão da Luz em espelhos planos.

Número de aulas

Serão duas aulas.

Objetivos

- Compreender a natureza da imagem formada por um espelho plano.
- Explorar a associação de espelhos planos.
- Compreender que outras superfícies também podem refletir a luz.
- Verificar a formação de imagens em uma associação de espelhos planos.
- Perceber a inversão de uma imagem quando refletida por diversos espelhos.
- Construir um caleidoscópio.

Conteúdos

- Reflexão da luz.
- Espelhos planos.

Público alvo

Estudantes do 2º ano do Ensino Médio do colégio Instituto Santo Antônio (ISA).

Atividade

No início da aula, o professor lançará uma problematização sobre espelhos planos, ressaltando a importância do uso dos objetos no cotidiano e no mundo tecnológico. Como por exemplo:

- Onde observamos o uso dos espelhos na tecnologia?
- Que tipo de imagem é produzida por espelhos planos?
- Podemos inverter uma imagem usando mais de um espelho?
- Se associarmos dois espelhos planos, o que acontece com o número de imagens?
- Um corpo transparente pode se comportar como um espelho?

Logo em seguida, teremos algumas atividades experimentais, onde dividiremos os alunos em grupos, de cinco alunos, para que possam manusear os experimentos. Esses grupos de cinco alunos serão mantidos durante as aulas experimentais. As atividades serão as seguintes:

Primeira: Formação de imagens em um espelho plano. Os alunos receberão um pedaço de vidro plano e transparente, e duas velas. Uma posicionada atrás do vidro, e a outra posicionada à frente, ambas à mesma distância do vidro. Com um fósforo acenderemos a vela da frente, e observaremos o que acontece. O objetivo dessa demonstração é a compreensão da natureza da imagem formada por um espelho plano.

Segunda: Cada grupo receberá um kit com dois espelhos planos associados e um transferidor. O professor proporá diferentes ângulos de associação dos espelhos para visualização das imagens formadas. O objetivo dessa atividade é a compreensão de que, ao associarmos espelhos planos, podemos ter a formação de várias imagens, e que a quantidade de imagens, depende do ângulo no qual os espelhos estão associados.

Terceira: Cada grupo receberá um objeto e três espelhos planos. O professor proporá a visualização desse objeto através desses espelhos; primeiramente por um espelho apenas, posicionado a certa distância desse objeto. Em seguida, mantendo fixo o objeto, colocaremos o segundo espelho em frente ao primeiro e observaremos a imagem final produzida. O objetivo desse experimento é a observação de que com dois, ou mais espelhos, podemos inverter lateralmente a imagem produzida pelos espelhos.

Ao término das demonstrações faremos uma discussão no grande grupo sobre os fenômenos observados, e o professor concluirá com uma exposição oral ressaltando, formalmente, o que foi visualizado.

Na segunda parte do encontro, o docente proporá a confecção de dois aparatos experimentais, construídos com espelhos planos e/ou materiais transparentes. Um caleidoscópio e um periscópio. As construções se realizarão guiadas por um roteiro sob orientação do professor. Cada equipe apresentará ao término do encontro as suas construções. No momento final, o professor discorrerá formalmente sobre o funcionamento de cada uma delas. Os roteiros para as construções estão nos anexos, 1 e 2, dessa dissertação.

Segundo encontro

Tema

Aplicações dos espelhos esféricos - telescópio refletor

Número de aulas

Serão duas aulas (alternadas)

Objetivos

- Entender o funcionamento do telescópio Hubble
- Entender a importância do espelho esférico na Astronomia.

Conteúdos

- Aplicações dos espelhos esféricos.
- Telescópio refletor

Público alvo

Estudantes do 2º ano do Ensino Médio do colégio Instituto Santo Antônio (ISA).

Atividade

Esse encontro será dividido em duas partes, onde o professor, na primeira parte mostrará um vídeo sobre o telescópio Hubble⁶. Ao término do vídeo, o professor fará uma discussão sobre o uso de um espelho esférico em um telescópio, e sobre a importância dos telescópios espaciais.

O segundo momento será realizado com a aplicação de um texto que trata dos diferentes tipos de telescópios⁷. Os alunos serão divididos em grupos de três participantes; a formação de grupos nesse momento é aleatória, sendo facultado aos alunos a escolha dos participantes de seu grupo. Cada membro da equipe receberá um texto. Os alunos lerão o texto individualmente e discutirão em grupo o que leram. Ao término da leitura, o professor levantará uma discussão sobre o tema no grande grupo. A conclusão desse momento será realizada pelo professor que fará uma exposição teórica sobre as aplicações dos espelhos esféricos em telescópios.

Terceiro encontro**Tema:**

Convergência e foco de uma lente esférica.

Instrumentos ópticos: Telescópio.

Número de aulas:

Dois aulas seguidas.

⁶ O vídeo pode ser encontrado em <https://www.youtube.com/watch?v=UDQskO-vtt8>

⁷ Fonte do texto: <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas90.htm>

Objetivos.

- Compreender a relação entre foco e convergência de uma lente.
- Verificar a ampliação de uma imagem em uma associação de lentes.
- Entender qual lente deve ser utilizada para construção de um telescópio.
- Entender a construção de um telescópio

Conteúdos.

- Convergência de uma lente.
- Telescópio.
- Associação de lentes em um telescópio.

Publico alvo

Estudantes do 2º ano do Ensino Médio do colégio Instituto Santo Antônio(ISA).

Atividade

No primeiro momento desse encontro, o professor dividirá a turma em grupos, e para cada grupo entregará um par de lentes esféricas de potências diferentes. O docente proporá para os grupos, o desafio de encontrar o foco de cada lente, e em seguida, encontrar a convergência delas. Tal procedimento será mediado pelo professor, que intervirá dando sugestões aos grupos. Ainda nesse momento o professor fará uma exposição oral sobre o tema telescópio, expondo qual é o processo físico para a construção de uma luneta astronômica.

No segundo momento, o professor proporá a exibição de dois vídeos⁸ sobre a construção de uma luneta.. Ao término da exibição, o professor fará uma discussão no grande grupo sobre os vídeos mostrados e concluirá o momento com uma exposição oral sobre como calcular a ampliação final em uma luneta astronômica.

Quarto encontro**Tema:**

Elementos de Astronomia.

⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0&t=93s>

<https://www.youtube.com/watch?v=oUQSzebtcEg&t=145s>

Numero de aulas:

Duas aulas intercaladas.

Objetivos.

→ Entender a importância da Astronomia ao longo da história e perceber que a mesma existe antes dos instrumentos de observação.

→ Conceituar Astronomia.

→ Compreender o Sistema Solar.

→ Definir estrelas, constelação e aglomerados estelares.

→ Compreender, a importância dos instrumentos de observação para a evolução da Astronomia.

→ Entender sobre os conceitos de galáxias, nebulosas e supernovas.

Conteúdos

- Definição de Astronomia.
- O Sistema Solar.
- A Via Láctea.
- Galáxias.
- Aglomerados de Galáxias.

Publico alvo

Estudantes do 2º ano do Ensino Médio do colégio Instituto Santo Antônio(ISA).

Atividade

No primeiro momento desse encontro, o professor fará uma exposição dialogada sobre a Astronomia, utilizando como recurso didático uma apresentação de slides sobre o Tema. A apresentação está disponível no anexo quatro dessa dissertação.

O segundo momento será dividido em duas partes. O professor apresentará, na primeira, três vídeos⁹ sobre Astronomia. No primeiro Vídeo, será abordado um resumo histórico da Astronomia. No segundo vídeo serão apresentadas algumas curiosidades sobre o movimento de rotação da Terra, e no terceiro vídeo, haverá uma abordagem sobre estrelas de nêutrons. Na segunda

⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=mRuYo68dWPg>

<https://www.youtube.com/watch?v=mcfV5vblyRM>

<https://www.youtube.com/watch?v=QRQgoNtgwv4>

parte desse momento, o professor fará a apresentação do software Stellarium para os alunos.

Quinto encontro

Tema:

Telescópio.

Número de aulas

Duas aulas seguidas.

Objetivo

→ Construir uma luneta astronômica.

Conteúdos

- Instrumentos ópticos (Telescópio)

Público alvo

Estudantes do 2º ano do Ensino Médio do colégio Instituto Santo Antônio (ISA).

Atividade

Esse momento será dividido em duas partes. Na primeira, o professor separará a turma em grupos de cinco alunos e entregará um roteiro para construção de uma luneta astronômica para cada grupo. Nesse momento os alunos interagirão entre si e construirão a luneta. Cada grupo construirá a sua luneta astronômica. O professor durante esse momento estará supervisionando os grupos, repassando dicas, e os guiando na construção.

O segundo momento está destinado à apresentação da luneta. Cada grupo escolherá um representante para discorrer oralmente, para o grande grupo, sobre a sua construção. Cada grupo terá a oportunidade de visualizar as lunetas dos demais. O professor encerrará esse momento discursando sobre as construções. O primeiro momento desse encontro será de 75 minutos, e o segundo momento de 25 minutos. O roteiro para a construção da luneta está no anexo 3 dessa sequência.

8 RELATO DA APLIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesse relato descreveremos cada encontro da sequência didática que foi aplicada em uma turma da segunda série do Ensino Médio do Instituto Santo Antônio. Uma escola da rede privada de ensino da cidade de Campina Grande PB. A referida turma era composta de 24 alunos, e a aplicação se deu no período de 28 de fevereiro de 2019 a 14 de março do referido ano. As aulas propostas pela sequência didática constituíram uma base adicional para os alunos, dentro da primeira unidade letiva, a qual se estudava os conteúdos relacionados ao estudo das lentes esféricas. Cada tema sugerido nas aulas é relacionado à confecção de um telescópio ao final da aplicação da seqüência didática.

8.1 Aplicações das etapas da sequência didática

Aula 1

- Tema: Reflexão da luz em espelhos planos.
- Objetivo: Compreender, a natureza das imagens conjugadas por um espelho plano e as associações de espelhos planos.

Descrições das ações:

Nessa aula, inicialmente o professor separou a turma em grupos de cinco alunos. Uma problematização inicial sobre o tema reflexão foi realizada, perguntando:

Que tipo de imagem é formada por um espelho plano?

Um vidro transparente pode servir de espelho?

O que acontece quando colocamos um objeto entre dois espelhos?

Quantas imagens são formadas?

Podemos inverter uma imagem quando utilizamos dois ou mais espelhos?

Após a problematização inicial, o professor entregou para cada grupo um pedaço de vidro transparente e massa de modelar. O kit era composto de um vidro transparente, massas de modelar, duas velas, régua e fósforos.

Foi sugerido pelo professor que os alunos colocassem o vidro perpendicular à mesa e com as massinhas o fixasse, fazendo um suporte para o vidro, figura 18.



**Figura 18. Vidro fixado perpendicular à superfície.
Fonte: própria**

Uma vela foi posicionada à frente do vidro e em seguida foi medida a sua distância em relação ao mesmo. O professor sugeriu que os alunos colocassem outra vela (apagada), desta vez, atrás do vidro e que a distância dela também fosse medida em relação ao vidro. Logo em seguida, o professor pediu para que acendessem a primeira vela e observassem a imagem dela refletida pelo vidro. Os alunos observaram que a segunda vela (a que estava atrás do vidro) também aparecia acesa, concluindo que a imagem conjugada da vela acesa estava exatamente onde se colocara a segunda vela, figuras 19 e 20.



**Figura 19. Duas velas colocadas à mesma distância do vidro. Uma delas acesa.
Fonte: própria**



Figura 20. Imagem formada pelo vidro sobreposta sobre a segunda vela.
Fonte: própria

Os alunos puderam mexer na posição das velas e observaram que as imagens não estavam mais sobrepostas. Ao mexerem na posição da vela, perceberam que a imagem conjugada pelo espelho se formara atrás dele e, que a distância dela ao espelho, coincidia com a distância da segunda vela ao espelho. Foi interessante nesse momento, porque nele, os alunos puderam compreender o conceito de imagem virtual. O professor ao passar pelos grupos realizava perguntas sobre aquela imagem observada, como por exemplo, qual é a distância da imagem conjugada ao espelho? Os alunos responderam segundo suas observações. Foi importante notar que a resposta dos alunos, em sua maioria foi:

“A distância foi a mesma”.

Após o término do primeiro experimento, o professor entregou outro kit para os alunos, dessa vez cada grupo recebeu dois espelhos planos e uma fita adesiva para fixar os espelhos, um no outro.

