



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JULIANA ROMANZINI

**CONSTRUÇÃO DE UMA SESSÃO DE CÚPULA PARA O
ENSINO DE FÍSICA EM UM PLANETÁRIO**

LONDRINA
2011

JULIANA ROMANZINI

**CONSTRUÇÃO DE UMA SESSÃO DE CÚPULA PARA O
ENSINO DE FÍSICA EM UM PLANETÁRIO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista

LONDRINA
2011

JULIANA ROMANZINI

CONSTRUÇÃO DE UMA SESSÃO DE CÚPULA PARA O ENSINO DE FÍSICA EM UM PLANETÁRIO

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina como requisito para obtenção do título de Mestre.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista
Universidade Estadual de Londrina

Profa. Dra. Rute Helena Trevisan
Universidade Estadual de Londrina

Profa. Dra. Sylvania Sousa do Nascimento
Universidade Federal de Minas Gerais

Londrina, 25 de Fevereiro de 2011.

DEDICATÓRIA

À minha mãe, Marli, que esteve sempre ao meu lado. Mãe, sem o seu apoio teria sido muito mais difícil chegar até aqui. Essa vitória também é sua!

AGRADECIMENTOS

São muitas as pessoas que vivenciaram comigo essa caminhada e que merecem toda a minha consideração e meus sinceros agradecimentos. Aos que porventura não forem citados aqui, por questão de esquecimento, saibam que todos vocês têm seus lugares reservados em meu coração e que são muito importantes para mim.

Antes de me lembrar dos amigos, professores, família e companheiros de caminhada, quero agradecer àquele que me permitiu chegar até aqui: Deus, minha fortaleza, meu protetor. N'Ele depus meus alegres, angústias, meus medos, e confiei plenamente no seu infinito amor.

Agradeço à profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista pela constante orientação ao longo dessa pesquisa, pelas sábias palavras, pelos ensinamentos e por acreditar no meu trabalho.

À professora Dra. Sylvania Sousa do Nascimento e à professora Dra. Rosana Figueiredo Salvi pelas importantes contribuições no exame de qualificação, que fortaleceram essa pesquisa.

À minha família (mãe, pai, Marcelo, Simone, Giulia) pelo apoio e compreensão. Vocês são meu tesouro, minha razão de viver. Mãe, você, de forma especial, esteve sempre ao meu lado, me dando forças nos momentos difíceis, me animando quando a tristeza e o desânimo queriam me dominar. Obrigada pelos lanchinhos que você preparava quando eu estava “no sufoco” em frente ao computador, pelos carinhos, pelas palavras motivadoras, enfim, por seu apoio incondicional à mim. Peço também desculpas por tantas vezes te deixar nervosa e preocupada com meus problemas (faz parte do processo, você sabe!).

Aos colegas do grupo *Ifhiecem*, pelas discussões, pelo auxílio e pelas contribuições dadas ao meu trabalho. De forma especial agradeço aos amigos Lucken, Simone, Eliane, Márcio e Marcelo, pelas conversas nos banquinhos do Departamento de Física, que muitas vezes me confortaram e me fortaleceram.

Ao professor Dr. Gilberto Carlos Sanzovo e à equipe do Planetário de Londrina (Amélia, Vanessa, Geralda, Rosalina e Silvana), pela disponibilidade em permitir o uso do espaço físico, de materiais, de pessoal e de tempo para a

realização das atividades práticas. Aos estagiários (Lucas, Paula, José Emídio, Priscila, Sandhy, Guilherme, Aline), obrigada por me auxiliarem na recepção dos alunos participantes da pesquisa e na apresentação das sessões de cúpula.

Ao CNPq pela verba disponibilizada para a confecção dos slides para a sessão de cúpula, via projeto Ano Internacional da Astronomia, coordenado em Londrina pela professora Dra. Rute Helena Trevisan.

Ao Labted por oferecer o espaço físico e o instrumental tecnológico para realizarmos o exame de qualificação por meio de vídeoconferência.

À Radio UEL FM por disponibilizar os equipamentos e pessoal para a gravação da narrativa da sessão de cúpula.

Aos funcionários da Secretaria de pós-graduação do CCE, que sempre me atenderam com disposição e esmero.

Aos professores e alunos participantes da pesquisa, pela disponibilidade em contribuir voluntariamente para nossa investigação.

À professora Dra. Rute Helena Trevisan pelas inúmeras oportunidades que me proporcionou ao longo desses anos de trabalho com Ensino de Astronomia e pelas contribuições na arguição final.

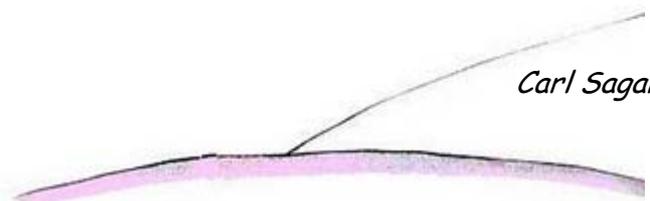
Ao “teacher” Lucas, por me auxiliar na confecção do abstract desse trabalho e dos demais apresentados em diversos eventos da área.

Aos meus queridos amigos de mestrado, especialmente Henri (meu irmãozinho), Denis e Wellington, pelo companheirismo e pelos momentos agradáveis, que me ajudaram a repor as energias.



Os ideais são como as estrelas, você não conseguirá tocá-las com as suas mãos. Mas como para os marinheiros nas águas desertas, elas podem guiá-lo, e, seguindo as estrelas, você chegará ao seu destino.

Carl Sagan



ROMANZINI, Juliana. Construção de uma sessão de cúpula para o ensino de Física em um Planetário. 2011. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

RESUMO

Nossa pesquisa, de cunho qualitativo, se baseia na investigação do potencial pedagógico que os Planetários podem oferecer para o ensino de conceitos científicos que vão além da área da Astronomia, abrangendo também outras Ciências, tais como a Física, Biologia, Química e Matemática. Para isso investigamos a construção de uma sessão de cúpula para o ensino de conceitos físicos relacionados ao funcionamento dos telescópios. As sessões de cúpula são uma das principais atividades realizadas nos Planetários, e se constituem de apresentações realizadas para abordar conceitos diversos, utilizando-se para isso um projetor de estrelas e diversos equipamentos auxiliares, que criam momentos imersivos em que o público se sente parte do ambiente simulado. Como suporte para a elaboração e construção de uma sessão de cúpula com tais objetivos, utilizamos os referenciais advindos da Didática das Ciências e da História da Ciência. O título sugerido para a mesma foi “Além dos olhos – a Astronomia a partir dos telescópios”. Com tal elaboração e posterior aplicação dessa sessão de cúpula no Planetário de Londrina/PR para estudantes do Ensino Médio, acompanhada de aplicação de questionários pré e pós-atividade, identificamos uma influência dessa atividade mais claramente nos registros escritos dos alunos que nada conheciam do assunto. Houve também uma ocorrência da emissão de asserções de valor pelos alunos em relação a valores cognitivos, sociais e pedagógicos pertinentes à atividade, e o interesse do público participante no aprimoramento da sessão, notadamente na aproximação das sessões de cúpula aos vários assuntos escolares que vivenciam. Acreditamos que esses elementos evidenciam o papel colaborativo das sessões de cúpula no ensino não-formal.

Palavras-chave: Ensino Não-Formal. Planetários. Sessão de Cúpula. História da Ciência. Didática das Ciências. Física dos Telescópios.

ROMANZINI, Juliana. Construção de uma sessão de cúpula para o ensino de Física em um Planetário. 2011. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

ABSTRACT

Our qualitative research, of qualitative character, is based on investigation of the pedagogical potential that Planetariums can offer to teaching of scientific concepts that going beyond the field of Astronomy, covering other sciences such as Physics, Biology, Chemistry and Mathematics. For this we investigate the construction of a dome session for the teaching of Physics concepts involving the telescopes operation. The dome sessions are one of the main activities performed in Planetariums, and form of presentations made to address several concepts, using for that a star projector and various auxiliary equipments, which create immersive moments where the public can feel part of the simulated environment. As support for the design and construction of the dome session with these goals, we used the references of Didactic of Science and History of Science, who gave us support for the construction and implementation of a dome session titled "Beyond the eyes - the astronomy after the telescopes." With such elaboration and subsequent implementation of that dome session in Londrina's Planetarium for high school students, we identified an influence of this activity more clearly on students' records who knew nothing about the subject. There was also the occurrence of the issuance of statements valued by students in relation to cognitive, social and pedagogical values pertaining to the dome session, and the participating public's interest in the improvement of this activity, especially in the approximation of the dome sessions at various scholar issues that students experience. We believe that these elements demonstrate the collaborative role of dome sessions in non-formal education.

Key words: Non-Formal Teaching. Planetariums. Dome Session. History of Science. Didactic of Science. Physics of Telescopes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E QUADROS

Figura 01 – Escultura de Atlas carregando sobre suas costas a esfera celeste.....	23
Figura 02 – Esquema das relações existentes no ramo da Didática das Ciências...	30
Figura 03 – Sítio megalítico de Stonehenge, na Inglaterra.....	50
Figura 04 – Hans Lippershey.....	54
Figura 05 – Galileu Galilei	55
Figura 06 – Duas lunetas desenvolvidas por Galileu.....	56
Figura 07 – Representação das Plêiades, ilustradas por Galileu, e imagem real do aglomerado.....	58
Figura 08 – Representação das luas de Júpiter, iustradas por Galileu, e imagem real do planeta observado com um telescópio de médio porte	59
Figura 09 – Aspecto de Saturno observado por Galileu em 1610, e uma imagem real do planeta	60
Figura 10 – Representação galileana das fases de Vênus, e a real aparência do planeta ao longo de sua órbita ao redor do Sol.....	60
Figura 11 – Representação das manchas solares, feita por Galileu, e imagem real das manchas	61
Figura 12 – Diagrama das aparências dos anéis de Saturno	65
Figura 13 – Telescópio de Newton	66
Figura 14 - Diagrama de funcionamento do telescópio refletor proposto por Cassegrain	67
Figura 15 – Um dos Telescópios de Herschel	67
Figura 16 – Telescópio Yerkes	69
Figura 17 – Telescópios Gemini Norte e Sul	71
Figura 18 – Telescópios Keck	71
Figura 19 – Very Large Telescope	72
Figura 20 – Telescópio Subaru.....	73
Figura 21 - Telescópio Espacial Hubble	74
Figura 22 - Telescópio Espacial James Webb.....	75
Figura 23 - Ilustração do Telescópio Espacial CoRoT.....	75
Figura 24 - Radiotelescópio de Arecibo, em Porto Rico	76
Figura 25 - James Clerk Maxwell Telescope, situado no Havaí	77
Figura 26 - Very Large Array, em Novo México.....	77