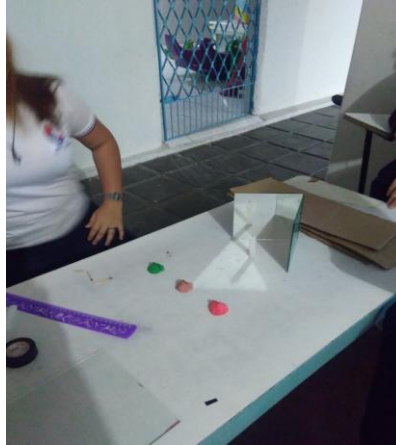


Figura 21. Associação de espelhos planos.
Fonte: própria

O professor sugeriu que fosse colocado um objeto entre os dois espelhos, e que os alunos observassem as imagens conjugadas. Em seguida, que fossem mudando o ângulo entre os espelhos. Perceberam que ao diminuírem o ângulo, um maior número de imagens era formado. Cada grupo pode montar e manusear o experimento Fig. 22, afim de que pudessem responder a problematização inicial: “O que acontece quando colocamos um objeto entre dois espelhos planos? Quantas imagens serão produzidas na associação?”



Figura 22. Associação de espelhos planos.
Fonte: própria

Percebemos a interação entre os alunos nos grupos, pois ao manusearem os experimentos, observavam as imagens, as contavam e respondiam quando questionados pelo professor. Um grupo em especial acendeu as velas para observar as respectivas imagens e se percebia uma admiração pelo fenômeno

evidenciado, em que ocorria diversas imagens de velas acesas entre os dois espelhos.

Logo em seguida, o professor entregou para cada grupo dois espelhos planos e com o auxílio de uma fita, os alunos marcaram na mesa um quadrado usando fita isolante preta, figura 23. O problema proposto para o aluno nessa atividade era: “Será possível inverter uma imagem usando espelhos planos?”

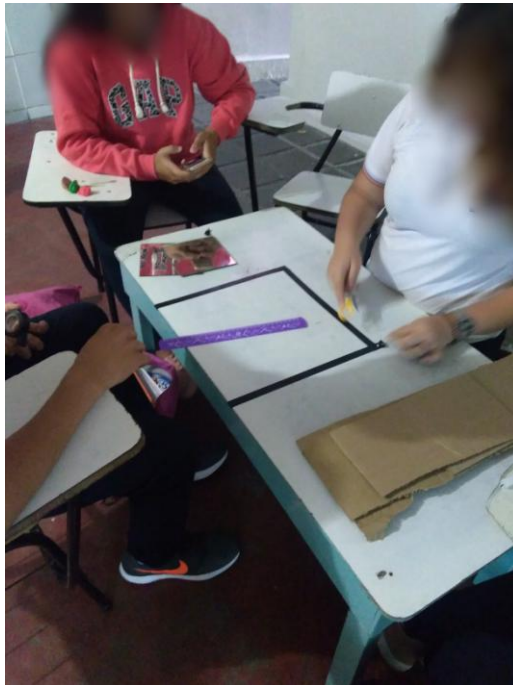


Figura 23. Montagem dos espelhos para observar a inversão da imagem.
Fonte: própria

Um objeto colorido foi colocado em uma das extremidades desse quadrado. Nos dois vértices superiores, o professor sugeriu que fossem colocados os espelhos, um em cada vértice, de tal forma, que fosse observada uma imagem sem inversão lateral no quarto vértice.



Figura 24. Espelhos posicionados para a inversão da imagem.
Fonte: própria

Nesse experimento os alunos posicionaram os espelhos de diversas maneiras e ângulos diferentes. Fizeram mudanças nas posições dos espelhos até encontrarem uma maneira de inverter a imagem. Nesse momento, o professor passeava pelos grupos verificando as observações e o manuseio. Alguns palpites, na interação entre os participantes, não davam resultado, mas os grupos foram encontrando a solução do problema gradualmente, até que todos verificaram o efeito. Após o experimento, uma aluna declara que gostou muito da construção.

“Não sabia que poderia inverter os lados de uma imagem com espelhos”.

Observe na figura 24 os espelhos devidamente posicionados para inverter a imagem. Observe ainda, que o objeto tem cores, azul e vermelha nos lados, esquerdo e direito, respectivamente. Ao observar a imagem desse objeto no segundo espelho (à esquerda), notamos que os lados aparecem sem inversão de cores Figura 24.

Com esse experimento, os alunos puderam perceber que dois espelhos planos, posicionados corretamente (ângulo de 45 graus) podem inverter uma imagem lateralmente.

No término das observações, o professor discursou no grande grupo sobre os experimentos manuseados pelos alunos e voltou à problemática inicial. A

maioria deles respondeu corretamente às perguntas feitas no início, como por exemplo:

Pode um vidro transparente funcionar como um espelho?

Podemos inverter uma imagem utilizando mais de um espelho?

A aula termina com os alunos respondendo as perguntas realizadas pelo professor de acordo com o que observaram nos experimentos. Em ambas as perguntas, as respostas foram positivas.

Aula 2

- Tema: Reflexão da luz em espelhos planos.
- Objetivo: Aplicar os conceitos de reflexão da luz construindo dois aparatos experimentais: um caleidoscópio e um periscópio.

Descrições das ações:

No início da aula, o professor entregou três réguas transparentes de 30 cm cada uma para cada grupo. Entregou também um pedaço de papel cartão preto para os grupos e fita adesiva. O professor sugeriu que cada grupo construísse um caleidoscópio e orientou cada um como fazê-lo. Um roteiro estava disponível para facilitar a construção do caleidoscópio. Essa construção não foi tão simples, pois mesmo com as dicas dadas pelo mediador, alguns grupos estavam colocando as réguas de forma inadequada, ou seja, sem formar uma base triangular; alguns alunos tentavam construir um retângulo. Esse fato fez perceber que alguns ainda não conheciam o caleidoscópio. A interação, nesse experimento, professor-aluno foi bastante relevante para a resolução do problema. Cada grupo construiu o seu caleidoscópio e o professor, mediando o processo, pediu para que fossem observados diversos objetos com o equipamento construído. Evidenciamos, nesse experimento, uma boa interação dos alunos em seus grupos, tanto na construção como na observação. As figuras abaixo ilustram as observações dos alunos com o caleidoscópio.



Figura 25. Caleidoscópio.
Fonte: própria

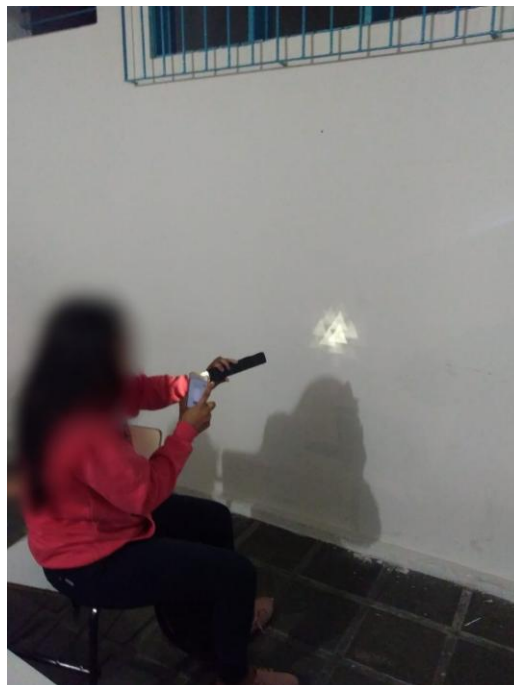


Figura 26. Observação do caleidoscópio pelos grupos.
Fonte: própria

Ao construírem o caleidoscópio, um entusiasmo foi notório entre alguns grupos. O vislumbre tomou conta dos alunos ao observarem as imagens múltiplas produzidas pelo aparato. Aqui ao interagir com os grupos, um em especial, indagou o quanto era prazeroso produzir reflexões em objetos transparentes como régulas,

mesmo depois de terem percebido esse fenômeno no primeiro experimento. Cada experimento se mostrou inédito para eles.



Figura 27. Observando um objeto colorido com o caleidoscópio.
Fonte: própria



Figura 28. Imagem produzida por um caleidoscópio.
Fonte: própria

Após o término da construção do caleidoscópio o professor discorreu oralmente sobre o caleidoscópio e cada grupo visualizou o experimento do outro.

O outro experimento, o periscópio, foi sugerido, pelo professor, como uma atividade conjunta extra classe, uma vez que não houve tempo suficiente em uma única aula para concluir os dois experimentos. Cada grupo levou um roteiro de construção, de modo a entregar o seu periscópio até o fim das aulas preparatórias para construção da luneta. A figura abaixo ilustra a apresentação do periscópio realizada pelos alunos.



Figura 29: Apresentação do periscópio.
Fonte: própria

Aula 3

- Tema: Aplicações dos espelhos esféricos: O telescópio refletor.
- Objetivo: Nessa aula, buscamos o entendimento dos diferentes tipos de telescópios e a importância de um espelho esférico na construção de um telescópio.

Descrições das ações:

No início da aula, o professor separou a turma em grupos de três alunos, e entregou um texto¹⁰ sobre os diferentes tipos de telescópios para cada aluno. Vale ressaltar que os alunos que faziam parte dos grupos nesta aula era diferente da anterior. Nesse momento, os alunos leram o texto grifando pontos importantes na leitura, principalmente sobre os diferentes tipos de telescópios e autores. A formação dos grupos foi importante, porque durante a leitura, cada aluno poderia interagir com os demais do grupo sobre eventuais dúvidas que fossem surgindo na leitura.

¹⁰ Fonte do texto: <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas90.htm>



Figura 30. Leitura do texto sobre diferentes tipos de telescópios.
Fonte: própria

Após a leitura, o professor levantou uma discussão no grande grupo sobre os diferentes tipos de telescópios e os seus respectivos autores. Os alunos foram interagindo e respondendo as perguntas feitas pelo professor, por exemplo:

“Por que utilizar um espelho esférico ao invés de uma lente, como objetiva?”

Alguns alunos responderam:

“Por causa das aberrações”. Essa informação estava no texto sugerido.

Ao término dessa discussão, o professor ressaltou sobre o uso de espelhos em telescópios refletores, explorou também as aberrações esféricas, principalmente acerca das aberrações cromáticas.

Aula 4

- Tema: Aplicações dos espelhos esféricos- O telescópio Hubble.
- Objetivo: Entender o funcionamento do telescópio Hubble.

Descrições das ações:

Nessa aula, o professor utilizou um vídeo¹¹ sobre o telescópio Hubble. Não houve, nesse momento, a formação de grupos.

Os alunos puderam acompanhar nesse vídeo a história desse telescópio, idealizadores e como funciona. Ainda no vídeo, vimos os problemas óticos no início

¹¹ O vídeo pode ser encontrado em <https://www.youtube.com/watch?v=UDQskO-vtt8>

da trajetória do Hubble e como foram consertados esses problemas. O vídeo também discorre sobre os elementos óticos utilizados nele.

Ao término do vídeo, o professor discorreu para a turma, e a interação nesse momento foi evidenciada nos questionamentos explorados entre o professor e os alunos, que no decorrer da aula fazia perguntas, acerca do vídeo, e os alunos iam respondendo cada uma. Como por exemplo:

Por que são usados espelhos no telescópio Hubble?

“Para eliminar as aberrações”.

O que foi discorrido nesse momento se relacionou a importância de um telescópio espacial e sobre a interferência da atmosfera sobre os telescópios terrestres. Ainda nesse momento, o professor frisou sobre o uso dos espelhos esféricos no telescópio Hubble.

Aula 5

- Tema: Convergência e foco de uma lente esférica.
- Objetivo: Compreender a relação entre foco e convergência de uma lente esférica.

Descrições das ações:

Nessa aula, o professor dividiu a turma em grupos de cinco alunos, e para cada grupo forneceu um par de lentes esféricas convergentes de distâncias focais diferentes. O problema inicial dessa atividade era como medir a distância focal de uma lente esférica convergente, e a sua convergência. A sugestão do professor foi levá-los para o pátio da escola onde teria um local aberto e ensolarado. Nesse momento, o professor sugeriu que cada grupo medisse a distância focal de cada uma das lentes, o que eles fizeram colocando cada lente ao Sol, e mediram a distância da lente ao ponto de convergência da luz. Esse momento foi mediado pelo professor que, passando pelos grupos, encaminhava sugestões. Os alunos perceberam nessa atividade que se erguessem ou baixassem a lente, a luz deixava de convergir, e entenderam que o foco de uma lente é o ponto onde temos o máximo de concentração da luz ao atravessar à lente convergente.



**Figura 31. Distância focal de uma lente convergente.
Fonte: própria**



**Figura 32. Realizando a medição da distância focal das lentes convergentes.
Fonte: própria**

O professor pediu então, que cada grupo analisasse as lentes recebidas, e que verificassem qual delas tinha a maior convergência (“grau”). Cada grupo respondeu oralmente sobre as convergências de cada lente. Após a resposta dos alunos, o professor pediu para que eles respondessem qual das lentes tinha a maior convergência. Cada grupo respondeu. O professor também pediu para que eles respondessem qual era a relação entre distância focal e a convergência; todos responderam de forma relacionada a evidenciar uma relação inversa.

Feita as devidas observações sobre a convergência, a turma voltou para a sala de aula, onde o professor discursou para a turma sobre a construção de um telescópio. Foi visto nessa aula, qual é o funcionamento de um telescópio refrator, as lentes, objetiva e ocular, e as distâncias focais de cada uma delas. Embora nesse

momento, a condução foi realizada pelo professor, houve uma boa interação dele com os alunos, e entre os próprios alunos que respondiam aos questionamentos feitos pelo mediador. Por exemplo, o professor perguntou qual das lentes seria de maior potência, a ocular ou a objetiva. Alguns responderam que a de maior grau (potência) seria a ocular, e a de menor grau (potência) seria a objetiva. Os alunos puderam perceber nessa aula que a lente de maior distância focal era a objetiva, e a de menor distância focal era a lente ocular. Viram também como se calcular a ampliação de um telescópio.

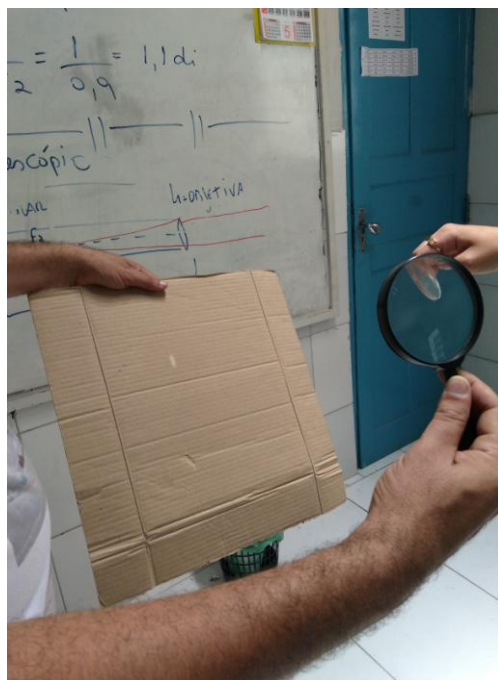


Figura 33 Aula sobre Telescópio.
Fonte: própria

Aula 6

- Tema: Construção de um telescópio.
- Objetivo: Nessa aula o objetivo principal é entender a construção de um telescópio.

Descrições das ações:

Nessa aula foi proposta a exibição de dois vídeos ¹²sobre a confecção de uma luneta astronômica refratora com material de baixo custo. Ao término das

¹² <https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0&t=93s>

<https://www.youtube.com/watch?v=oUQSzebtEg&t=145s>

apresentações o professor discursou sobre a confecção de uma luneta refratora lembrando conceitos outrora estudados como posições das lentes, ocular e objetiva, e ampliação de um telescópio.



Figura 34. Apresentação de vídeo sobre a construção de um telescópio.
Fonte: própria

Aula 7

- Tema: Introdução à Astronomia
- Objetivo: Entender a importância da Astronomia ao longo da história e compreender a evolução dela após o advento do telescópio.

Descrições das ações.

A aula se inicia com uma exposição teórica sobre Astronomia¹³. Não houve a formação de grupos nessa aula, e outra vez a interação ocorrida foi professor-aluno. Nela, o professor expõe a importância dessa ciência ao longo da história. A aula se desdobra com o professor discursando sobre o conhecimento dos astros, antes e depois do telescópio. Foram abordados, o Sistema Solar, as Galáxias, os Aglomerados de Galáxias e a Energia Escura. Alguns alunos, em meio à aula, expuseram uma admiração quando se falava sobre o Sistema Solar, pois

¹³ O slide sobre Astronomia se encontra no anexo 4 dessa dissertação.

alguns conceitos eles desconheciam, como por exemplo, a existência de planetesimais e sobre os cinturões de asteróides. Ao ouvir sobre planetesimais, um aluno perguntou?

O que é um planetesimal?

O professor discursou sobre o Sistema Solar, suas regiões e o limite desse sistema que se encontra na nuvem de Oort. Definiu com base nas explicações o que é um planetesimal.

Nesse momento, os alunos interagem com o professor e com eles próprios, como por exemplo, quando questionados sobre a quantidade de planetas do Sistema Solar, um aluno se equivocou na resposta, prontamente outro o ajudou relatando o que ele sabia. Um estudante questionou :

O que é um buraco negro?

O professor explicou sobre a formação de um buraco negro, e os demais puderam compreender mais um conceito discutido nessa aula.



Figura 35: Aula sobre Astronomia.

Fonte: própria

Ainda durante a aula, alguns alunos perguntaram sobre as nebulosas e as supernovas. Houve grande atenção dos alunos quando o professor atingia esses pontos.

Aula 8

- Tema: História da Astronomia e a descoberta sobre o fim de uma estrela.
- Objetivo: Aprofundar o conhecimento sobre a história da Astronomia e entender o desenvolvimento de uma estrela até a sua morte.

Descrições das ações.

Nesse momento, o mediador propôs a exibição de dois vídeos¹⁴. O primeiro deles tratava a respeito da evolução histórica dos conceitos ligados à astronomia. Mais uma vez, os alunos se mostraram bastantes atentos durante a exibição. A exibição do vídeo está na Figura 36.



Figura 36. Apresentação do vídeo sobre a evolução da Astronomia.
Fonte: própria

Em meio à exibição, o professor interveio pausando o vídeo para fazer perguntas sobre o que estava sendo observado. Na exibição do vídeo, o professor em alguns momentos fazia perguntas para acompanhar a resposta, ao tema, dos alunos e também para verificar o que tinham apreendido da aula anterior.

Logo em seguida à exibição do primeiro vídeo, foi colocado à exibição o segundo vídeo, que tratava sobre a evolução de uma estrela. Foi evidenciado nesse vídeo também sobre os buracos negros (retomando uma discussão já realizada em

¹⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=mRuYo68dWPg>
<https://www.youtube.com/watch?v=mcfV5vblyRM>

sala), estrelas de nêutrons e das anãs brancas, fases finais de evolução de estrelas de massas diferentes.

Pudemos perceber que os alunos enquanto visualizavam os vídeos, interagiam quando questionados pelo professor, que em alguns momentos do vídeo, o pausou para que eles refletissem sobre cada parte. Ao término da apresentação dos dois vídeos, o professor discursou sobre os temas estudados. Observamos nesse momento pouca participação dos alunos, pois os temas evidenciados nos vídeos foram apenas um reforço do que tivera sido visto na aula anterior.

A proposta sugerida pela sequência didática após a discussão dos dois vídeos sobre Astronomia seria a apresentação do software Stellarium para os alunos, afim de que, eles pudessem conhecer um pouco do mapa celeste de forma mais organizada. Foi identificado pelo professor que os alunos já se encontravam um pouco cansados, e foi eliminada a possibilidade de exibição do software; no entanto consideramos que esta é uma importante ferramenta para o ensino de temas ligados à Astronomia e sugerimos ao leitor que a explore.

Aulas 9 e 10

- Tema: Construção de um telescópio.
- Objetivo: Construir uma luneta refratora.

Descrições das ações:

Essas aulas, juntas, tiveram a duração de uma hora e quarenta minutos, totalmente destinadas à construção da luneta. O professor trabalhou com a turma em grupos de cinco alunos cada um, e entregou um roteiro para a construção. Para essa aula, o professor tinha anteriormente informado a relação do material que seria utilizado para que os alunos trouxessem para realizar a construção. Havia muita empolgação por parte dos alunos e expectativa nessa aula, pois iriam construir a luneta. Podemos encontrar o roteiro utilizado no terceiro anexo dessa dissertação aplicada que se encontra no corpo dessa dissertação.

O professor atuou como mediador ajudando os alunos quando estes tinham alguma dúvida. Os grupos trabalharam na confecção da luneta, e vimos à cooperação de cada aluno no processo. Alguns tinham mais habilidade em pintura,

logo assumiram as pinturas dos canos, outros na execução das medidas e serragem dos canos e outros ainda, tinham facilidade para trabalhar com a parte ótica; colar e posicionar as lentes, ocular e objetiva. Nessa parte vimos a interação entre eles sendo relevante na construção. Veja algumas fotos durante a confecção da luneta.



Figura 37: Medindo os canos para corte.
Fonte: própria



Figura 38: Lixando os canos para pintura.
Fonte: própria



Figura 39: Pintando os canos.
Fonte: própria



Figura 40: Preparo dos canos para o ajuste de foco.
Fonte: própria



Figura 41: Observando a Lua.
Fonte: própria



Figura 42. Observando a Lua.
Fonte: Própria.

A aula é concluída com os alunos observando a Lua através da luneta. O clima nesse dia não estava bom para visualizações, pois a Lua aparecia parcialmente encoberta por algumas nuvens, fato esse, que motivou o professor permitir que os alunos levassem a luneta para casa para visualizarem posteriormente a Lua. Com essa construção pudemos observar a Lua com uma ampliação de aproximadamente 17 vezes e com ela pode-se ver as manchas lunares e algumas crateras quando a Lua se encontra nas fases, minguante e crescente. Não foi evidenciado a observação de crateras na fase cheia, apesar de podermos ver as manchas lunares definidas. Cada grupo ficou com a luneta construída.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da proposta sugerida pela sequência didática foi satisfatória no que se remete ao objetivo inicial proposto pela nossa pesquisa, indexada nesse trabalho. Ao longo das atividades percebemos uma boa aceitação dos alunos quanto à proposta, também precisamos fazer algumas alterações na execução devido a algumas dificuldades. De modo geral, houve uma boa participação dos alunos, trabalho de cooperação, e interação foram evidenciados nas atividades, tanto nos grupos como no grande grupo.

Como positivo, pudemos perceber que as aulas experimentais proporcionaram um vislumbre a mais dentro do conteúdo de lentes esféricas e produziram a possibilidade de novas descobertas pelos alunos quando manuseavam os experimentos. Foi importante, no desenvolvimento do nosso projeto, trabalhar conceitos referentes aos espelhos, planos e esféricos, como coadjuvantes para um bom entendimento de tudo que se precisava para construir o telescópio. Uma participante das atividades declarou acerca das atividades propostas:

“Agente não sabia que invertia a imagem mudando os espelhos”.

O relato acima foi do experimento onde se utiliza dois espelhos posicionados a 45 graus para inverter lateralmente uma imagem. Outro relato importante, quanto às atividades experimentais, foi:

“O experimento da vela foi legal, pois a gente não esperava que se formassem diversas imagens”.

Notemos que a proposta de trabalharmos com atividades experimentais investigativas, no contexto da sequência didática, produziu satisfação por parte dos alunos, pois eles construíam, mediados pelo professor, conceitos necessários para a obtenção do instrumento final, o telescópio.

Outro ponto relevante durante a aplicação das atividades foi o fato de, em algumas dessas atividades, trabalharmos em grupos. Uma aluna respondeu sobre o trabalho em grupo:

“O trabalho em grupo é muito bom porque cada um ajuda o outro e se aprende melhor”.

A nossa pesquisa tem como referencial, a teoria interacionista de Vygotsky, fato esse que nos motivou a trabalharmos na maioria das aulas em grupos, pois ao se trabalhar em grupo, podemos intensificar as interações entre os alunos. Nas aulas que não separamos os grupos, aproveitamos a discussão no grande grupo, onde o professor poderia interagir com os alunos, acompanhando a resposta oferecida para explorar o tema.

Ao concluirmos as aulas da sequência didática percebemos um bom entendimento, por parte dos alunos, dos conceitos necessários para se construir um telescópio, o que foi conseguido ao término da sequência. Além da construção em si, uma boa ressalva a ser realizada, foi sem dúvidas, a inclusão de conceitos sobre reflexão da luz e Astronomia; que produziram efeitos sinérgicos para o que se havia proposto.