Figura 27 - Radiotelescópio de Itapetinga, São Paulo.....	78
Figura 28 - Antena do radiotelescópio do Ceará	79
Figura 29 - SOHO Observatory	80
Figura 30 - Ilustração da sonda Messenger orbitando o planeta Mercúrio	80
Figura 31 - Uma das sondas Voyager	81
Figura 32 - Concepção artística da sonda Galileo.....	81
Figura 33 – Janela “Linha do Tempo” (Time Line).....	87
Figura 34 – a) Janela “Project” e b) Paletas para efeito de áudio e vídeo.....	88
Figura 35 – Janela “Monitor”	88
Figura 36 – O prédio onde se localiza o Planetário de Londrina	90
Figura 37 – O Projetor.	91
Quadro 01 – Lista dos Planetários fixos e móveis do Brasil, devidamente associados à Associação Brasileira de Planetários	24
Quadro 02 – Storyboard da Sessão	93
Quadro 03 – Modificações feitas na Sessão	106

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
1.1 As diversas naturezas do Ensino	18
1.2 Ambientes Não-Formais.....	20
1.3 Os Planetários.....	21
1.4 Unidades Didáticas	29
1.5 História da Ciência no Ensino de Física.....	31
CAPÍTULO 2 - APORTES METODOLÓGICOS	37
2.1 Fundamentação Metodológica	37
2.2 Descrição das etapas da Investigação	38
2.3 Estruturação de uma Unidade Didática	40
2.4 Os Questionários.....	42
2.5 Análise Textual Discursiva para compreensão dos dados obtidos.....	47
CAPÍTULO 3 - SÍNTESE HISTÓRICA A RESPEITO DA CRIAÇÃO E EVOLUÇÃO DOS TELESCÓPIOS ASTRONÔMICOS	50
3.1 As lentes e seu uso para ampliar objetos.....	52
3.2 Nascimento e difusão dos Telescópios Refratores	53
3.3 Galileu e suas Lunetas	55
3.4 O uso Astronômico das Lunetas de Galileu.....	57
3.5 As controvérsias, adversários e a inquisição.....	61
3.6 A evolução dos Telescópios até o século XIX.....	63
3.7 Os grandes Telescópios do século XX.....	70
3.8 Telescópios Espaciais	73
3.9 Radiotelescópios	76
3.10 Sondas espaciais	79
CAPÍTULO 4 - DESENVOLVIMENTO DA SESSÃO DE CÚPULA	83
4.1 Descrição das Etapas envolvidas no processo de Desenvolvimento da Sessão	84

4.2 O local escolhido para a investigação: o Planetário de Londrina	90
4.3 Storyboard da Sessão desenvolvida	92
4.4 Modificações feitas na Sessão	106
CAPÍTULO 5 - APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE	111
5.1 Descrição das atividades desenvolvidas e dos indivíduos participantes	111
5.2 Análise dos questionários aplicados	114
5.3 Uma discussão sobre as categorias apresentadas	133
CONSIDERAÇÕES FINAIS	142
REFERÊNCIAS	148
APÊNDICES	162
Apêndice 1 – Questionário Pré-Atividade	162
Apêndice 2 – Questionário Pós-Atividade	166
Apêndice 3 – Respostas dos alunos aos Questionários Pré e Pós-Atividade	170
Apêndice 4 – Alterações sugeridas para a Sessão de Cúpula	171

INTRODUÇÃO

A Astronomia me foi apresentada quando eu cursava a quinta série do Ensino Fundamental. Certa vez, minha professora de Ciências nos deu a tarefa de criar uma maquete representando o Sistema Solar. Fiquei extremamente animada com o trabalho e me dediquei de tal forma como nunca havia feito antes. Com esse “empurrãozinho” inicial me interessei cada vez mais por essa belíssima e intrigante Ciência, que até hoje me fascina. Enquanto minhas amigas colecionavam papéis de carta eu colecionava figurinhas de planetas que vinham nas embalagens de um chocolate; enquanto elas criavam pastas com fotos de artistas famosos eu selecionava reportagens sobre Astronomia de jornais e revistas. O próximo passo nessa minha nova caminhada de descobertas foi a observação do céu. Não possuía nenhum tipo de instrumento, somente os meus olhos e minha vontade de aprender cada vez mais. Isso me rendeu um diário, no qual descrevia todas as minhas observações: chuvas de meteoros, eclipses, ocultações, passagens de cometas, enfim, tudo era cuidadosamente descrito nele, que tenho guardado até hoje.

Esse encanto pelos fenômenos celestes me levou a cursar Física na Universidade Estadual de Londrina e a participar de projetos de iniciação científica em Ensino de Astronomia e Astrofísica. Em meu trabalho de conclusão de curso determinei as taxas de produção de gás e poeira em diversas passagens periélicas¹ de alguns cometas, mas aos poucos percebi que minha real intenção era ensinar Astronomia para aqueles que não a conheciam ou que tinham interesse, assim como um dia me ensinaram.

Alguns dizem que nosso futuro está escrito nas estrelas. Bem, não sou adepta a esse tipo de ideia, mas penso que nesse momento ela cai bem. Quando terminei a graduação, o projeto de implantação do Planetário de Londrina estava caminhando para sua fase final, e então a seleção para novos “planetaristas²” foi iniciada. Essa foi minha grande oportunidade de ingressar no caminho do Ensino de Astronomia, e me determinei a consegui-la. Hoje, quase 4 anos após esse acontecimento, estou desenvolvendo com imenso prazer uma série de atividades no Planetário, e nosso trabalho já está sendo reconhecido em diversas partes do Brasil.

¹ A palavra *Periélio* está associada ao ponto mais próximo do foco de uma elipse. No caso de um astro em órbita elíptica ao redor do Sol (por exemplo cometas), é a posição na órbita em que ele mais se aproxima dessa estrela.

² Esse termo associa-se aos profissionais que atuam nos ambientes dos Planetários, porém essa categoria ainda não é reconhecida como profissão.

Pensando sempre na qualidade de meu trabalho, também cursei a Licenciatura em Física e então conheci melhor o ramo do Ensino de Ciências. As aulas de História e Filosofia da Ciência ministradas pela Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista me impulsionaram a tentar uma vaga no Programa de Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Londrina, cuja Dissertação apresento aqui.

A partir de agora me destituo da primeira pessoa para apresentar o processo desenvolvido nesse trabalho de mestrado, buscando uma junção da Ciência que me encantou com a Física, que me deu suporte para compreender muito mais as maravilhas da natureza e do Cosmos.

A natureza não-formal do ensino tem sido alvo de pesquisas atuais no campo do Ensino das Ciências, mesmo ainda existindo certa dificuldade em se obter um consenso em relação às suas características. Isso porque o número de ambientes externos à sala de aula e que proporcionam formas inovadoras de ensino e divulgação científica vem crescendo nas sociedades ao longo dos anos.

São exemplos de ambientes não-formais os Museus e Centros de Ciências, locais onde a Ciência e a Tecnologia são amplamente divulgadas a toda população, por meio da interação do sujeito visitante com os objetos que compõem esses ambientes. Nesses locais temos a possibilidade de usufruir de momentos prazerosos e instrutivos, que situam o indivíduo na sua comunidade, com sua cultura definida, costumes e história, além de propiciar momentos de difusão do conhecimento científico.

Inseridas nessas estruturas maiores podemos encontrar outros ambientes, como os Observatórios, Zoológicos, Parques e também os Planetários³, espaços dedicados em primeiro plano ao ensino e divulgação da Astronomia.

Existem pesquisas relacionadas ao ensino nos Planetários, ainda que poucas comparadas ao vasto material encontrado na literatura dedicado aos Museus e Centros de Ciências, e grande parte delas dá maior destaque ao ensino da Astronomia.

Poucas também são as pesquisas divulgadas sobre os processos de elaboração de atividades em Planetários, especialmente no que diz respeito às

³ O termo *Planetário* pode ser usado tanto para identificar o aparelho responsável pela projeção de estrelas quanto o ambiente onde ocorrem essas projeções. Ao longo desse trabalho adotaremos o termo em questão (*Planetário*) para identificar o ambiente físico e o termo *Projeto de Estrelas* para identificar o equipamento.

sessões de cúpula⁴. Esses fatores nos levaram a uma reflexão a respeito das possibilidades de ensino que esses ambientes poderiam oferecer, e também de como devem ser organizadas as atividades oferecidas para que alcancem o objetivo de ensinar e divulgar as ciências. Sendo assim, iniciamos nossa investigação, norteada pelas perguntas “*De que forma os Planetários podem fornecer subsídios para o ensino de conteúdos científicos?*”, e “*Como esquematizar uma sessão de cúpula, levando em consideração os aspectos científico, pedagógico e didático, para que ela seja uma atividade promotora do ensino e da divulgação científica?*”.

Dessa forma, objetivamos investigar as contribuições de um ambiente não-formal de Planetário para o ensino de conceitos científicos para alunos do Ensino Médio, além de fundamentar, elaborar e validar empiricamente uma sessão de cúpula para abordar conceitos de Física por meio de uma contextualização histórica.

Delimitamos nossa pesquisa, como já mencionado, a estudantes do 2º e 3º anos do Ensino Médio, da rede Estadual de Ensino, e como tema para a sessão de cúpula escolhemos *Telescópios*, o que nos permitiu mesclar a História da invenção desse instrumento com conceitos básicos de Óptica, aliados à Astronomia.

Dadas as justificativas para essa pesquisa, apresentamos a estrutura do trabalho, composta de 5 capítulos. No Capítulo 1 realizamos a fundamentação teórica necessária para nossa investigação. Primeiramente apontamos as diversas formas de ensino, caracterizando assim o ensino não-formal, alvo da pesquisa. Em seguida discutimos os tipos de ambientes nos quais ocorrem possibilidades de ensino, para, no tópico posterior, enfatizar o ambiente dos Planetários. Como nossa proposta foi a elaboração de uma sessão de cúpula, utilizamos referenciais de Unidades Didáticas, que nos deram suporte teórico para sua elaboração. A seguir, aprofundamos o estudo das contribuições da História da Ciência no ensino de conceitos científicos.

No Capítulo 2, reservado à apresentação dos aportes metodológicos, fazemos uma descrição detalhada sobre as etapas que constituíram a presente pesquisa e as metodologias utilizadas para sua realização.