Percebemos também ao aplicarmos a proposta que o tempo referente a segunda aula não foi suficiente para o término das construções sugeridas; um caleidoscópio e um periscópio deveriam ser construídos nessa aula, mas só foi possível a confecção do caleidoscópio. Então, foi proposto pelo professor a construção em grupo desse experimento em um momento extra, o que foi realizado pelos grupos e posteriormente entregue para análise do professor. Com base nessa dificuldade de tempo, sugerimos que seja adicionada mais uma aula para construção do periscópio, o que será sugerido e modificado na versão final da sequência didática que será disponibilizada como produto educacional dessa dissertação.

Outra dificuldade que enfrentamos na execução de nossa proposta foi o cansaço final demonstrado pelos alunos na oitava aula proposta, pois deveríamos nessa aula, após vermos os vídeos sobre Astronomia, fazermos a apresentação do software Stellarium, o que não foi possível realizar. Após o término dessa aula pudemos perceber que a não apresentação do software não comprometeria o objetivo de nosso trabalho. Os conceitos outrora trabalhados sobre Astronomia eram suficientes para o bom andamento da proposta.

O trabalho desenvolvido nessa turma foi satisfatório por diversos motivos. Percebemos uma boa participação dos alunos nas atividades em grupo, onde se evidenciou boa interação, bom envolvimento dos participantes e um bom manuseio dos experimentos; nas aulas de leitura do texto proposto, também a formação de grupos foi bastante importante, pois cada grupo lia e discutia entre os participantes

cada ponto do texto sugerido. As aulas de exibição de vídeos vieram para endossar o que eles já tinham discutido, ou visto em aulas anteriores, como no caso da aula sobre Astronomia e funcionamento de um telescópio que foram seguidas de vídeos para aprimorar o conhecimento deles nessas áreas. De forma geral, houve um resultado satisfatório na aplicação da nossa proposta que culminou com a construção da luneta astronômica na última aula.

O custo para confeccionar a luneta foi de aproximadamente cinquenta reais por grupo.

No final, verificamos que o objetivo fora alcançado, o telescópio pronto foi um desafio que fora atingido e a alegria dos alunos em construí-lo com material de baixo custo era evidente. Um ambiente, às vezes, fora das quatro paredes os instigava à participação e a atenção a uma Física um pouco mais próxima do que se refere os Parâmetros Curriculares Nacionais. Uma ótica mais perto deles, onde podiam manusear lentes, verificar distâncias focais, calcular e entender o que é de fato a potência (grau) de uma lente e construir e entender como funciona um telescópio, mesmo que seja de construção simples.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Orientação complementares ao PCN. Brasília: MEC, 2002.

DIAS, C. A. C. M.; RITA, J. R. S. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, v.6, p. 55-65, 2008. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/121/145>>. Acessado em 24 de agosto. 2019.

CHIQUETTO, M. J. **O currículo de física do ensino médio no Brasil: discussão retrospectiva.** *Revista e curriculum*, São Paulo, v.7, n.1, 2011.

CANALLE, João Batista. **A luneta com lente de óculos.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 11, n. 3, dez. 1994.

CARVALHO, A.M.P., et al., Ciências no ensino fundamental – o conhecimento físico. São Paulo, Editora Scipione, 1998.

COMO FAZER UMA LUNETAS CASEIRA DE PVC. Iberê Thenório. **Youtube.** 7 jun. 2016, 10min35s. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0&t=93s>>. Acesso em Julho de 2018.

COMO MONTAR UMA LUNETAS CASEIRA DE PVC. **youtube.** 24 out, 2012, 21min54s. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=oUQSzebtEg&t=145s>>. Acesso em Jul de 2018.

DAMINELI, Augusto; STENER, João. **O fascínio do Universo.** São Paulo: Odysseus editora, 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ed. São Paulo: Atlas, 2009.

HISTÓRIA DA Astronomia. Flávio Cunha. **Youtube.** 22 jul, 2015, 12min14s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mcfV5vblyRM>. Acesso em Abril de 2018.

HUBBLE: SEGREDOS DO ESPAÇO. Universo do documentário. **youtube.** 18 fev, 2015, 45min56s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UDQskO-vtt8>. Acesso em Jul de 2018.

SOARES, Domingos. S. de Lima. **As Nuvens de Magalhães, duas galáxias-satélites da Via Láctea:** <<http://lilith.fisica.ufmg.br/~dsoares/reino/nuvens.htm>>. Acesso em 19 de Julho de 2018.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de física:** Rio de Janeiro: Editora LTC, v 4, 4edição, 1984.

LAS CASAS, Roberto. **Os primeiros telescópios**: <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas90.htm>. Acesso em 23 de março de 2018.

MORESI, E. (Org.). **Metodologia da Pesquisa**. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação. Pró-Reitoria de Pós-Graduação – PRPG. Universidade Católica de Brasília – UCB, Brasília – DF, 2003.

NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João Batista Garcia. **Astronomia: ensino fundamental e médio**. Brasília: MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009.

NOGUEIRA, Francisco Romero Araújo. "**Uma proposta pedagógica para o ensino de ótica na EJA: nível médio**." (2016).

OLIVEIRA, M. K. de. **Teorias psicogenéticas em discussão**. 5. ed. São Paulo: Summus, 1992.

OWP EDUCAÇÃO. Óptica oftálmica **parte II**. Apostila do acervo da OWP Educação. Disponível em: www.escoladeoptica.com.br.

O QUE SÃO AS ESTRELAS DE NÊUTRONS (ASTRONOMIA). Socrática Português. **Youtube**. 12 jan. 2015, 6 min24s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mRuYo68dWPg>. Acesso em março de 2018.

ÓPTICA MANUAL. **Óptica da visão**. Objeto no infinito. Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt/softc/programas/manuais/optica/manual.htm>. Acesso em 12 de dezembro de 2019.

O SEGREDO DO EFEITO MONGA. Manual do mundo. **Youtube**. 21 de outubro. 2017, 6 min 24s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xrAWgmfhOaM>. Acesso em dezembro de 2019.

SEMANA 2) ROTAÇÃO DA TERRA. O QUE É DIA? O QUE É NOITE? Espaço nave terra. **Youtube**. 03 out, 2009, 10min14s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QRQgoNtgwv4>. Acesso em abril de 2018.

TIPLER, Paul. Allan; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**: Eletricidade e magnetismo; ótica. Rio de Janeiro: Editora LTC, V 2, 5 Edição.

PICAZZIO, Enos, *et al.* **O céu que nos envolve**: Introdução à astronomia para educadores e iniciantes. Odysseus editora, 2011.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. [S.l: s.n.], 2004.

<https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0&t=93s>: Acesso em **Julho de 2016**.

Wikipedia contributors. **Kepler space telescope**. *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 12 Jul. 2019. Acesso em 11 de agosto de 2019.

Wikipedia contributors. **Dark energy**. *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 13 Aug. 2019. Acesso em 24 de agosto de 2019.

VIEGA, Sara. **Como fazer um periscópio.umcomo.com.br, 2017**,
Disponível em: <https://tempolivre.umcomo.com.br/artigo/como-fazer-um-periscopio-4336.html>

APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA (MNPEF)**

LUCIANO SILVA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA LUNETAS
ASTRONÔMICA**

CAMPINA GRANDE

2019

LUCIANO SILVA
JOSÉ JAMILTON RODRIGUES DOS SANTOS

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA LUNETAS
ASTRONÔMICA

Campina Grande- PB

2019

APRESENTAÇÃO

Esse material é fruto do trabalho durante os anos no Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física no pólo da Universidade Estadual da Paraíba sob orientação do professor Dr José Jamilton Rodrigues dos Santos, e tem como objetivo apresentar o produto educacional, exigido pelo programa de mestrado. O conteúdo foi desenvolvido ao longo do período como mestrando, cujo tema da dissertação que o deu origem é: Construção de uma luneta astronômica: Uma proposta de ensino de lentes esféricas e Astronomia no Ensino Médio. É composto por uma sequência didática que foi reestruturada e corrigida após a aplicação em sala de aula e visa uma melhor proposta para futuras aplicações.

1. REFERENCIAL TEÓRICO UTILIZADO PARA COMPOSIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesse trabalho utilizaremos como base a teoria sócio cultural de Levy Vygótsky, ressaltando como parte relevante desta, a interação entre os alunos, pois segundo Oliveira (1992, p 33): “A aprendizagem desperta processos internos de desenvolvimento que somente podem ocorrer quando o indivíduo interage com outras pessoas” . Nesse sentido trabalharemos na maioria das aulas propostas pela sequência didática em grupos para facilitar a interação aluno- aluno. “Dessa forma é preciso que os alunos compartilhem suas idéias com seus pares, tanto em pequenos grupos como com toda classe” (CARVALHO & et al,1998, P.31). De forma preferencial, dividiremos a turma nas aulas experimentais em grupos de cinco alunos, que se manterão ao longo da execução da proposta. Também dividiremos a turma em grupos de três alunos para a aula voltada à leitura de um texto sobre os diferentes tipos de telescópios; esses grupos serão aleatórios e será facultado ao aluno a escolha de seu grupo; nas aulas onde serão exibidos vídeos, e apresentação de slides, trabalharemos com a interação no grande grupo, através de exposição dialogada e de uma discussão final após as apresentações. Essas discussões são relevantes, pois também promovem à interação do aluno com o professor e com os demais alunos da turma.

Ainda como apoio às aulas experimentais utilizaremos também a noção de experimentação construtivista que também incorpora em sua teoria a possibilidade de o aluno ser um agente ativo no processo, um investigador. A visão de uma experimentação construtivista reforça a idéia da interação, entre os alunos e entre os alunos com professor, que nesse caso, é o agente mediador nas aulas. Deve ser, portanto o professor uma peça importante nessa visão construtivista, pois deve elaborar problemas para que os alunos busquem a resposta manuseando os experimentos. “O professor propõe o problema aos alunos e então distribui o material” (CARVALHO, et al, 1998, p.36). Nesse caso, o mediador não deve dar respostas prontas, apenas guiá-los no processo de construção das respostas.

Tendo como base, a interação como peça principal em nosso trabalho, construiremos um telescópio refrator simples como aplicação das aulas de lentes esféricas no Ensino Médio.

No próximo capítulo veremos os pontos importantes que a Física descreve a cerca de um telescópio.

2. FÍSICA DOS TELESCÓPIOS

2.1 Tipos de telescópios

Segundo Tipler & Mosca (2006), um telescópio é um instrumento capaz de enxergar objetos grandes e que estão posicionados a grandes distâncias, podendo ser refrator ou refletor. Sua parte ótica é constituída por dois instrumentos óticos principais, a objetiva e a ocular. Um telescópio refrator é constituído apenas de lentes esféricas convergentes para comporem essas partes óticas. Podemos observar o esquema de montagem de um telescópio refrator simples na figura 1.

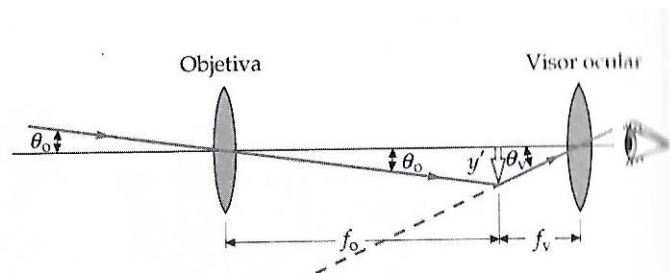


Figura 1. Esquema de um telescópio refrator.
Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.440)

A lente de maior distância focal é chamada de objetiva, e deve ser posicionada com o fim de captar a luz do astro. A lente de menor distancia focal é chamada de ocular, sendo posicionada próxima ao olho, servindo de ampliador simples (visor) da imagem produzida pela objetiva. Podemos entender assim:

“A imagem formada pela objetiva é muito menor que o objeto porque a distância objeto é muito maior que o comprimento focal da objetiva. Por exemplo, se a Lua está sendo vista, a imagem da Lua formada pela objetiva é muito menor que a Lua propriamente dita. A proposta da objetiva não é ampliar o objeto, mas produzir uma imagem mais próxima do observador, de modo que ela possa ser vista através do visor.” (TIPLER & MOSCA, 2006, P. 440)

De acordo com a figura 1, Notemos que a distância que devemos posicionar as lentes é igual à soma das distancias focais de cada lente.

O telescópio refletor se utiliza de espelhos, esféricos ou parabólicos, para constituírem a parte da objetiva (parte que fica voltada para o objeto a ser observado). Podemos observar na figura 2 o esquema de montagem de um telescópio refletor.

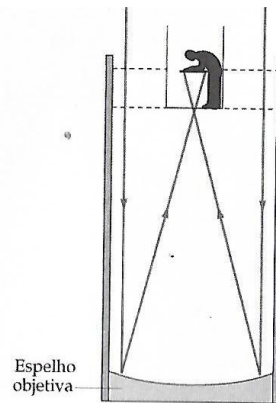


Figura 2. Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.441)

Um telescópio refletor reduz as aberrações, que são distorções produzidas nas imagens quando se utilizam lentes esféricas na confecção de um telescópio.

2.2 Poder ampliador

Poder ampliador ou amplificação angular de um telescópio é a razão entre a distância focal da objetiva e a distancia focal da ocular, podendo ser definida segundo a equação 1.

$$M = \frac{\theta_v}{\theta_o} = -\frac{f_o}{f_v} \quad (1)$$

O poder ampliador “... constitui apenas um dos fatores relevantes ao projeto de um telescópio astronômico.” Halliday & Resnick (1994, p. 156). É preciso, não apenas de uma boa ampliação, mas também de luminosidade, principalmente quando se observa objetos com pouca emissão de luz, ou distantes como as galáxias.

2.3 Poder de captação luminosa

O poder de captação luminosa, ou luminosidade de um telescópio é o que determina o brilho da imagem, conforme Halliday & Resnick (1994). Essa característica é importante como fator para observação de objetos esmaecidos, como por exemplo, galáxias distantes. É determinado pelo diâmetro da objetiva que determina a quantidade de luz captada pelo telescópio.

2.4 Aberrações

Quando utilizamos superfícies esféricas para observarmos a imagem de um objeto, percebemos uma distorção na imagem quando temos uma abertura muito grande da superfície esférica. “Os raios que atingem a lente longe do eixo são muito mais defletidos que os raios próximos ao eixo, com o resultado que nem todos os raios são focalizados em um único ponto.” Tipler & Mosca (2006, p. 431). Quanto maior a abertura do instrumento óptico utilizado, maior será a aberração esférica. Podemos observar esse fato na figura 3.

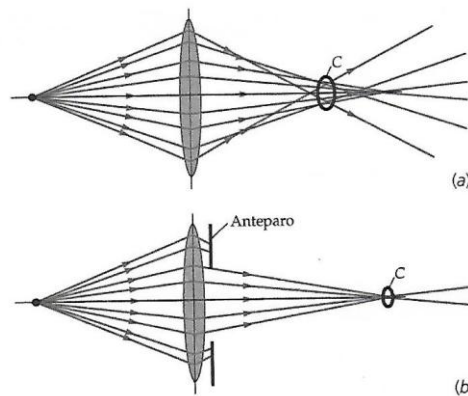


Figura 3. Aberração esférica.

Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.432)

A aberração produzida por uma lente é semelhante à produzida por um espelho esférico. “Esse tipo de aberração em uma lente é chamada de aberração esférica; isso é o mesmo que ocorre na aberração esférica de espelhos...” Tipler & Mosca (2006, p. 431). Uma opção para se acabar com as aberrações esféricas seria o uso de superfícies não esféricas, como é o caso das superfícies parabólicas, como podemos observar na figura 4. Todavia, superfícies não esféricas não são muito acessíveis.

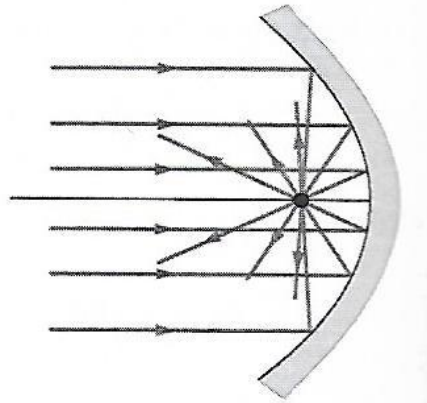


Figura 4. Fonte: Tipler & Mosca (2006, p.432)

Outra aberração que observamos em uma lente, mas não em espelhos esféricos é a aberração cromática. Para Tipler & Mosca (2006, p.432), a aberração cromática “... é devida às variações no índice de refração com o comprimento de onda.” Isso nos assegura que, ao atravessar uma lente, uma luz poderá sofrer refrações diferentes de acordo com o seu comprimento de onda. O resultado é que, ao observarmos um astro, poderemos ver cores indistintas, conforme Halliday & Resnick (1994). Esse é um dos motivos, que, ao se produzirem telescópios, com objetivas de grande diâmetro, procuram-se confeccioná-los com espelhos esféricos ao invés de lentes.

2.5 Poder de resolução (nitidez)

O poder de resolução é outro fator importante em um telescópio, pois é “... o que descreve a capacidade de qualquer instrumento ótico de distinguir entre dois objetos.” Halliday & Resnick (1994, p. 156). Esse fator é importante, pois ao observarmos estrelas cuja separação angular é pequena, podemos deslenguá-las. Para melhorar a nitidez de uma imagem, devemos utilizar uma lente objetiva maior, pois haverá maior captação de luz, melhorando a nitidez das imagens observadas.

Veremos no capítulo seguinte sobre a construção de um telescópio.

3 CONSTRUÇÃO DE UM TELESCÓPIO REFRACTOR SIMPLES

3.1 Justificativas da escolha

Optamos pela construção de um telescópio refrator simples (luneta astronômica). O motivo dessa escolha é porque esse é o telescópio sugerido pelos livros didáticos para exposição do conteúdo, de instrumentos óticos, no fim do capítulo referente às lentes esféricas, tanto no Ensino Superior quanto no Ensino Médio, sendo de fácil construção. Segundo Tipler & Mosca (2006), uma luneta astronômica é constituída por duas lentes esféricas convergentes (positivas), de diferentes distancias focais.

3.2 Lentes utilizadas.

Para compor a objetiva escolhemos uma lente positiva, em resina, de índice de refração 1.5, e convergência (potência) de 1,5 D, o que equivale a uma distância focal de aproximadamente 0,67 m. O motivo da escolha não foi aleatória, pois ao usarmos uma lente, esférica, conforme Halliday & Resnick (1994), teremos problemas de aberração cromática na imagem observada. Uma lente em resina de 1.5 de índice tem menor aberração cromática do que outras lentes feitas de materiais diferentes e de mesmas potências, pois apresenta maior número ABBE. O número ABBE de uma lente está relacionado, segundo OWP educação (2012), à aberração cromática dos diferentes materiais que podem ser usados nas lentes. A lente em resina 1.5 é uma das lentes de maior valor ABBE, tendo, portanto menor aberração cromática. O diâmetro da objetiva será de 50 mm, para que se possa encaixar precisamente a uma luva de PVC de 50 mm de diâmetro, e além disso, é uma boa abertura para se captar uma boa imagem da Lua. Se ao utilizarmos a lente em resina, percebermos ainda uma aberração cromática que dificulte a visão diminuiremos o diâmetro da objetiva com um aro circular de papel cartão preto devidamente colocado sobre a lente.

3.3 Ampliação do telescópio

A nossa proposta é construirmos uma luneta didática, de baixo custo, que poderá facilmente ser reproduzida por outros professores do Ensino Médio, e de fácil construção. Com essa prerrogativa, teremos uma luneta com ampliação aproximada

de 16 vezes de aumento. Com essa ampliação podemos observar alguns detalhes da Lua.

3.4 Corpos do telescópio

Construiremos o corpo do nosso telescópio com canos e conexões de PVC, de 50 mm e 40 mm, que são fáceis de encontrar, ou até mesmo de se comprar, e são de baixo custo.

Abordaremos no capítulo seguinte a sequência didática para a construção do telescópio.

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

4.1 Apresentação

A seqüência didática a seguir refere-se aos temas relacionados com a Óptica. Estudaremos conteúdos referentes aos espelhos, planos e esféricos, e às lentes esféricas. No primeiro encontro, trabalharemos sobre a reflexão da luz nos espelhos planos. Nessa parte, os alunos observarão experimentos de demonstração a respeito de reflexão da luz e construirão dois experimentos: um caleidoscópio e um periscópio. No segundo encontro trabalharemos o tema Espelhos esféricos, e enfatizaremos a aplicação dos espelhos esféricos na construção de um telescópio. Veremos nessa parte os diferentes tipos de telescópios. No terceiro encontro, trabalharemos sobre o tema lentes esféricas e a relação entre foco de uma lente e sua potência dióptrica. Veremos ainda como construir uma luneta astronômica e como calcular a sua ampliação total. No quarto encontro, estudaremos sobre Astronomia, e sua evolução ao longo dos anos. No quinto encontro construiremos uma luneta astronômica refratora.

4.2 Objetivo geral

O objetivo da sequência didática proposta é proporcionar aos alunos o conhecimento necessário para a construção de uma luneta, como uma aplicação do estudo de lentes esféricas, uma vez elaborado o roteiro de montagem e manuseio do instrumento óptico.

4.3 Motivação

Ao lecionar o conteúdo de lentes esféricas foi percebido pelo presente autor, ao longo dos anos de ensino, que, embora seja um conteúdo cheio de aplicações, os alunos sentem-se poucos motivados e desinteressados com o tema. Notamos que apenas a exposição teórica não consegue mantê-los concentrados. Buscando alterar essa assertiva propomos a inserção da Astronomia nas aulas de lentes esféricas e a construção de um telescópio refrator (luneta), ao término da exposição do conteúdo. Os encontros serão realizados através de aulas expositivas e dialogadas, com confecção e demonstração de experimentos, e visualização de vídeos. O ápice do nosso trabalho será a construção da luneta.

4.4 Descrição das ações

Primeiro encontro

Tema

Reflexão da Luz em espelhos planos.

Número de aulas

Serão três aulas(50 minutos cada uma)

Objetivos

- Compreender a natureza da imagem formada por um espelho plano.
- Explorar a associação de espelhos planos.
- Compreender que outras superfícies também podem refletir a luz.
- Verificar a formação de imagens em uma associação de espelhos planos.
- Perceber a inversão de uma imagem quando refletida por diversos espelhos.
- Construir um caleidoscópio.
- Construir e um periscópio.

Conteúdos

- Reflexão da luz.
- Espelhos planos.

Público alvo

Estudantes do 2^o ano do Ensino Médio de uma escola regular.

Atividade

Na primeira parte desse encontro, que será composto por uma aula, no início, o professor lançará uma problematização sobre espelhos planos, ressaltando a importância do uso dos espelhos no cotidiano e no mundo tecnológico. Como por exemplo:

- Onde observamos o uso dos espelhos na tecnologia?
- Que tipo de imagem é produzida por espelhos planos?
- Podemos inverter uma imagem usando mais de um espelho?
- Se associarmos dois espelhos planos, o que acontece com o número de imagens?
- Um corpo transparente pode se comportar como um espelho?

Logo em seguida, teremos algumas atividades experimentais, onde dividiremos a turma em grupos, de cinco alunos, para que possam manusear os experimentos. Esses grupos de cinco alunos serão mantidos durante as aulas experimentais. As atividades serão as seguintes:

1ª Formação de imagens em um espelho plano. Os alunos receberão um pedaço de vidro plano e transparente, e duas velas. Uma posicionada atrás do vidro, e a outra posicionada à frente, ambas à mesma distância do vidro. Com um fósforo acenderemos a vela da frente, e observaremos o que acontece. O objetivo dessa demonstração é a compreensão da natureza da imagem formada por um espelho plano.

2ª Cada grupo receberá um kit com dois espelhos planos associados e um transferidor. O professor proporá diferentes ângulos de associação dos espelhos para visualização das imagens formadas. O objetivo dessa atividade é a compreensão de que, ao associarmos espelhos planos, podemos ter a formação de várias imagens, e que a quantidade de imagens, depende do ângulo no qual os espelhos estão associados.

3ª Cada grupo receberá um objeto e três espelhos planos. O professor proporá a visualização desse objeto através desses espelhos; primeiramente por um espelho apenas, posicionado a certa distância desse objeto. Em seguida, mantendo fixo o objeto, colocaremos o segundo espelho em frente ao primeiro, e observaremos a imagem final produzida. O objetivo desse experimento é a observação de que com dois, ou mais espelhos, podemos inverter lateralmente a imagem produzida pelos espelhos.

Ao término das demonstrações faremos uma discussão no grande grupo sobre os fenômenos observados, e o professor concluirá com uma exposição oral ressaltando, formalmente, o que foi visualizado.

Na segunda parte do encontro, que serão dispostas duas aulas, o docente proporá a confecção de dois aparatos experimentais, construídos com espelhos planos e/ou materiais transparentes. Um caleidoscópio e um periscópio. As construções se realizarão guiadas por um roteiro sob orientação do professor. Cada equipe apresentará ao término do encontro as suas construções. No momento final, o professor discorrerá oralmente sobre o funcionamento de cada uma delas. Os roteiros para as construções estão nos anexos, 1 e 2, dessa sequência.