No Capítulo 3, apresentamos uma síntese histórica sobre a origem e evolução dos telescópios. Utilizamos como referenciais autores que desenvolvem

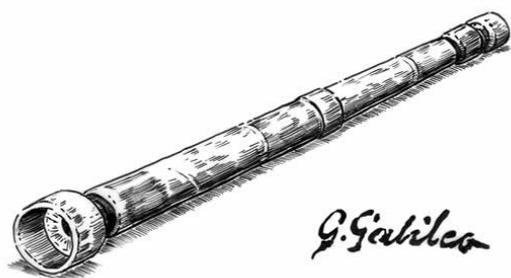
⁴ Esse termo está relacionado às atividades realizadas nos Planetários, e será melhor descrito no capítulo 4.

trabalhos em História da Astronomia, publicados em periódicos da área, além de livros e documentários elaborados por profissionais capacitados. Apresentamos diversos episódios da evolução desses instrumentos, desde a criação das primeiras lentes até os grandes telescópios atuais.

O Capítulo 4 é reservado para a descrição das etapas de elaboração da sessão de cúpula, desde a seleção do tema até a sua apresentação.

Apresentamos e discutimos no Capítulo 5 os dados da aplicação da Unidade Didática a alunos do Ensino Médio, confrontando os questionários anteriores e posteriores à atividade utilizando como ferramenta a Análise Textual Discursiva, proposta por Roque Moraes.

Finalizando essa dissertação, explicitamos os resultados da nossa investigação, e as considerações a ela relacionadas.



CAPÍTULO 1

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Luneta de Galileu
(1609)

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 AS DIVERSAS NATUREZAS DO ENSINO

A educação pode ser entendida como um processo de ensino e aprendizagem que se dá ao longo de nossas vidas (VIEIRA, BIANCONI & DIAS, 2005), e que objetiva preparar o indivíduo para o exercício da cidadania e qualificá-lo para o trabalho (BRASIL, 1996). Em outras palavras, ela pode ser considerada como um

processo permanente de enriquecimento dos conhecimentos, do saber-fazer, mas também e talvez em primeiro lugar, como uma via privilegiada de construção da própria pessoa, das relações entre indivíduos, grupos e nações (DELORS, 1996, p.12).

Diante desse cenário, as instituições escolares têm exercido seu papel de zelar pela educação das crianças, jovens e adultos, ensinando não só conhecimentos relativos à ciência e linguagem, mas também à formação de um cidadão, que reconhece seu papel no cenário em que se encontra e atua no mesmo para seu progresso. Essas instituições se baseiam no ensino formal, que segue um currículo rígido em relação a objetivos, conteúdos e metodologia (DIB, 1988). Esse tipo de ensino é geralmente bem estruturado física e metodologicamente e visa a formação dos estudantes.

Já na informalidade dos grupos de amizades, família ou na interação com meios de comunicação diversos como a televisão e o computador, podem ocorrer situações em que informalmente se ensina algo. De maneira natural, espontânea e gradual o conhecimento pode ser difundido, independentemente de local e tempo específicos (LABELLE, 1981).

Este tipo de ensino, que dá liberdade ao indivíduo para escolher o que deseja aprender, está intrinsecamente ligado à vontade inata do ser humano de compreender o meio no qual se insere (McCOMBS & WHISLER, 1989; McCOMBS, 1991), relacionando-se ao que Dierking e Falk (2001) classificam como *Free Choice Learning* (aprendizagem por livre escolha).

O ensino não-formal, por sua vez, ocorre de forma organizada e estruturada fora do sistema escolar, promovendo atividades e situações previamente elaboradas e voltadas a todas as faixas etárias e grupos sociais, não objetivando um sistema de trocas como ocorre nas escolas e instituições formais, como por exemplo, avaliações e certificações (LABELLE, 1981).

Mesmo apresentando características próprias, essas condições de ensino parecem se entrelaçar ao longo da história do indivíduo, ocorrendo concomitantemente. Baseando-nos em alguns fatores apresentados por Gohn (2006) para caracterizar os diferentes tipos de educação, apontamos características próprias dos ensinos formal, informal e não-formal.

A primeira delas é o local onde ocorrem os processos de ensino. Podemos dizer que as escolas e demais instituições de ensino promovem os processos de ensino formal. No que tange ao ensino não-formal, temos os espaços que promovem processos interativos intencionais, como os Museus, Centros de Ciências, entre outros. O ensino informal pode ocorrer em espaços comuns do cotidiano do indivíduo, como sua casa, um cinema, o bairro onde mora, etc.

No campo formal, os processos de ensino são repletos de regras e formalidades, em que o professor é o agente responsável pela apresentação dos conteúdos programáticos, diferentemente do que ocorre no ensino informal, em que o indivíduo tem liberdade de escolher o que quer conhecer, propiciando que esses processos de ensino se dêem de forma espontânea. Por sua vez, quando se pensa em ensino não-formal há uma “intencionalidade na ação, no ato de participar” (GOHN, 2006, p.29). Existe, dessa forma, certa estruturação dos conteúdos e das atividades oferecidas, porém essa é mais flexível em relação ao que encontramos na educação formal. Os conteúdos são organizados sequencialmente, porém não seguem um currículo rígido e pragmático como o escolar, e o tempo despendido para o ensino e também para a aprendizagem desses conteúdos não necessita ser fixado a priori, atentando para “as diferenças e capacidades de cada um e cada uma” (GADOTTI, 2005, p.2).

É importante também ressaltar os objetivos ou finalidades de cada processo considerado. O ensino escolar, ou formal, é direcionado para que o sujeito desenvolva habilidades e competências, ao passo que o informal busca uma maior socialização do indivíduo, desenvolvendo sua capacidade de refletir e de se

expressar. O ensino não-formal, por sua vez, objetiva apresentar o mundo do qual a pessoa faz parte.

Nossa investigação está alicerçada na não-formalidade do ensino das Ciências, pois um ambiente de Planetário pode ser considerado, dentro do que se expôs sobre os processos educativos, como um ambiente que oferece atividades de cunho não-formal, tais como sessões de cúpula, observações do céu com instrumentos, exposições, experimentos, palestras, entre outras, que podem promover uma mediação entre os estudantes e o conhecimento científico, propiciando mudanças qualitativas no desenvolvimento do pensamento teórico desses estudantes (LIBÂNEO, 2004).

Partimos agora para uma discussão a respeito dos ambientes que se inserem no quadro de promotores de atividades não-formais, para então nos aprofundarmos nos ambientes dos Planetários, selecionados para essa investigação.

1.2 AMBIENTES NÃO-FORMAIS

Ao propormos uma abordagem didática em um Planetário, baseamos-nos nos referenciais de ambientes que promovem atividades de educação e divulgação científica. O número de ambientes não-formais edificados no cenário mundial tem aumentado consideravelmente ao longo dos anos (CHAGAS, 1993), o que tem acarretado também no aumento de pesquisas relacionadas às metodologias e ao alcance pedagógico desses espaços (MARANDINO, 2004, 2005; FALK & STORKSDIECK, 2005).

Um dos pontos abordados em várias pesquisas nessa área é a natureza diferenciada dos ambientes não-formais. Dierking (2005) salienta que os Museus, Centros de Ciências e outros ambientes que fogem do convencional das salas de aulas, são os centros da revolução da educação. Esses ambientes apresentam características diferentes das que encontramos nas escolas. Quando os visitantes chegam a esses lugares, encontram um local diferente do seu cotidiano e, ao interagirem com os objetos e atividades oferecidos por esses ambientes, expõem sua vontade de conhecer e aprender mais sobre algo (CHAGAS, 1993).

Marandino (2001) também levanta o fato de que esses espaços podem e devem oferecer aos estudantes a oportunidade de vivenciar situações que

não podem ser reproduzidas na escola, conectando a prática à teoria. A falta de espaço físico, de materiais de apoio e de preparo dos professores limita o ensino de conceitos científicos às atividades teóricas realizadas em sala de aula, e os ambientes não-formais como Museus e Centros de Ciências podem oferecer subsídios para suprir esse tipo de carência (VIEIRA, BIANCONI & DIAS, 2005).

Braund e Reiss (2006) situam a contribuição desses ambientes na elaboração de um currículo de ciências mais edificante, apontando que o ensino e, a longo prazo, a aprendizagem científica nesses lugares são, na maioria das vezes, excitantes, desafiadores e enriquecedores. Nessa mesma linha, Vieira, Bianconi e Dias (2005) destacam que os espaços não-formais, quando utilizados de maneira adequada, podem auxiliar as atividades formais de sala de aula, atuando como complemento das mesmas.

Também Falk e Storksdieck (2005) apontam uma diferença entre o ensino nestes ambientes e nos escolares quando se leva em consideração a inserção dos indivíduos no mundo real, ou seja, nas sociedades, que apresentam suas características e delimitações próprias.

Essas pesquisas apontam que nos ambientes não-formais os visitantes passam por experiências práticas e observacionais que vão ao encontro de seus interesses e necessidades, e que não são usualmente vivenciadas nos ambientes escolares. Nessa perspectiva, procuramos compreender como estes ambientes podem contribuir para o ensino de conteúdos científicos. Assim, realizamos a seguir uma reflexão acerca das características dos Planetários, buscando identificá-los como um tipo de ambiente que pode oferecer diversas atividades de ensino não-formal.

1.3 OS PLANETÁRIOS

“Numa época em que o céu saturado pela luz de nossas cidades transformou as estrelas numa espécie em extinção, a sua beleza e mistério ainda podem ser observadas e admiradas em algumas cidades sob as cúpulas dos Planetários” (Juan Bernardino Marques Barrio, 2010)

A Astronomia é uma das Ciências que mais tem fascinado o homem, desde os primórdios das civilizações, e o interesse em compreender os fenômenos celestes acarretou um grande progresso científico e tecnológico nesta área.

Desde a invenção e utilização dos telescópios para fins astronômicos, a humanidade tem desenvolvido tecnologia suficiente para enviar sondas não tripuladas aos planetas do Sistema Solar e suas luas, desenvolver potentes tipos de telescópios (ópticos, radiotelescópios, etc.) e até enviar seres humanos ao espaço por um período de tempo considerável.

Tendo em vista que a Astronomia até hoje encanta públicos de várias idades, a necessidade de instrumentos que saciem a curiosidade dos indivíduos sobre conceitos a ela voltados e até mesmo que contribuam para os processos de ensino e aprendizagem científica se evidencia cada vez mais.

Atualmente são vários os métodos disponíveis para estes fins, tais como os softwares desenvolvidos para a confecção de cartas celestes ou para a representação dos movimentos planetários, livros e documentários de divulgação científica, além de ambientes que proporcionam uma série de experiências relacionadas a este campo do saber.

No que diz respeito a iniciativas institucionais, destacamos os Centros de Ciências, que podem apresentar diversas exposições e atividades lúdicas, os Observatórios, nos quais os visitantes realizam observações do céu noturno utilizando equipamentos ópticos como telescópios e binóculos, e os Planetários, que são ambientes de imersão nos quais se pode ter uma reprodução da esfera celeste, por meio de um equipamento óptico capaz de projetar em um teto abobadado as estrelas e sua aparente disposição no céu, bem como os planetas e outros objetos celestes.