Segundo encontro

Tema

Aplicações dos espelhos esféricos - telescópio refletor

Número de aulas

Serão duas aulas (alternadas)

Objetivos

- Entender o funcionamento do telescópio Hubble
- Entender a importância do espelho esférico na Astronomia.

Conteúdos

- Aplicações dos espelhos esféricos.
- Telescópio refletor

Público alvo

Estudantes do 2^o ano do Ensino Médio de uma escola regular.

Atividade

Esse encontro será dividido em duas partes, onde o professor, na primeira parte mostrará um vídeo sobre o telescópio Hubble¹⁵. Ao término do vídeo, o professor fará uma discussão sobre o uso de um espelho esférico em um telescópio, e sobre a importância dos telescópios espaciais.

O segundo momento será realizado com a aplicação de um texto¹⁶ que trata dos diferentes tipos de telescópios. Os alunos serão divididos em grupos de três participantes; a formação de grupos nesse momento é aleatória, sendo facultada aos alunos a escolha dos participantes de seu grupo. Cada membro da equipe receberá um texto. Os alunos lerão o texto individualmente e discutirão em grupo o que leram. Ao término da leitura, o professor levantará uma discussão sobre o tema com a turma. A conclusão desse momento será realizada pelo professor que fará uma exposição teórica sobre as aplicações dos espelhos esféricos em telescópios.

¹⁵ O vídeo pode ser encontrado em <https://www.youtube.com/watch?v=UDQskO-vtt8>

¹⁶ Fonte do texto: <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas90.htm>

Terceiro encontro

Tema:

Convergência e foco de uma lente esférica.

Instrumentos ópticos: Telescópio.

Número de aulas:

Duas aulas.

Objetivos.

→ Compreender a relação entre foco e convergência de uma lente.

→ Verificar a ampliação de uma imagem em uma associação de lentes.

→ Entender qual lente deve ser utilizada para construção de um telescópio.

→ Entender a construção de um telescópio

Conteúdos.

- Convergência de uma lente.
- Telescópio.
- Associação de lentes em um telescópio.

Público alvo

Estudantes do 2^o ano do Ensino Médio de uma escola regular.

Atividade

No primeiro momento desse encontro, o professor dividirá a turma em grupos de cinco alunos, e para cada grupo entregará um par de lentes esféricas de potências diferentes. O docente proporá para os grupos, o desafio de encontrar o foco de cada lente, e em seguida, encontrar a convergência delas. Tal procedimento será mediado pelo professor, que intervirá dando sugestões aos grupos. Ainda nesse momento, o professor fará uma exposição oral sobre o tema telescópio, expondo qual é o processo físico para a construção de uma luneta astronômica.

No segundo momento, o professor proporá a exibição de dois vídeos ¹⁷sobre a construção de uma luneta. Ao término da exibição, o professor fará uma discussão com a turma sobre os vídeos mostrados e concluirá o momento com uma exposição oral sobre como calcular a ampliação final em uma luneta astronômica.

¹⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0&t=93s>

<https://www.youtube.com/watch?v=oUQSzebtcEg&t=145s>

Quarto encontro

Tema:

Elementos de Astronomia.

Numero de aulas:

Duas aulas.

Objetivos.

→ Entender a importância da Astronomia ao longo da história e perceber que a mesma existe antes dos instrumentos de observação.

→ Conceituar Astronomia.

→ Compreender o Sistema Solar.

→ Definir estrelas, constelação e aglomerados estelares.

→ Compreender, a importância dos instrumentos de observação para a evolução da Astronomia.

→ Entender sobre os conceitos de galáxias, nebulosas e supernovas.

Conteúdos

- Definição de Astronomia.
- O Sistema Solar.
- A Via Láctea.
- Galáxias.
- Aglomerados de Galáxias.

Publico alvo

Estudantes do 2^o ano do Ensino Médio de uma escola regular.

Atividade

No primeiro momento desse encontro, o professor fará uma exposição dialogada sobre a Astronomia, utilizando como recurso didático uma apresentação de slides sobre o Tema. A apresentação está disponível no quarto anexo desse produto educacional.

O segundo momento será dividido em duas partes. O professor apresentará, na primeira, três vídeos¹⁸ sobre Astronomia. No primeiro Vídeo, será abordado um resumo histórico da Astronomia. No segundo vídeo serão

¹⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=mRuYo68dWPg>

<https://www.youtube.com/watch?v=mcfV5vblyRM>

<https://www.youtube.com/watch?v=QRQgoNtgwv4>

apresentadas algumas curiosidades sobre o movimento de rotação da Terra, e no terceiro vídeo, haverá uma abordagem sobre estrelas de nêutrons. Na segunda parte desse momento, o professor fará a apresentação do Software Stellarium para os alunos.

Quinto encontro

Tema:

Telescópio.

Número de aulas

Duas aulas seguidas.

Objetivo

→ Construir uma luneta astronômica.

Conteúdos

- Instrumentos ópticos (Telescópio)

Publico alvo

Estudantes do 2^o ano do Ensino Médio de uma escola regular.

Atividade

Esse momento será dividido em duas partes. Na primeira, o professor separará a turma em grupos de cinco alunos e entregará um roteiro para construção de uma luneta astronômica para cada grupo. Nesse momento os alunos interagirão entre si e construirão a luneta. Cada grupo construirá a sua luneta astronômica. O professor durante esse momento estará supervisionando os grupos, repassando dicas, e os guiando na construção.

O segundo momento está destinado à apresentação da luneta. Cada grupo escolherá um representante para discorrer oralmente, para o grande grupo, sobre a sua construção. Cada grupo terá a oportunidade de visualizar as lunetas dos demais. O professor encerrará esse momento discursando sobre as construções. O primeiro momento desse encontro será de 75 minutos, e o segundo momento de 25 minutos. O roteiro para a construção da luneta está no terceiro anexo desse produto educacional.

REFERÊNCIAS

CANALLE, João Batista. **A luneta com lente de óculos**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 11, n. 3, dez. 1994.

CARVALHO, A.M.P., et al., Ciências no ensino fundamental – o conhecimento físico. São Paulo, Editora Scipione, 1998.

COMO FAZER UMA LUNETAS CASEIRA DE PVC. Iberê Thenório. **Youtube**. 7 jun. 2016, 10min35s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0&t=93s>: Acesso em Julho de 2018.

COMO MONTAR UMA LUNETAS CASEIRA DE PVC. **youtube**. 24 out, 2012, 21min54s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oUQSzebtEg&t=145s>. Acesso em Jul de 2018.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de física**: Rio de Janeiro: Editora LTC, v 4, 4edição, 1984.

HISTÓRIA DA Astronomia. Flávio Cunha. **Youtube**. 22 jul, 2015, 12min14s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mcfV5vblyRM>. Acesso em Abril de 2018.

HUBBLE: SEGREDOS DO ESPAÇO. Universo do documentário. **youtube**. 18 fev, 2015, 45min56s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UDQskO-vtt8>. Acesso em Jul de 2018.

LAS CASAS, Roberto. **Os primeiros telescópios**: <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas90.htm>. Acesso em 23 de março de 2018.

OWP EDUCAÇÃO. Óptica oftálmica parte II. Apostila do acervo da OWP Educação. Disponível em: www.escoladeoptica.com.br.

O QUE SÃO AS ESTRELAS DE NÊUTRONS (ASTRONOMIA). Socrática Português. **Youtube**. 12 jan. 2015, 6 min24s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mRuYo68dWPg>. Acesso em março de 2018.

TIPLER, Paul. Allan; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**: Eletricidade e magnetismo; ótica. Rio de Janeiro: Editora LTC, V 2, 5 Edição.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. [S.l: s.n.], 2004.

SOARES, Domingos. S. de Lima. **As Nuvens de Magalhães, duas galáxias-satélites da Via Láctea**: <http://lilith.fisica.ufmg.br/~dsoares/reino/nuvens.htm>. Acesso em 19 de Julho de 2018.

SEMANA 2) ROTAÇÃO DA TERRA. O QUE É DIA? O QUE É NOITE?
Espaçonave terra. **Youtube**. 03 out, 2009, 10min14s. Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=QRQgoNtgwv4>. Acesso em abril de 2018.

VIEGA, Sara. **Como fazer um periscópio**. umcomo.com.br, 2017,
Disponível em: <https://tempolivre.umcomo.com.br/artigo/como-fazer-um-periscopio-4336.html>

ANEXOS

ANEXO 1

Primeira atividade. Construção de um caleidoscópio

Material

- Três réguas
- Papel cartão preto
- Tesoura
- Fita adesiva.

Procedimento de Construção:

Segunda atividade. Construção de um periscópio

Material

- Folha de Papelão
- Dois espelhos planos
- Fita adesiva
- Tesoura.

Procedimento de construção do caleidoscópio

É muito fácil fazer o seu caleidoscópio com material de baixo custo. Basicamente, você vai precisar de três réguas, de preferência novas. Depois de fazer um triângulo com as réguas, você deve usar fita adesiva para fixá-las. Depois, passe um papel preto ou um papelão nas réguas, para que fique tudo bem vedado. Separe coisas bem coloridas para você colocar na ponta do Caleidoscópio. O grande segredo do caleidoscópio é que uma régua reflete o que a outra já refletiu, resultando em uma composição de imagens.

Fonte adaptada: <http://www.manualdomundo.com.br/2013/07/como-fazer-um-caleidoscopio-em-casa/>.

ANEXO 2

Procedimento de Construção do Periscópio

Um periscópio permite observar aquilo que, devido à presença de um obstáculo, não está na linha de visão, por exemplo, por cima das paredes ou sobre as cabeças de uma multidão de pessoas; seu uso é comum em submarinos para visualizar objetos sobre o mar, enquanto o equipamento permanece submerso. Pode fazê-lo tão alto quanto quiser, dependendo do material disponível.

Vai precisar de:

- Uma folha de papelão de 42 cm de comprimento por 42 cm de largura.
- 2 tiras de papelão de uns 32 cm de comprimento por 8 cm de largura.
- 2 espelhos pequenos de uns 8 cm de comprimento e 6 cm de largura.
- Um lápis e uma régua.
- Fita adesiva e tesoura.

Passos a seguir:

1

Para começar, meça quatro colunas de uns 10 cm de largura e uma de 2 cm de largura na folha grande de **papelão**. Coloque a régua sobre cada linha e passe a tesoura por cima para as marcar.

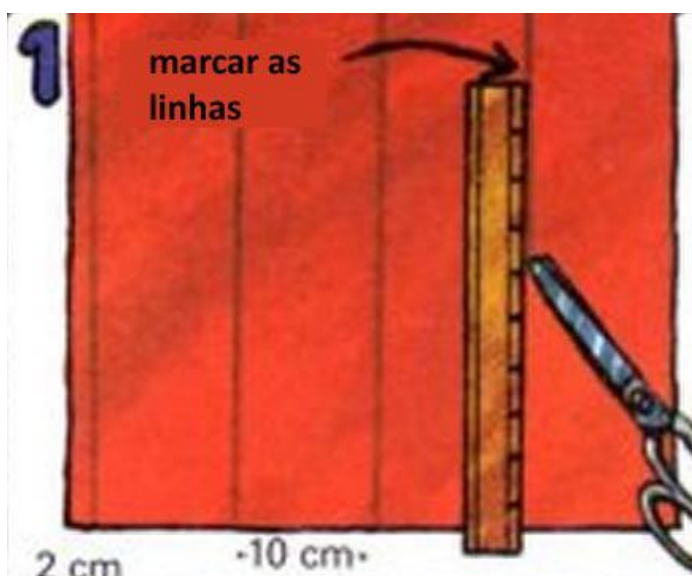


Figura 5: (VIEGA, 2017, P.1)

Dobre o papelão pelas linhas para formar uma caixa comprida e recorte uma janela de 5 x 5 cm perto da parte de baixo e outra perto da parte de cima no lado oposto.