Os primeiros Planetários surgiram da necessidade e curiosidade humanas de se compreender a natureza celeste. Um dos mais antigos modelos de Planetário é representado pela figura de Atlas carregando nas costas um globo celeste com as constelações gravadas em sua superfície (figura 01).



FIGURA 01. Escultura de Atlas carregando sobre suas costas a esfera celeste.

Fonte: Planetário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(<http://www.planetario.ufrgs.br/maqceu.html>)

Por sua vez, os Planetários de Projeção (os atualmente utilizados) foram introduzidos no mercado pela empresa alemã *Carl Zeiss Jena*.

Em 1923 foi lançado o primeiro deles, chamado *Mark I*, projetado pelo cientista Walther Bauersfeld, nos laboratórios de pesquisa da própria Fundação *Carl Zeiss Jena*. Esse projetor utilizava um sistema óptico-mecânico bastante complexo para projetar imagens simuladas do céu, numa superfície hemisférica (cúpula) de 9,8m de diâmetro. O sucesso desse instrumento foi tamanho que diversos Planetários passaram a ser inaugurados em todo o mundo. Atualmente, a empresa possui um catálogo de projetores de tecnologia avançada, que proporcionam maravilhosos espetáculos virtuais.

A maioria dos Planetários brasileiros surgiu na década de 1960, por acordos comerciais do Brasil com a Alemanha Oriental, que trocou equipamentos de projeção para sanar uma dívida com o país oriunda da compra de café. Um deles foi enviado a São Paulo, instalado no Parque do Ibirapuera, São Paulo. Era um Modelo Oberköchen Mark III para uma cúpula de vinte metros de diâmetro, com capacidade para 250 pessoas (MARTINS, 2009). Os outros dois equipamentos foram instalados

na Paraíba e no Paraná. A partir da década de 1970 foram inaugurados os Planetários de Goiânia (GO), Rio de Janeiro (RJ), Porto Alegre (RS), Santa Maria (RS), Brasília (DF) e João Pessoa (PB).

Com o crescimento do número de Planetários no Brasil após esse início, foi fundada em 1996 a *Associação Brasileira de Planetários* (ABP), que promove até os dias atuais a integração entre os Planetários brasileiros.

Além disso, a Associação Brasileira de Planetários também se conecta com Planetários de outras regiões do mundo por meio da *Organização Ibero-Americana de Planetários* (OIP) e da *International Planetarium Society* (IPS).

De acordo com dados atualizados da Associação Brasileira de Planetários (acesso em 11/03/2011), no Brasil existem em torno de 28 Planetários fixos e 4 móveis (quadro 01).

QUADRO 01. Lista dos Planetários Fixos e Móveis do Brasil, devidamente associados à ABP.

Planetários Fixos	Modelo	Cidade	UF
Planetário do Ibirapuera	Zeiss Star Master	São Paulo	SP
Planetário da Escola Naval	SPITZ A-2	Rio de Janeiro	RJ
Planetário da Universidade Federal de Goiás	Zeiss Spacemaster	Goiânia	GO
Fundação Planetário da cidade do Rio de Janeiro	Zeiss Spacemaster	Rio de Janeiro	RJ
Planetário da Universidade Federal de Santa Catarina	Digistar 3 SPII	Florianópolis	SC
Planetário da Universidade Federal de Santa Maria	Zeiss Spacemaster	Santa Maria	RS
Planetário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Zeiss Spacemaster	Porto Alegre	RS
Planetário de Brasília	Zeiss Spacemaster	Brasília	DF
Observatório Astronômico e Planetário do Colégio Estadual do Paraná	Zeiss ZKP-1	Curitiba	PR
Planetário do Espaço Cultural da Paraíba	Zeiss Spacemaster	João Pessoa	PB
Planetário de Campinas	Zeiss ZKP-2	Campinas	SP
Planetário de Vitória	Zeiss ZKP-2P	Vitória	ES

Observatório Astronômico Antares	STARLAB	Feira de Santana	BA
Planetário Tridimensional Mundo Estelar	Modelo dinâmico do Sistema Solar no centro da sala e cúpula com as estrelas fixas	São Paulo	SP
Fundação Planetário da cidade do Rio de Janeiro	Zeiss Universarium VIII TD	Rio de Janeiro	RJ
Planetário Rubens de Azevedo	Zeiss ZKP4-Quinto	Fortaleza	CE
Planetário Sebastião Sodré da Gama	Zeiss Skymaster ZKP-3	Belém	PA
Planetário de Tatuí	Aster IV	Tatuí	SP
Planetário do Colégio Bagozzi	STARLAB	Araucária	PR
Planetário de Brotas	Zeiss ZKP-2	Brotas	SP
Planetário Municipal de Itatiba	Sphaera	Itatiba	SP
Planetário Cosmos	Stellarium	Americana	SP
Planetário do Carmo	Zeiss Universarium VIII	São Paulo	SP
Planetário de Londrina	Gambato	Londrina	PR
Planetário Museu Parque do Saber	Zeiss ZKP-4-Quinto	Feira de Santana	BA
Planetário de Parnamirim	Sphaera S6T	Parnamirim	RN
Planetário da CCTECA	SKY-SKAN Definit PD- Digital Sky 2	Aracaju	CE
Planetário do Pólo Astronômico Casimiro Montenegro Filho	Sphaera-media	Foz do Iguaçu	PR
Planetário Espaço Ciência	Cosmodissée III, Automation Cosmos	Olinda	PE
Planetários Móveis	Modelo	Contato	
Planetário da CINT – Ciência Interativa	STARLAB	http://www.cint.com.br	
Planetário da SBEA (Sociedade Brasileira para o Ensino da Astronomia)	STARLAB	http://www.sbeastro.org	
Planetário do MAST - Museu de Astronomia e Ciências Afins	STARLAB	http://www.mast.br	

Planetário do Observatório do Valongo (UFRJ)	STARLAB	http://www.ov.ufrj.br
Planetário Teatro das Estrelas	EX-3 GOTO	http://www.teatrodasestrelas.com.br
Planetário Cruzeiro do Sul	Digitarium Alpha 2+ Digitalis	http://www.cruzeirodosul.edu.br

Fonte: Associação Brasileira de Planetários (<http://www.planetarios.org.br/planetarios/planetariosbr.htm>).

Apresentadas algumas informações técnicas sobre os Planetários, voltamos agora nossa atenção às características educacionais das principais atividades desenvolvidas nesses ambientes: as sessões de cúpula.

Essas atividades possibilitam abordar conceitos astronômicos diversos, como a identificação das estrelas e localização geográfica por meio delas, os movimentos da Terra (e conseqüente movimento aparente dos astros na esfera celeste), os dias e as noites, as Estações do Ano, os satélites naturais, formação do Universo, entre outros.

As técnicas, que se aproximam da tecnologia imersiva, baseadas em projeções no teto e nas paredes, permitem aos visitantes se sentirem parte do ambiente simulado (YU & SAHAMI, 2007). Nos Planetários essas técnicas levam os visitantes a momentos únicos que se diferem da realidade cotidiana, como um vôo rasante sobre a superfície de Marte ou a apreciação do nosso planeta visto do espaço, que podem fascinar o público, além de gerar oportunidades de descoberta e construção de conhecimentos sobre lugares e situações pouco ou jamais pensados⁵.

A intenção de nossa pesquisa foi investigar a relevância de uma atividade em um planetário para o ensino de conceitos científicos, atuando de forma a complementar as atividades desenvolvidas em sala de aula. Os Parâmetros Curriculares Nacionais destacam a importância da inserção da Astronomia nos currículos de Ciências, sendo até mesmo dada como estruturante na Educação Básica (QUEIROZ, 2008). De acordo com várias pesquisas no campo do ensino e da aprendizagem em Astronomia na idade escolar, muitos conceitos não são compreendidos em sua totalidade, seja pelo despreparo dos professores, ou pelos erros encontrados nos livros didáticos (TREVISAN, LATTARI & CANALLE, 1997; CANALLE, LATTARI & TREVISAN, 2000). Convém salientar que esses livros tem

⁵ Omnis Lux – Astronomia & Projetos Culturais

passado por um processo de análise de conteúdo com a elaboração do Programa Nacional do Livro Didático (NETO & FRACALANZA, 2003).

De vários textos encontrados nos livros didáticos de Ciências, as estações do ano são muitas vezes tidas como resultado da distância Terra-Sol (BAXTER, 1989; DE MANUEL BARRABÍN, 1995; LANGHI, 2004; LIMA, 2006), as fases da Lua entendidas como eclipses que ocorrem todas as semanas (CAMINO, 1995; TRUMPER, 2001; PUZZO, 2004), a “certeza” da presença de estrelas entre os planetas do Sistema Solar, a falta de noção de proporções dos astros, além da dificuldade em se destacar os componentes do nosso sistema planetário (LANGHI & NARDI, 2008). Nos Planetários, estas questões podem ser abordadas por meio de representações visuais, de forma a contribuir para uma melhor compreensão desses fenômenos, utilizando para isso uma linguagem diferenciada das salas de aula e que tem o objetivo de facilitar a assimilação dos conteúdos (BARRIO, 2002).

Além disso, as atividades que podem ser desenvolvidas nos Planetários propiciam uma abordagem inter e multidisciplinar de diversos conceitos, já que a Astronomia é uma ciência abrangente e que permite que vários campos do saber sejam agregados em uma atividade conjunta, epistemológica e didaticamente articulada, como pesquisas vem apontando (BISHOP, 1979; OTHMAN, 1991; BARRIO, 2002; SALVI & BATISTA, 2006; MARTINS, 2009).

Ela se inter-relaciona com a Geografia ao se estudar os conceitos de latitude, longitude, pontos cardeais e geologia; com a Química e a Biologia quando se buscam informações sobre a composição química de planetas e demais corpos celestes, bem como sobre a origem e evolução do Universo e também na investigação de exoplanetas e de possibilidade da existência de vida extraterrestre de qualquer espécie; na Matemática, podemos associar a Astronomia no estudo de trigonometria esférica e geometria; aliada à História pode-se desvendar alguns dos episódios que marcaram a evolução da Física e da Astronomia, como a criação do telescópio e seu uso para fins astronômicos e a corrida espacial. Leis e teorias explicadas pela Física são essenciais para a compreensão da disposição dos corpos celestes e seus movimentos, bem como para compreender a dinâmica de objetos descobertos recentemente.

Enfim, são muitas as possibilidades de estudo relacionadas à Astronomia, e a associação dessa propriedade com um Planetário pode proporcionar atividades interativas voltadas para qualquer tipo de público visitante,

possuindo um potencial pedagógico também para o currículo escolar da Educação Básica e Superior (BARRIO, 2010).