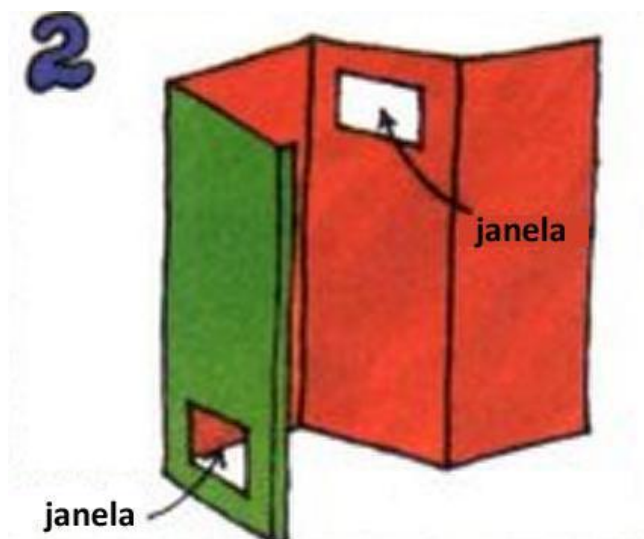


Figura 6: (VIEGA, 2017, P.1)

De seguida, meça três colunas de 8 cm de largura e uma de 2 cm de largura sobre as duas tiras de papelão. Marque as linhas e cole com **fita adesiva** um **espelho** sobre cada uma. Veja o desenho.

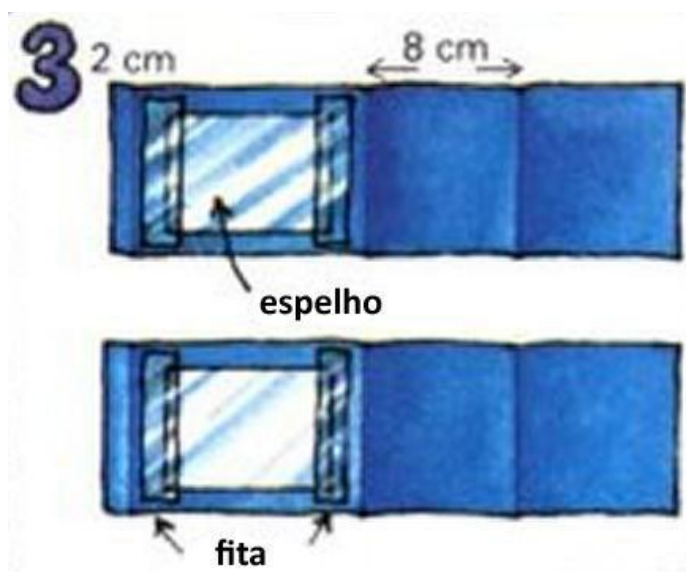


Figura 7: (VIEGA, 2017, P.1)

Dobre as tiras para cima, deixando os espelhos pela parte de fora, e dê-lhes a forma de um triângulo. Dobre a **ponta** de cada tira também para cima e cole os extremos das pontas com **fita adesiva**.

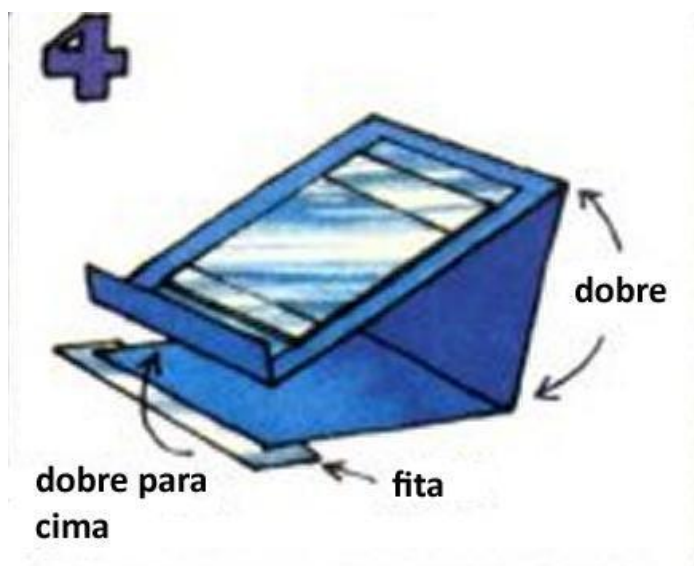


Figura 8: (VIEGA, 2017, P.1)

Coloque o triângulo sobre o fundo da caixa, com as pontas para fora, como vê no desenho. Cole o triângulo à caixa com fita adesiva.



Figura 9: (VIEGA, 2017, P.1)

Para terminar, coloque a caixa com a boca para baixo. Coloque o outro triângulo de maneira a que se consiga ver o espelho através da janela. Cole-o bem com fita adesiva. Feche a caixa e cole as pontas do triângulo por baixo.

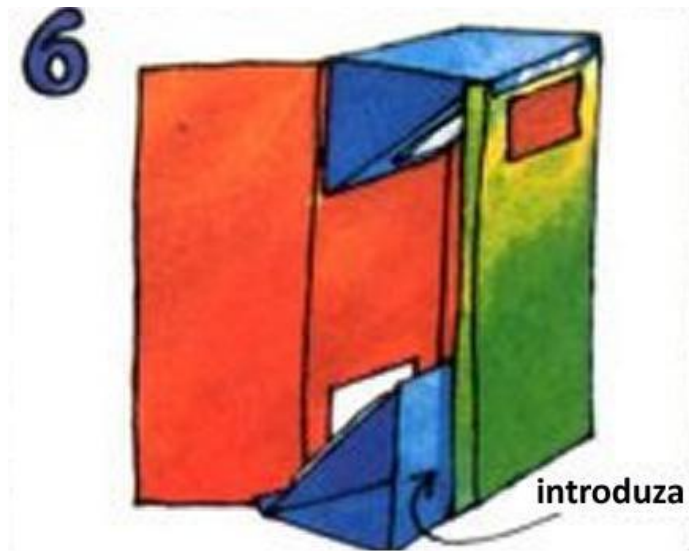


Figura 10: (VIEGA, 2017, P.1)

Fonte adaptada: <https://tempolivre.umcomo.com.br/artigo/como-fazer-um-periscopio-4336.html>

ANEXO 3

ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DA LUNETAS

MATERIAIS UTILIZADOS

• Uma lente positiva de índice de refração 1,5, em resina, de potência 1,5 D. O diâmetro da lente deve ser de 50 mm.

- Um monóculo para visualizar fotos em película positiva.
- Um cano de PVC de 40 mm de diâmetro e 60 cm de comprimento.
- Um cano de PVC de 50 mm de diâmetro e 70 cm de comprimento.
- Uma bucha de redução de 40 mm para 32 mm.
- Uma luva para PVC de 40 mm.
- Uma luva para PVC de 50 mm.
- Um cap para cano de 50 mm.
- Fita Crepe.
- Fita dupla face grossa.
- Um pedaço de cartolina preta (10x10) cm.
- Uma massa epóxi.
- Tinta spray preta.
- Um par de luvas.
- Um pedaço de lixa 220.
- Cola para PVC.
- Tesoura.
- Serra para cano.

Fonte adaptada: <https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0&t=93s>

MONTAGEM

Serre o cano de 50 mm de diâmetro em dois pedaços. Um pedaço de 50 cm de comprimento e outro de 7 cm de comprimento.

Serre um pedaço de 50 cm de comprimento do cano de 40 mm de diâmetro.

Lixe os pedaços de canos.

Lixe as luvas e a bucha de redução.

Pinte os pedaços de PVC com a tinta spray por dentro e por fora. Espere secar.

Pinte as luvas de PVC por dentro e por fora. Espere secar.

Coloque a lente de 50 mm dentro da luva de 50 mm. Essa parte será a objetiva da nossa luneta.



Figura 11. Parte da objetiva.
Fonte: Própria

Coloque um pedaço de fita dupla face grossa em uma extremidade interna de cada cano de acordo com a figura. Dê duas voltas com a fita.



Figura 12

Figura 4 Tubos com fita grossa. O tubo de maior diâmetro o revestimento será interno. No tubo de menor diâmetro o revestimento será externo.

Fonte: Própria

Coloque o cano menor dentro do cano maior. Esse sistema permite ajuste de foco da nossa luneta.



Figura 13. Após revestimento com as fitas colocamos o cano menor dentro do cano maior.
Fonte: Própria

Encaixe a parte da objetiva no cano de 50 mm e fixe com cola.

Coloque a luva de 40 mm no cano de diâmetro menor.

Fixe o monóculo de fotografia na bucha de redução e cole com epóxi.

Essa será a parte da ocular da luneta. Espere secar.



Figura 14. Parte da ocular.
Fonte: Própria

Encaixe a bucha (ocular) na luva de 40 mm. Depois encaixe no cano de 40mm.



Figura 15. Ocular inserida na luva de 40 mm.

Fonte: Própria

Coloque o cano de 7 mm de comprimento dentro do cap e depois coloque no cano de 50 mm. Será para proteção da ocular.

Se a nossa observação com a luneta tiver aberração cromática considerável, recortemos um pedaço de cartolina e façamos um disco circular de diâmetro maior 50 mm e diâmetro menor de 25 mm. Coloque dentro da luva que contém a ocular.



**Figura 16. Recorte de disco circular.
Fonte: Própria**



**Figura 17. Disco fixado na objetiva.
Fonte: Própria**

Depois de todos os encaixes feitos, a luneta ficará assim:



Figura 18. Luneta pronta.
Fonte: Própria

Fonte adaptada: <https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0&t=93s>

ANEXO 4

SLIDES SOBRE ASTRONOMIA

Os slides utilizados para apresentação sobre a aula de Astronomia contêm apenas os textos e as imagens relacionadas.

Slide inicial: Foto ilustrativa de uma Galáxia **ASTRONOMIA**



Fonte:

http://imgsrc.hubblesite.org/hvi/uploads/image_file/image_attachment/28349/large_web.jpg

Segundo Slide Definição de Astronomia e seu objetivo

- ▶ A Astronomia estuda os astros na esfera celeste.
- ▶ A Astronomia é uma ciência básica. Sua missão é nos dizer de onde viemos, onde estamos e para onde vamos.
- ▶ Seu objetivo é, pois, fazer avançar a fronteira do conhecimento.

Terceiro slide: Astronomia na antiguidade

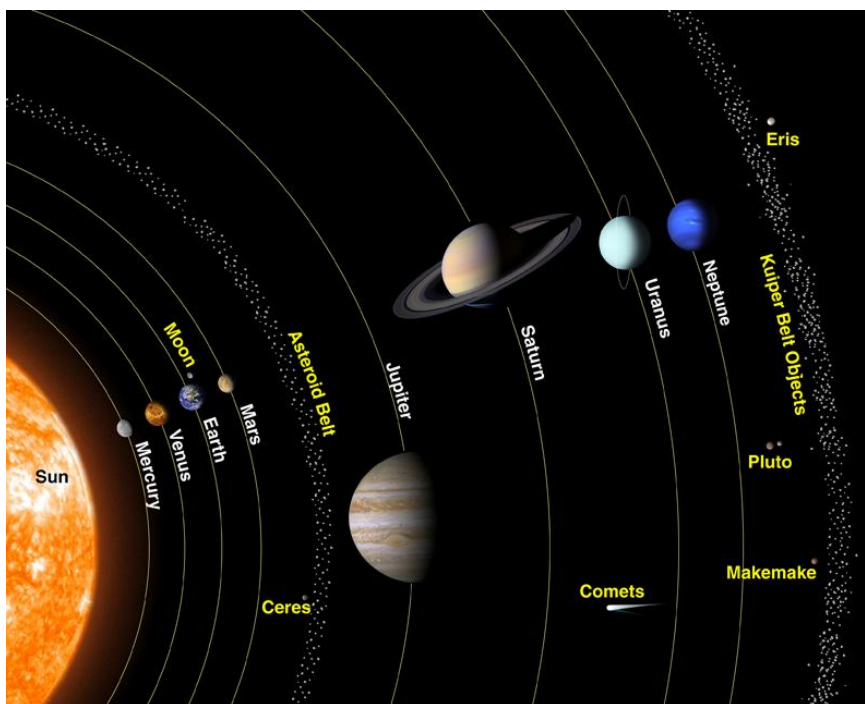
- ▶ Desde a antiguidade o céu intriga a humanidade.
- ▶ Marcação de dias, meses e anos.
- ▶ A agricultura baseada na Astronomia.
- ▶ Astronomia e a navegação.