Para isso, é importante que sejam oferecidas atividades para diferentes faixas etárias, e também que exista uma relação dessas atividades com os objetivos escolares, que se pode ser alcançada pela comunicação entre os professores e os profissionais do Planetário (BARRIO, 2010).

Bishop (1979) apresenta uma série de características associadas aos Planetários que podem auxiliar professores e alunos no ensino e na aprendizagem de diversos conceitos relacionados à Astronomia, sendo elas um complemento para as atividades de sala de aula.

De acordo com essa pesquisadora, na cúpula dos Planetários pode-se visualizar qualquer assunto que envolva o aspecto do céu em três dimensões, ao contrário dos diagramas bidimensionais usados nas salas de aula, que enfatizam uma perspectiva de fora da Terra. Esses ambientes também proporcionam conforto aos visitantes e a vantagem da independência de condições climáticas para eventuais observações, sem contar que é possível reproduzir o céu de qualquer época e lugar da Terra.

Os Planetários também são locais muito procurados pela comunidade em geral, que de maneira informal se interessa pela Astronomia e busca respostas às suas curiosidades. Dessa forma, é imprescindível que esses ambientes sejam organizados de maneira a proporcionar aos visitantes, logo na primeira visita, momentos agradáveis e de novas descobertas (KANTOR, 2010), para que os mesmos se sintam interessados a voltar em uma próxima oportunidade, bem como divulgar a outras pessoas as atividades ali desenvolvidas.

As características até aqui apontadas podem se identificar nas definições de educação não-formal, pois elas explicitam a necessidade de uma organização e estruturação bem definidas que garantam a possibilidade do público visitante compreender as situações apresentadas e conectá-las ao seu cotidiano, sem, no entanto gerar, expectativas de avaliações futuras, como ocorre nos ambientes escolares.

Nessa investigação propomos a elaboração de uma unidade didática em um Planetário, visando explicitar as suas contribuições ou influências para o ensino de conceitos científicos. Discutiremos agora os fundamentos teóricos das unidades didáticas.

1.4 UNIDADES DIDÁTICAS

Esquematizar as atividades a serem desenvolvidas em sala de aula para o Ensino de Ciências tem se tornado algo desafiador para a maioria dos professores (ZABALA, 1998). Uma das muitas perguntas que os preocupa é “como discorrer de forma eficiente sobre determinado tema, proporcionando condições para que os alunos aproveitem grande parte dele e desenvolvam habilidades que os capacitem a refletir sobre o que aprendem?”

Essa preocupação foi um dos fatos que deu origem ao desenvolvimento de uma linha de investigação científica em torno dos problemas e necessidades de ensino e aprendizagem de Ciências: a Didática das Ciências. Atualmente diversas pesquisas vêm sendo realizadas nesse ramo com objetivo de elaborar novas estratégias de ensino e aprendizagem que fortaleçam a alfabetização científica.

Adúriz-Bravo (2001) destaca a Didática das Ciências como uma disciplina (ou meta-discurso) em emergência que tem como objeto de estudo as práticas em sala de aula, apresentando uma relação com outros campos disciplinares como as Ciências Naturais, a Pedagogia ou a Psicologia Educativa.

Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993) consideram a importância dessa temática e esquematizam as relações entre as bases da Didática das Ciências, seu objeto de estudo e o que ela pode proporcionar ao Ensino das Ciências (figura 02):

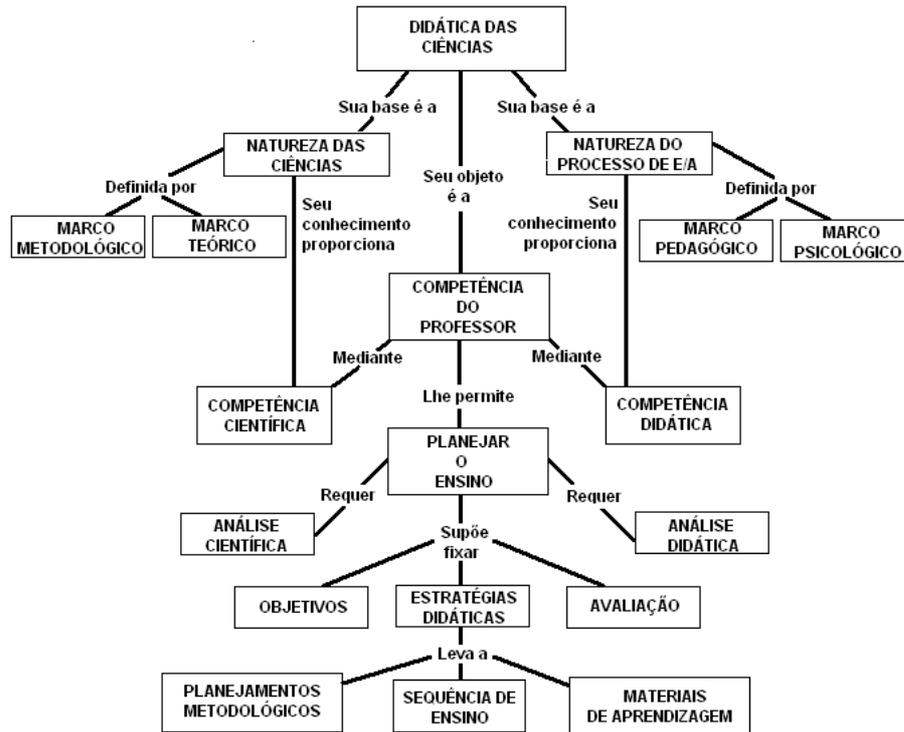


FIGURA 02. Esquema das relações existentes no ramo da Didática das Ciências.

Fonte: Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez, (1993, p.34).

Considerando, por meio desse esquema, as duas bases da Didática das Ciências, evidencia-se que ela visa capacitar os professores mediante competências científicas e didáticas, a desenvolver práticas de ensino e aprendizagem de conceitos e fenômenos científicos.

Destacando a elaboração de práticas de ensino, nos reportamos a Zabala (1998) que identifica a complexidade das características dos processos educativos, cujos limites não se resumem a simples coordenadas.

Dentro desse pressuposto, Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993) utilizam as bases de intervenção da Didática das Ciências para promover um modelo de prática de ensino: as chamadas unidades didáticas. Os alicerces dessas abordagens são:

- I. Análise científica;
- II. Análise didática;
- III. Seleção de objetivos;
- IV. Seleção de estratégias didáticas;
- V. Seleção de estratégias de avaliação.

Acreditamos que esse tipo de abordagem aplicada em um ambiente não-formal de ensino pode ser uma forma eficiente de auxiliar no processo de ensino de conteúdos científicos diversos, fortalecendo o interesse dos alunos em conhecer ou se aprofundar no tema em questão. Visando um melhor desempenho da abordagem proposta, aliamos à ela uma contextualização histórica, discutida a seguir.

1.5 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

A Física no Ensino Médio é apresentada aos estudantes como a composição de uma série de paradigmas, que para serem aceitos são dados por meio de repetições e memorização, geralmente de forma expositiva e sem ligação com o cotidiano (NETO & PACHECO, 2004).

Esse fator pode gerar entre os alunos certa dificuldade em se compreender os conceitos associados a ela e de se realizar os cálculos correspondentes. Isso ocorre tanto pelo despreparo dos professores como também pela carência de ambientes e materiais didáticos que podem dar suporte ao seu ensino (SILVA & CARVALHO, 2002). Em muitos casos, a reprodução de experimentos capacita os alunos a compreenderem o fenômeno que se estuda, mas a maior parte das escolas, especialmente as públicas, não oferece espaço para a implementação de laboratórios didáticos, e as que os tem não possuem pessoal capacitado para sua utilização. Assim, o ensino dessa Ciência segue a linha tradicional, na qual o uso da lousa e do giz são suficientes para a “transmissão e recepção” dos conteúdos presentes nas grades correspondentes a ela.

Em uma linha contrária a esses princípios tradicionalistas seguidos pelas instituições de ensino, Batista (2004) defende que o conhecimento físico deve ser compreendido como um

processo de construção, que se dá guardando uma estrita relação com a própria evolução humana, plena de racionalidade, mas também de conflitos, impasses, saltos e cortes conceituais (BATISTA, 2004, p.463).

Uma das maneiras de se buscar a essência dessa natureza mais próxima da realidade humana é a inserção da História da Ciência nos currículos escolares.

Diversas pesquisas têm apontado as características e qualidades dessa abordagem (MATTHEWS, 1995; BATISTA, 2004; MEDEIROS, 2007; BATISTA & ARAMAN, 2009), evidenciando que a História da Ciência pode atuar como um instrumento estratégico para um ensino de Ciências mais edificante.

De acordo com Matthews (1995), a História da Ciência humaniza a Ciência e a caracteriza como processo em constante transformação. O estudo de episódios históricos evidencia que a Ciência está intrinsecamente ligada a um desenvolvimento histórico, passível de influências sociais, tecnológicas, culturais, filosóficas e até religiosas.

Uma análise histórica adequada desmistifica a ideia de que a Ciência é atemporal, estando sim passível a constantes mudanças, em consonância com os aspectos associados ao cenário em que ela se insere. Para o ensino de Ciências, essa contribuição é extremamente válida, direcionando o estudante a buscar uma visão mais ampla de como se constrói o conhecimento científico.

Feyerabend, em sua obra “Contra o Método” (1977) se apresenta contrário à ideia de que existe um único método científico a ser seguido, destacando que ao longo da história muitos métodos até então aceitos tiveram que ser substituídos para que a Ciência evoluísse. Kuhn (2007) ainda salienta que muitas pesquisas surgem de hipóteses que nem sempre apresentam fundamentos sólidos, sendo influenciadas por pré-conceitos, podendo se submeter à críticas e até revoluções, ou mudanças de paradigma. Mas é por meio dessas conjecturas, que abrem espaço para discussões, que o conhecimento científico evolui, mostrando que a Ciência se compõe de processos complexos, não lineares.

Ao estudarmos episódios históricos da evolução científica vemos que muitas teorias e pensamentos passaram por críticas severas e ao mesmo tempo foram bravamente defendidos por seus idealizadores. Seguindo uma linha de raciocínio Popperiana, se teorias, conjecturas e hipóteses não são passíveis de refutações, não podem ser consideradas científicas, mas acabam se desviando para um lado mítico, que limita a capacidade do ser humano de compreender a natureza que o cerca.

O historiador e filósofo da Ciência Michael Matthews possui diversas pesquisas que apontam as qualidades de uma abordagem histórica no ensino de Ciências. Em seu livro *“Science Teaching: the role of History and Philosophy of Science”* (1994), ele destaca que a História da Ciência:

- *promove uma melhor compreensão de conceitos científicos e métodos;*
- *conecta o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento de ideias científicas;*
- *é necessária para compreender a natureza da ciência;*
- *contrapõe-se ao cientificismo e ao dogmatismo amplamente encontrados em textos científicos e em sala de aula;*
- *humaniza a ciência, tornando-a menos abstrata e mais envolvente para os alunos;*
- *permite conexões entre tópicos e disciplinas científicas bem como com outras disciplinas acadêmicas, mostrando a natureza integrativa e interdependente das realizações humanas.*

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Física é reconhecido o obstáculo epistemológico que a Física vem sofrendo, de se basear em um ensino de fórmulas e leis em dissonância com a realidade dos estudantes, além de apresentar o conhecimento como “um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como as de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver” (BRASIL, 2002).

Diante dessa realidade, apresenta-se como uma possível contribuição ao ensino da Física a implantação de uma abordagem histórica para um ensino mais efetivo, que alcance as expectativas da sociedade contemporânea:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em

transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas (BRASIL, 1996, p.229).

No que diz respeito às concepções e ideias sobre conceitos científicos que os alunos acumulam anteriormente à aprendizagem em sala de aula, a História da Ciência cria oportunidades aos professores de compreenderem as formas de pensar dos estudantes, que podem correlacionar-se com modelos e teorias científicos que predominavam em determinado período histórico (BACHELARD, 1983).

Ao conhecer e relacionar as ideias dos estudantes e a História da Ciência, o professor tem melhor compreensão a respeito dos modelos trazidos por eles, respeitando-os e ajudando-os na formação do conceito científico.

As motivações acima expostas, e muitas outras, evidenciam o positivo desempenho da História da Ciência como ferramenta para o ensino de Física, proporcionando uma aprendizagem de qualidade para os alunos, o que é salutar para o progresso de uma educação crítica, exigida pela sociedade contemporânea.

Porém, mesmo apresentando vários argumentos a favor da implantação da História da Ciência como suporte para o Ensino de Física, é ainda tímida sua influência na sala de aula.

Em uma pesquisa diagnóstica com licenciandos do curso de Física e professores de Física da Rede Pública do estado do Rio Grande do Norte, Martins (2007) aponta uma série de dificuldades encontradas por esses indivíduos ao se trabalhar com a História da Ciência no Ensino Médio. Entre elas estão: a falta de material didático adequado, a atenção da maior parte dos currículos escolares aos exames Vestibulares, a escassa carga horária destinada à disciplina de Física no Ensino Médio, a resistência das escolas à uma metodologia que foge dos padrões tradicionais, a falta de formação do docente nessa linha, dificuldades no planejamento das aulas e o pouco interesse dos alunos, entre outras.

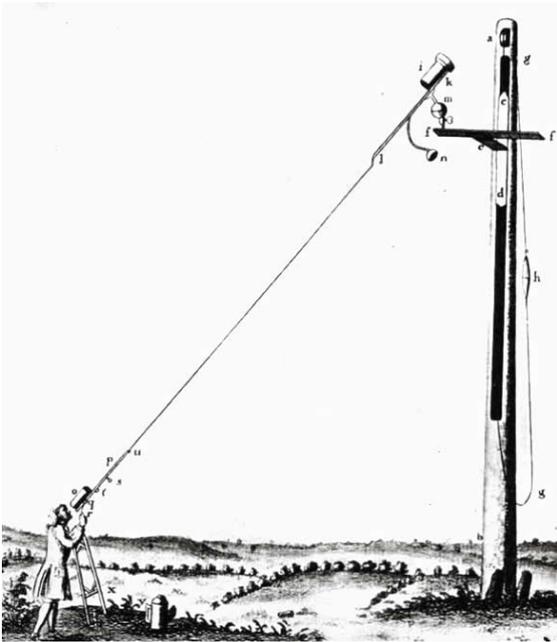
Sabe-se que, mesmo sendo um estudo isolado, grande parte dessas situações são conhecidas dentro do cenário da Educação Básica, mas que também muito se tem feito para amenizar a situação.

No âmbito da formação docente, diversas pesquisas têm sido realizadas a fim de que os futuros professores de Física possam melhor compreender a natureza da Ciência e conseqüentemente acumular competências para seu ensino.

Rodrigues e Carvalho (2002) defendem que o professor deve compreender a disciplina que leciona, e isso implica aspectos que muitas vezes vão além do que se apresenta nos cursos de graduação. Um desses aspectos é o conhecimento da História da Ciência. Saltiel e Viennot (1985) salientam que, ao se conhecer as dificuldades e obstáculos epistemológicos sofridos pela Ciência ao longo da História, o professor se vê capacitado a compreender as dificuldades epistemológicas de seus alunos.

No aspecto didático, os professores apresentam dificuldades em elaborar atividades que contemplem a História da Ciência, pois não tem ideia de como introduzir esse tipo de abordagem na sala de aula (MARTINS, 2007).

Matthews (1994) apresenta métodos simples que podem ser adotados pelos professores: leituras complementares, reprodução de experimentos históricos, dramatizações de episódios ou debates, trabalhos em grupo ou individualmente, entre outros. Na presente dissertação, oferecemos uma abordagem que pode se enquadrar nas propostas citadas por Matthews: uma atividade externa à sala de aula, em um Planetário, que se baseia na em uma contextualização histórica para a aprendizagem de conceitos físicos.



Telescópio Aéreo Huygens
(1686)

CAPÍTULO 2
APORTES METODOLÓGICOS

APORTES METODOLÓGICOS

2.1 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

Nossa investigação foi baseada nos referenciais das abordagens qualitativas, pois visa uma compreensão mais aprofundada das relações entre um ambiente não-formal de ensino e o processo de aprendizagem de conceitos científicos, por meio de descrições detalhadas a respeito dessas. Buscamos na literatura o suporte para esse tipo de investigação, baseando-nos nas características apontadas como essenciais para este tipo de abordagem. Para Bogdan e Biklen (1994, p.70), o objetivo de uma pesquisa qualitativa é compreender o comportamento e experiência humanos, ou seja, como as pessoas constroem significados, e para isso recorrem à observação empírica, já que atos concretos dos sujeitos levam a uma melhor reflexão a respeito disso.

De acordo com Godoy (1995), nas abordagens qualitativas se consideram:

- O ambiente natural como fonte direta de aquisição das informações;
- O caráter descritivo;
- O significado que as pessoas envolvidas na pesquisa dão às coisas e à sua vida como preocupação do investigador;
- O enfoque indutivo, ou seja, as abstrações tendem a ser construídas à medida que as informações recolhidas são agrupadas.

Este tipo de abordagem acarreta resultados significativos, pois entrelaça os procedimentos de cunho racional e intuitivo, que contribuem para uma melhor compreensão dos fenômenos estudados (NEVES, 1996). Com base nesses pressupostos, realizamos um estudo em que alunos do Ensino Médio participaram de atividades realizadas no Planetário de Londrina, com intuito de investigar os subsídios que uma atividade em um ambiente não-formal de Planetário poderiam ser oferecidos para o ensino de conceitos de Óptica.

2.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO

A primeira etapa de nossa investigação foi a delimitação de seu campo de atuação (a elaboração de uma atividade em ambiente de Planetário que pudesse apresentar algum tipo de suporte para o ensino de conceitos físicos a alunos do Ensino Médio), bem como o tema central da mesma. Para isso, usamos como referências documentos como os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002), as Diretrizes Curriculares de Física (PARANÁ, 2008) e as investigações que vêm sendo realizadas na área de Ensino de Ciências, além de fatores tais como as comemorações do Ano Internacional da Astronomia, ocorrido em 2009, e as experiências empíricas que poderiam ser realizadas durante a atividade. Com esse levantamento concluímos que utilizar conceitos relativos à criação, evolução e funcionamento dos telescópios se enquadraria na nossa proposta, sendo então escolhido como tema para a mesma.

Na seqüência realizamos uma investigação documental que fundamentasse uma síntese histórica a respeito da criação e evolução dos telescópios, instrumentos amplamente utilizados para o estudo de astros e fenômenos celestes. Pela falta de acesso aos documentos primários, foram utilizadas fontes secundárias para a elaboração dessa síntese, buscando-se delinear essa seqüência de eventos atentando tanto para evitar que o assunto da pesquisa fosse muito extenso ou curto demais, quanto para a utilização uma linguagem acessível ao público-alvo desta pesquisa (adolescentes, com faixa etária compreendida entre 14 e 17 anos, estudantes do Ensino Médio). Concomitante a isso, fundamentamos teoricamente nossa investigação, aprofundando-nos na importância da História da Ciência para o ensino de Ciências, nos cuidados para a elaboração de uma unidade didática, e nas características educacionais dos ambientes não-formais.

Como próxima etapa da pesquisa, investigamos a elaboração de uma atividade (sessão de cúpula) que foi realizada no Planetário de Londrina.

Como o tema da sessão se relacionava à conteúdos de Óptica Geométrica, selecionamos estudantes de Ensino Médio como público participante. Assim, iniciamos o processo de seleção de escolas, de Londrina e região, primeiramente consultando uma lista das instituições de ensino que já haviam participado de atividades anteriores no Planetário. Em um primeiro contato por

telefone apresentamos rapidamente a nossa proposta e, com a permissão dos diretores e assessores pedagógicos realizamos outros encontros, tanto no estabelecimento quando nos cabia, quanto via email e telefone. As escolas selecionadas foram amplamente receptivas, e solicitaram que a atividade fosse também realizada com alunos do segundo ano do Ensino Médio, que iniciariam o estudo da Óptica no próximo semestre.

Foram realizadas seis sessões de cúpula, aplicadas entre os dias 16 de Junho de 2010 e 16 de Julho de 2010.

Em nossa pesquisa investigamos possíveis influências que uma atividade não-formal em ambiente de Planetário poderia apresentar no processo de ensino de conceitos físicos. Para o levantamento dos dados necessários à investigação, desenvolvemos dois questionários, compostos de perguntas sobre conceitos físicos, históricos e também de cunho pessoal, que serão detalhados no item 2.4 do presente capítulo.

Definidos os dias de aplicação da atividade, os alunos receberam um questionário individual anterior à visita ao Planetário de Londrina. No dia programado os alunos foram recepcionados no Planetário e participaram da sessão de cúpula, que teve duração média de trinta minutos. Após a mesma foram realizadas discussões a respeito do funcionamento de telescópios refratores e refletores e uma breve observação de objetos por meio deles, para que os alunos tivessem um contato físico mais intenso com os instrumentos que poderia auxiliar na concretização de sua compreensão. Como na maior parte dos casos a atividade se deu durante o dia, os estudantes observaram edifícios e uma bandeira nacional que repousava no topo de um deles. Não vimos como empecilho realizar observações diurnas e que não fossem de objetos celestes, pois a intenção era apresentar a capacidade dos telescópios de ampliar objetos distantes e também de se compreender que, por meio de princípios físicos se pode explicar o princípio de funcionamento desses instrumentos. Finalizada a interação dos estudantes com os telescópios, foi aplicado um questionário individual (*questionário pós-atividade*) cujas perguntas conceituais eram as mesmas do questionário anterior à visita, ao passo que as subjetivas abrangeram também as impressões dos estudantes sobre a visita ao Planetário de Londrina.