Quarto slide: Galileu Galilei e o telescópio

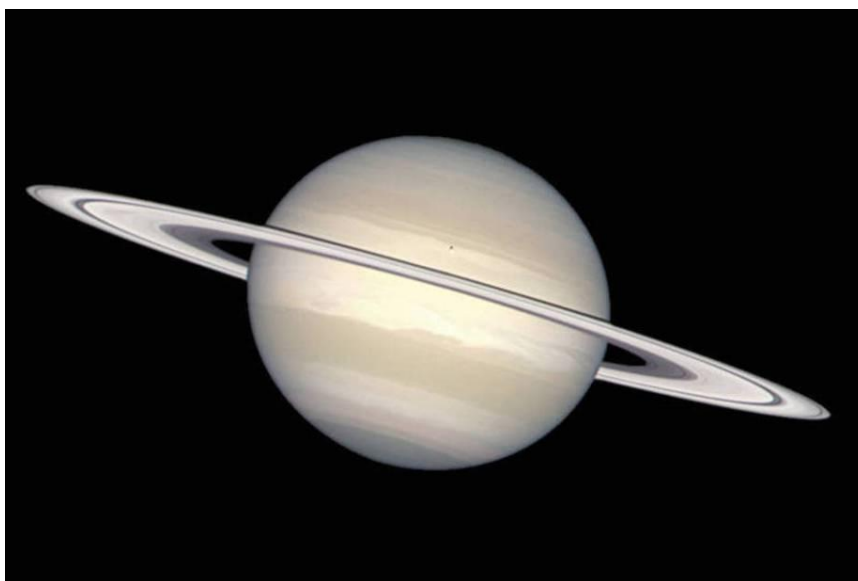
- ▶ Em 1609, Galileu usa pela primeira vez um telescópio para observar o Universo.
- ▶ Observa crateras e montanhas na Lua.
- ▶ Verifica a existência de luas em Júpiter.
- ▶ Observa anéis ao redor de Saturno.

Quinto slide: Kepler e o Sistema Solar

- ▶ Kepler e as Leis do movimento planetário.
 - ▶ Composição do Sistema Solar.
 - ▶ Contração de uma nuvem de matéria devido ao efeito gravitacional dá origem ao Sol e aos planetas.
- Sol.
- Oito planetas.
- Mais de satélites 165 conhecidos.
- Planetas anões.
- Cinturões de asteróides.
- Cometas.

Sexto slide: Foto ilustrativa do Sistema Solar

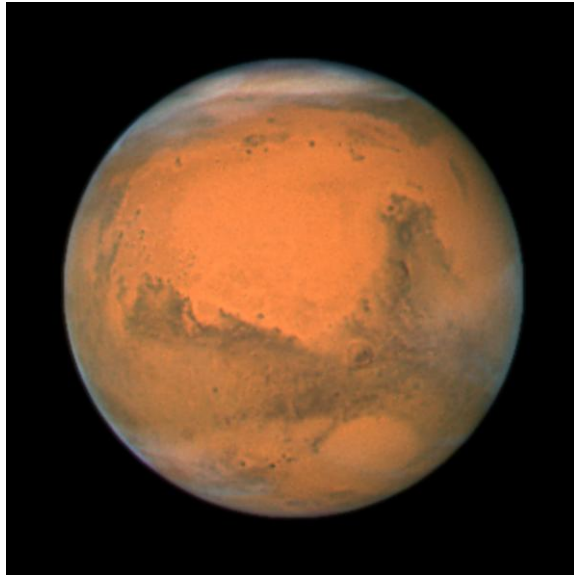
Fonte: <https://www.monolitonimbus.com.br/sistema-solar/>

Sétimo slide: Foto de Saturno**SATURNO**

Fonte : (Hubble Heritage Team (AURA/STScI/NASA/ESA))
<https://exame.abril.com.br/ciencia/15-fotos-incriveis-tiradas-pelo-telescopio-hubble-em-25-anos/>

Oitavo slide: Foto de Marte

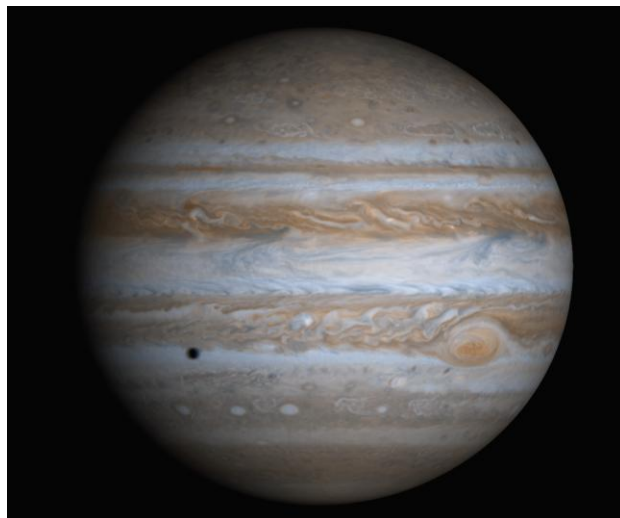
MARTE



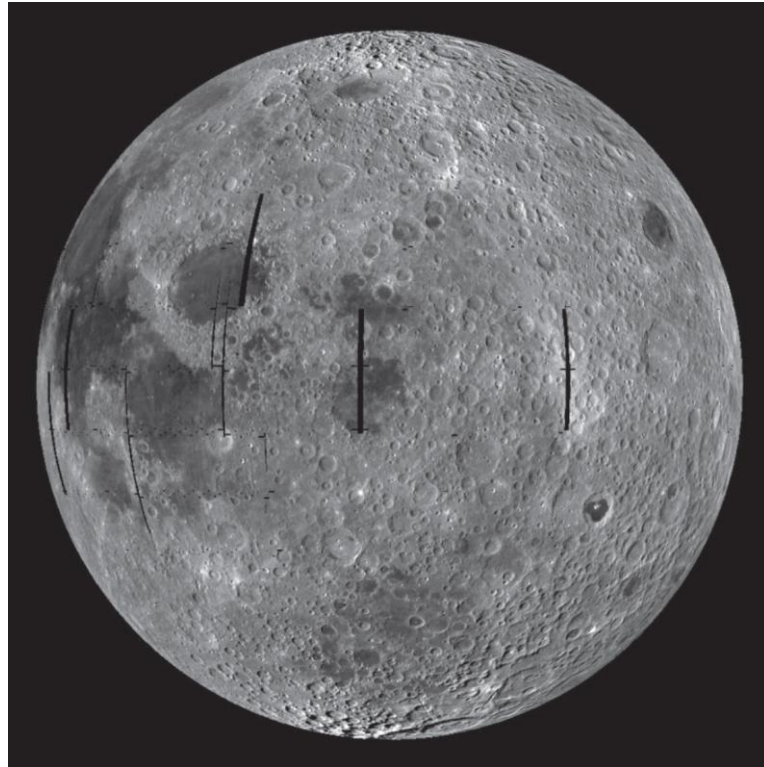
NASA, ESA, o Hubble Heritage Team (STScI / AURA), J. Bell (Universidade de Cornell) e M. Wolff (Instituto de Ciência Espacial em Boulder)
<http://universoobservado.blogspot.com/2013/11/linda-imagem-de-marte-observada-por.html>

Nono Slide: Foto de Júpiter

JÚPTER



Júpiter visto pela sonda Cassini em 2000 [NASA/JPL/University of Arizona] (esquerda). Detalhe da grande mancha vermelha, fotografada pela sonda Voyager 2 em 1996 [NASA/JPL] (direita).
Fonte: (PICAZZO & et al, 2011, p.108)

Décimo slide: Foto da Lua**LUA**

(NASA/GSFC/Arizona State
Fonte: (PICAZZO & *et al*, 2011, p.122)

Décimo primeiro slide: Conhecimentos sobre a Via Láctea**A Via Láctea**

- ▶ O conhecimento da Via Láctea na antiguidade.
- ▶ A Via Láctea é formada de aproximadamente 200 bilhões de estrelas.
- ▶ É uma Galáxia do tipo espiral.
- ▶ A nossa Galáxia tem cerca de 100 mil anos-luz de comprimento.
- ▶ Galáxias Satélites da Via Láctea:

Décimo Segundo Slide: Fotos das nuvens de Magalhães



Fonte: <http://lilith.fisica.ufmg.br/~dsoares/reino/nuvens.htm>



Nuvens de Magalhães Fotografia obtida por Akira Fujii, onde podem ser vistas as Nuvens de Magalhães e as estrelas que apontam para elas, Sirius e Canopus. A estrela mais brilhante de todo o céu, Sirius, está acima e à esquerda. A constelação de Órion está à direita de Sirius, sendo Rigel a sua estrela mais brilhante. As Três Marias são três estrelas enfileiradas logo acima de Rigel. Canopus, a segunda estrela mais brilhante do céu, está bem abaixo de Sirius, e ambas apontam para a Grande Nuvem de Magalhães. A Pequena Nuvem, mais fraca, está abaixo da Grande Nuvem, para a direita. Utilize esta fotografia para localizar as Nuvens, a partir de seu ponto de observação. A fotografia apresenta a seguinte orientação: a direção Leste está à direita e a direção Sul está para baixo.

Fonte: <http://lilith.fisica.ufmg.br/~dsoares/reino/nuvens.htm>

Décimo terceiro slide: Definição

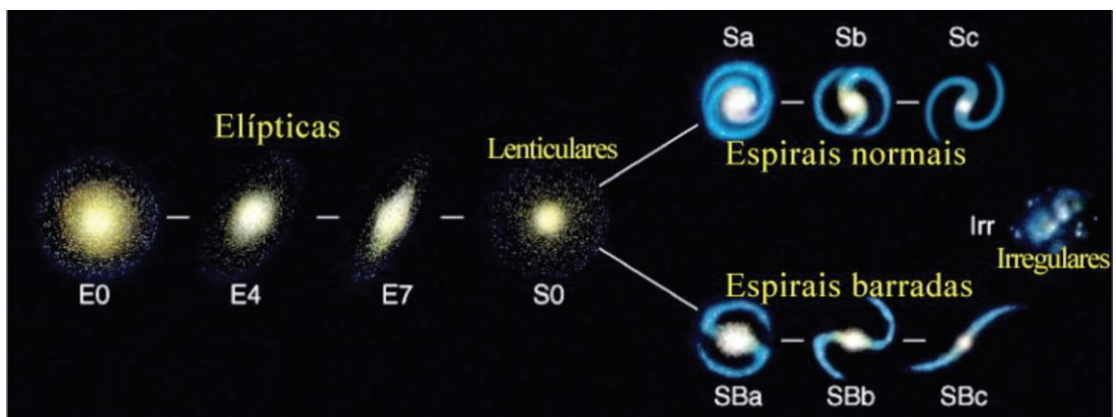
Uma galáxia é formada principalmente por estrelas, planetas, poeira e gás.



Galáxia espiral.
A galáxia NGC 628 (Gemini).
Fonte: (PICAZZO & *et al*, 2011, p.202)

Décimo quarto slide: Tipos de galáxias

TIPOS DE GALÁXIAS

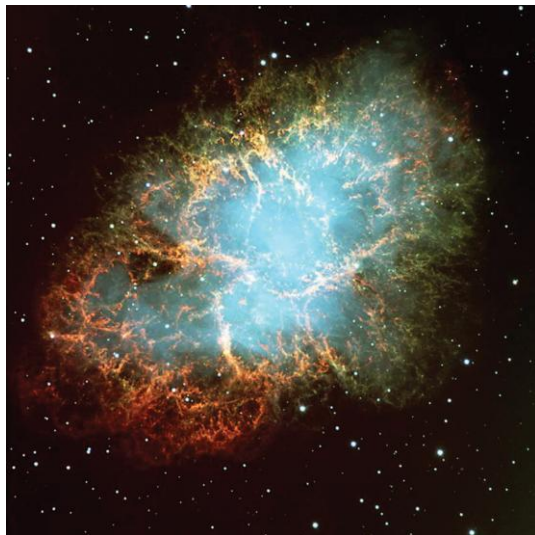


O sistema de classificação de Hubble se aplica às galáxias brilhantes e próximas (até cerca de seis bilhões de anos-luz), pois eram estas as galáxias que podiam ser observadas até a década de 1930.
Fonte: (PICAZZO & *et al*, 2011, p.233)

Décimo quinto slide: Nebulosas e suas formações

Nebulosas

- ▶ São nuvens formadas de poeira cósmica, Hidrogênio e gases ionizados.
- ▶ Constituem berços de estrelas
- ▶ Apresentam formas irregulares.



Nebulosa do caranguejo
Fonte: (PICAZZO & et al, 2011, p.206)

”

Décimo sexto slide: sobre aglomerados de galáxias. Foto



36- Imagens do aglomerado Abell 1689 e Abell 2218 feitas com o telescópio espacial Hubble onde podemos observar dezenas de arcos gravitacional
Fonte: (PICAZZO & et al, 2011, p.255)

Décimo sexto slide: O Universo em Expansão

- ▶ Edwin Hubble.
- ▶ Energia escura