2.3 ESTRUTURAÇÃO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA

Considerando que a atividade proposta em nossa pesquisa se enquadra nos referenciais da Didática das Ciências, utilizamos os alicerces da elaboração de uma unidade didática para o desenvolvimento da sessão de cúpula.

Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993) apresentam um modelo para a construção de uma unidade didática, cujas ações são:

- VI. Análise científica;
- VII. Análise didática;
- VIII. Seleção de objetivos;
- IX. Seleção de estratégias didáticas;
- X. Seleção de estratégias de avaliação.

I. Análise Científica. De acordo com Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993), a análise científica é a etapa na qual se determina o conteúdo científico a ser abordado na seqüência. Assim, é necessária uma reflexão acerca do que se pretende tratar, de modo que o conteúdo seja coerente com as concepções sobre a natureza da Ciência (GIL, 1986; HODSON 1988a, 1988b), sendo muitas vezes imprescindível uma atualização dos conhecimentos científicos já adquiridos. Para a seleção do conteúdo científico a ser abordado na unidade didática, buscamos responder algumas perguntas norteadoras: O que é? Por que ocorre desse modo? O que esse conhecimento pode explicar?

A primeira questão nos remeteu a um conteúdo de caráter descritivo, que fornecesse informações a respeito de propriedades e características associadas do mesmo. Assim, a unidade didática por nós proposta forneceu informações a respeito dos tipos de telescópios existentes, suas funções e as possibilidades que esses instrumentos oferecem para o progresso da Ciência.

Já em relação à segunda questão, devemos ir além de aspectos perceptivos, ou seja, deve-se criar condições de explicar os fenômenos envolvidos, que são obtidas com a seleção de teorias e modelos apropriados. Nesse caso, consideramos que a Óptica poderia fornecer subsídios que nos permitissem alcançar esse patamar, ao oferecer leis e princípios que expliquem com maior riqueza de detalhes o princípio de funcionamento dos telescópios. Dessa forma,

associamos à unidade didática apresentada em nossa pesquisa conceitos de Refração, Reflexão, características das lentes e espelhos esféricos.

Quanto às propriedades funcionais do conceito, descrevemos o processo evolutivo dos telescópios e suas contribuições para o aprimoramento do conhecimento científico, utilizando para isso a História da Ciência.

II. Análise Didática. Após escolhidos os conceitos a se abordar, é preciso adequar a unidade didática aos alunos (SANCHÉZ BLANCO & VALCÁRCEL PÉREZ, 1993). Nessa etapa propõe-se uma investigação sobre os conhecimentos prévios dos alunos para um melhor planejamento da atividade.

Por meio dos questionários pré-atividade tivemos acesso a alguns conhecimentos anteriores dos alunos participantes, porém consideramos somente o fato de os alunos (ou a grande maioria deles) possuírem um contato anterior com princípios da Óptica Geométrica antes da atividade no Planetário. Isso porque a sessão de cúpula por nós proposta foi gravada em estúdio, o que nos impossibilitou direcioná-la para cada tipo de aluno presente, já que tivemos seis turmas participantes.

III. Seleção de Objetivos. Os objetivos da unidade didática devem estar explícitos tanto para os promotores dessa como para os participantes, e também precisam estar em coerência com o conteúdo selecionado (SANCHÉZ BLANCO & VALCÁRCEL PÉREZ, 1993). O principal deles é tornar o ensino de Ciências mais significativo para os alunos, além de proporcionar que esses desenvolvam habilidades tais como estabelecer relações entre os conceitos científicos e seu cotidiano e a criticidade em relação ao que aprendem (SANCHÉZ BLANCO, DE PRO BUENO & VALCÁRCEL PEREZ, 1997).

O tema escolhido para essa unidade didática objetivou proporcionar uma reflexão acerca da natureza evolutiva da Ciência, em que aspectos positivos e negativos fossem apresentados de maneira a situar o conhecimento científico como passível de mudanças e repleto de situações de conflitos. Dessa forma, esperou-se que os alunos capturassem a natureza humana, social e histórica do conhecimento científico. Outro objetivo almejado nessa unidade didática foi que a mesma proporcionasse situações em que conceitos científicos fossem vistos pelos alunos de maneira mais clara, fazendo para isso uma relação entre esses conceitos e

situações reais, buscando dar sentido ao pensamento científico e atenuando suas ligações com a vida dos alunos.

IV. Seleção das Estratégias Didáticas. Nessa etapa de construção da unidade didática volta-se a atenção à seleção de abordagens didáticas que sejam adequadas aos objetivos propostos (SANCHÉZ BLANCO & VALCÁRCEL PÉREZ, 1993). São escolhidas então as tarefas que serão dirigidas aos professores e aos alunos, os materiais utilizados, o local onde ocorrerá a atividade, enfim, esse é o momento de analisar os fatores pedagógicos envolvidos na atividade.

O local da atividade, como já mencionado anteriormente, foi o Planetário de Londrina, cuja descrição mais detalhada se encontra no capítulo 4. Nesse ambiente tivemos a oportunidade de gerar momentos diferenciados para que os alunos tivessem um contato mais acessível com os conceitos em questão. O papel dos alunos como agentes interagindo com o meio foi mantido, sendo que os mesmos foram motivados a questionar e manipular objetos, buscando com isso uma ligação entre conceito abstrato e realidade. A atividade proposta foi a sessão de cúpula, cuja construção está detalhada no capítulo 4.

V. Seleção das Estratégias de Avaliação. Finalmente, selecionam-se as estratégias de avaliação, ou seja, faz-se um levantamento da evolução dos conhecimentos dos alunos e também do desenvolvimento da unidade didática.

Para a unidade didática aqui proposta utilizamos questionários, aplicados antes e após a atividade, que constaram de perguntas conceituais e de caráter pessoal. Eles estão descritos no item abaixo e foram estruturados de tal forma que nos permitissem realizar uma análise comparativa das respostas dos alunos. Por meio dessa análise comparativa, esperamos levantar indícios de que uma sessão de cúpula pudesse fornecer algum tipo de subsídio para o ensino de conceitos físicos.

2.4 OS QUESTIONÁRIOS

Após os contatos com diversas escolas estaduais de Londrina e região, conseguimos seis turmas de ensino médio para participar da atividade no Planetário. A cúpula onde seria apresentada a sessão comportaria até 44 pessoas, e

para que tivéssemos acesso ao maior número de dados possível, acreditamos que a aplicação de questionários seria a melhor maneira de obter as informações para posterior análise.

Dessa forma, elaboramos dois questionários, de cunho descritivo, que seriam respondidos pelos alunos antes e após a atividade. Eles foram chamados de *Questionário Pré-atividade* e *Questionário Pós-atividade*, e continham 12 e 15 perguntas, respectivamente.

O questionário pré-atividade foi dividido em 4 blocos: conteúdos físicos, conteúdos históricos, reflexões sobre tecnologia e também sobre as vantagens e desvantagens de atividades extra-escolares no ensino das Ciências. Com relação aos conteúdos físicos e históricos, a intenção foi realizar um levantamento dos conceitos familiares aos estudantes participantes antes da atividade. Já as questões relativas à tecnologia, foram acrescentadas objetivando uma compreensão sobre as noções que os alunos possuíam da importância da tecnologia no cenário social em que se inserem, bem como para o progresso da Ciência ao longo da história. Como abordaríamos o tema Telescópios na atividade, por meio de uma contextualização histórica, acreditamos que seria interessante discutir a evolução da tecnologia ao longo dos anos, de forma que os alunos vivenciassem o progresso tecnológico e científico e também a natureza evolutiva do ser humano na sociedade, que nos permitiu chegar até as condições atuais.

O questionário pós-atividade seguiu a mesma estrutura do anterior, porém foram acrescentadas perguntas relativas à atividade no Planetário, especificamente. Essas foram integradas ao questionário pós-atividade para que tivéssemos indícios do alcance das atividades em ambientes não-formais de Planetários para o ensino de conceitos físicos, bem como as impressões dos participantes sobre a sessão de cúpula, que nos possibilitariam oferecer uma programação de qualidade para futuros visitantes.

Como os questionários foram elaborados sob uma mesma estrutura, foi possível realizar uma análise comparativa entre os mesmos, com o intuito de destacar possíveis potencialidades didáticas de uma sessão de cúpula na abordagem de conceitos científicos que vão além da Astronomia.

Para corroborar a inteligibilidade dos questionários contamos com a colaboração do grupo de pesquisa do qual fazemos parte, conhecido como “Investigações em Filosofia e História da Ciência, Educação em Ciência e

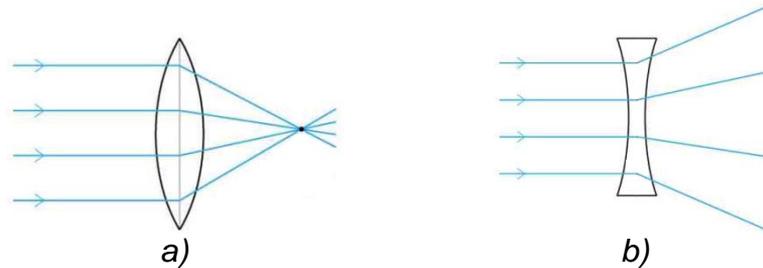
Matemática (*Ifhiecem*). Esse grupo é formado por profissionais e estudantes das áreas de Física, Geografia, Biologia, Química e Matemática, sob coordenação das pesquisadoras Irinéa de Lourdes Batista e Rosana Figueiredo Salvi. O *Ifhiecem* possui três linhas de pesquisa (a construção do conhecimento em Ciências e Matemática; a formação de professores em Ciências e Matemática; e História e Filosofia da Ciência e da Matemática) e objetiva, entre outras coisas, investigar as concepções teórico-metodológicas e ontológicas que tangem a natureza, estrutura e construção do conhecimento científico.

Após a estruturação dos questionários, eles foram encaminhados para alguns participantes do grupo *Ifhiecem*, sendo esses doutorandos das áreas de Matemática e Biologia e professores universitários, e também para uma das coordenadoras, com formação em Física. Recebemos algumas sugestões relacionadas à estrutura das perguntas e, conforme se adequavam aos nossos objetivos, as mesmas foram acatadas.

Enunciamos abaixo as perguntas componentes desses dois questionários.

Questionário Pré-Atividade

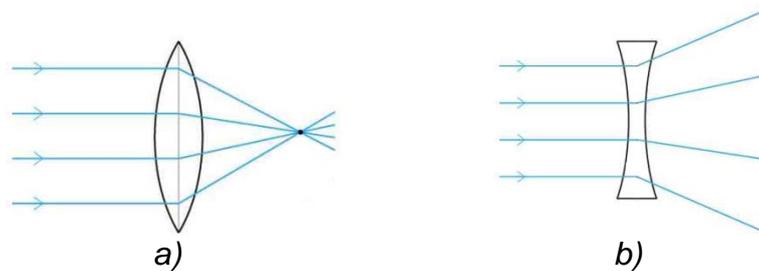
- *Um dos conteúdos estudados no 2º ano do Ensino Médio é a Óptica Geométrica. Você já estudou Óptica nessa série? Em caso positivo, quais conteúdos dessa área você estudou?*
- *Um dos conceitos da Óptica é a Refração da Luz. O que você sabe sobre isso?*
- *Outro conceito também estudado na Óptica é a Reflexão da Luz. O que você sabe sobre isso?*
- *A luz, ao passar por uma lente, sofre um desvio em sua trajetória. Explique o que está acontecendo com os raios de luz nos esquemas abaixo, identificando o tipo de lente usado em cada caso.*



- *O que é um Telescópio? Você pode citar o nome de algum Telescópio conhecido?*
- *Você conhece a história da invenção do primeiro Telescópio? Quais fatos você acha relevantes?*
- *Você acha que estudando a história de um conceito científico fica mais fácil compreendê-lo? Justifique e exemplifique se possível.*
- *Qual a importância da tecnologia para a Ciência?*
- *Qual a importância da tecnologia para a sua vida?*
- *Cite aspectos positivos e negativos de atividades realizadas fora da sala de aula.*
- *Sua turma já participou de atividades fora da sala de aula? Quais?*
- *Essas atividades foram favoráveis para um melhor entendimento dos conceitos estudados na sala de aula? Justifique.*

Questionário Pós-Atividade

- *Um dos conceitos da Óptica é a Refração da Luz. O que você sabe sobre isso?*
- *Outro conceito também estudado na Óptica é a Reflexão da Luz. O que você sabe sobre isso?*
- *A luz, ao passar por uma lente, sofre um desvio em sua trajetória. Explique o que está acontecendo com os raios de luz nos esquemas abaixo, identificando o tipo de lente usado em cada caso.*



- *O que é um Telescópio? Você pode citar o nome de algum Telescópio conhecido?*
- *Quem pode ter sido um dos inventores do primeiro Telescópio?*
- *Você acha que estudando a história de um conceito científico fica mais fácil compreendê-lo? Justifique.*
- *Qual a importância da tecnologia para a Ciência?*
- *Qual a importância da tecnologia para a sua vida?*
- *Em sua opinião, uma atividade fora da sala de aula pode contribuir para a aprendizagem de um conceito científico? Justifique.*
- *Sua turma já participou de atividades fora da sala de aula? Quais?*
- *Essas atividades foram favoráveis para um melhor entendimento dos conceitos estudados na sala de aula? Justifique.*
- *Você já havia visitado um Planetário antes?*
- *O que você tem a dizer sobre sua visita ao Planetário?*
- *Comente suas impressões a respeito da sessão de Planetário. Você acha que algo deveria ser mudado na mesma?*
- *Em sua opinião, as sessões de Planetário podem auxiliar na compreensão dos conceitos científicos estudados na sala de aula? De que forma?*
- *Após a visita ao Planetário você sentiu curiosidade em conhecer melhor algum conceito físico? Qual? Por quê?*
- *Você se sente motivado (a) a voltar ao Planetário em outras ocasiões? Por quê?*

Como instrumento para análise dos questionários utilizamos os aportes da Análise Textual Discursiva, que discutiremos no tópico a seguir.

2.5 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA PARA COMPREENSÃO DOS DADOS OBTIDOS

Como aporte para a compreensão dos dados coletados ao longo de nossa pesquisa, adotamos a Análise Textual Discursiva, que nos permitiu uma organização prática dos mesmos e, conseqüentemente, uma análise mais didática das informações recolhidas.

A Análise Textual Discursiva é um processo auto-organizado de construção de novos significados em relação a determinados objetos de estudo, feito a partir de materiais textuais referentes a esses fenômenos.

Ela transita entre duas formas de análise: a de conteúdo e a de discurso (MORAES & GALIAZZI, 2006). Nesse tipo de metodologia, as realidades investigadas são incertas e instáveis, e por isso é necessário que o investigador se aprofunde o máximo possível nos materiais analisados.

Esse é considerado um processo caótico, no qual as amostras são desorganizadas e, em uma fase posterior reorganizadas, a fim de apontar a compreensão de determinados fenômenos investigados.

A primeira etapa da Análise Textual Discursiva é a formação de um *corpus*. Ele é o conjunto de documentos textuais a ser analisado, e podem ser produzidos especialmente para a pesquisa ou já existirem antes dessa. Assim, podemos definir como fazendo parte do *corpus* as transcrições de entrevistas, registros de observações, depoimentos, anotações e diários, relatórios diversos, publicações de variada natureza, entre outros.

Para nossa pesquisa em particular, o *corpus* constou dos questionários pré e pós- atividade, respondidos pelos alunos participantes. O critério para a escolha dos dados utilizados foi o da saturação, ou seja, quando os materiais já não introduziam informações novas encerrou-se a seleção.

Formulado o *corpus* da investigação, começam as etapas de análise do mesmo. A primeira fase é a da Unitarização, na qual os textos são desintegrados e seus elementos constituintes destacados, formando-se assim unidades de análise.

Seguido a isso, avançamos para a fase da Categorização, na qual as unidades destacadas anteriormente são comparadas, formando conjuntos de elementos de significação chamados categorias. Por fim temos a fase em que as compreensões atingidas sobre determinados fenômenos são expressas, geralmente em forma de metatextos, produzidos sob o ponto de vista do investigador. Dessa forma, é importante que o mesmo assuma a autoria de seus metatextos, pois os objetos de análise podem sofrer diferentes compreensões.



*Telescópio Refletor
Newton (1668)*

CAPÍTULO 3

SÍNTESE HISTÓRICA A RESPEITO DA CRIAÇÃO E EVOLUÇÃO DOS TELESCÓPIOS ASTRONÔMICOS

SÍNTESE HISTÓRICA A RESPEITO DA CRIAÇÃO E EVOLUÇÃO DOS TELESCÓPIOS ASTRONÔMICOS

O interesse em compreender o Cosmos está presente no pensamento humano desde as eras mais remotas (MOURÃO, 2001). O estudo dos astros e fenômenos celestes teve início provavelmente há alguns milhares de anos atrás, como se pode especular por meio de registros e construções encontrados em várias localidades do mundo. Um exemplo bastante conhecido é a estrutura megalítica de Stonehenge, encontrada atualmente na Inglaterra (figura 03), considerada um possível observatório a céu aberto.



FIGURA 03. Sítio megalítico de Stonehenge, na Inglaterra.

Fonte: National Geographic (<http://ngm.nationalgeographic.com/2008/06/stonehenge/geiger-photography>).

A Astronomia inicialmente foi usada para fins de sobrevivência. A observação dos astros na abóbada celeste servia como uma marcação e orientação para as atividades do homem que deixara de ser nômade. Ao vislumbrar os astros, ele percebia que esses apresentavam um comportamento específico, em que se notava uma mesma aparência do céu para uma dada época, o que o levou a associar suas atividades com esses aspectos.

Desde então cada vez mais se relacionava esse conhecimento ao mundo terreno: há 5000 anos o céu já havia sido dividido em regiões chamadas Constelações (VIEIRA, 2002); há 2500 anos antes de Cristo os primeiros calendários começaram a surgir, baseados nos movimentos solares e lunares (ZANETIC, 1989).

Com a evolução das habilidades humanas, diversos instrumentos foram desenvolvidos para que a acuidade das observações do céu à vista desarmada melhorasse.

Os astrolábios, quadrantes, e sextantes garantiam que as posições aparentes dos astros ao longo dos meses ou anos fossem determinadas com maior precisão, além de permitirem a previsão de acontecimentos naturais e astronômicos, tais como as estações do ano e os eclipses.

Um dos nomes mais conhecidos no campo da instrumentação astronômica é Tycho Brahe, que no século XVI em seu castelo na ilha de Hveen, Copenhague, construiu dezenas de dispositivos observacionais e colecionou um número considerável de dados relativos aos astros (MOURÃO, 2001).

Mas o grande salto da Astronomia provavelmente se deu com a criação dos telescópios. Neste capítulo desenvolveremos uma síntese histórica a respeito da criação da primeira luneta e dos principais episódios da evolução deste instrumento, desde a construção das primeiras lentes até os telescópios ópticos atuais, baseando-nos em referenciais nacionais e internacionais conhecidos na área da História da Astronomia (DRAKE, 1978, VAN HELDEN, 2009; GIACOMANTONIO, 1981; KING, 1955, entre outros).

Os telescópios são dispositivos ópticos, constituídos de conjuntos de lentes ou espelhos, que tem o poder de ampliar objetos distantes e que não poderiam ser vistos com facilidade a vista desarmada. Existem dois tipos de telescópios ópticos: os refratores e os refletores. Seu princípio de funcionamento relaciona-se a conceitos básicos da Óptica, como a Refração e a Reflexão da luz.

No caso dos telescópios refratores, os raios de luz vindos de algum astro atingem a superfície da lente chamada *objetiva* e sofrem um desvio de sua trajetória (fenômeno da refração). Eles então convergem para um foco, onde se encontra outra lente, chamada *ocular*.

Já no caso dos telescópios refletores, os raios de luz incidem em um espelho côncavo, ou seja, um espelho cuja superfície refletora é a interna, e são refletidos em direção a uma lente ocular. Em alguns casos, os raios de luz refletidos pelo espelho côncavo atingem um espelho plano que os orienta para a lente ocular (é o caso do Telescópio Newtoniano).

3.1 AS LENTES E SEU USO PARA AMPLIAR OBJETOS

Como destaca Van Helden (2009), a invenção dos telescópios não se deu de modo acidental, mas foi o resultado de melhoras graduais da qualidade óptica das lentes de óculos. Os primeiros telescópios eram refratores, pois se constituíam basicamente de duas lentes acomodadas em tubos de madeira ou couro. Pouco se sabe sobre a origem das lentes, mas existem registros do primeiro contato com o vidro, matéria-prima para a fabricação das mesmas, provavelmente tido pelos povos fenícios, datando de 3500 a.C.:

[...] Alguns mercadores fenícios tendo chegado às margens do rio Belus (na Síria) estavam preparando sua comida, e não tendo encontrado pedras adequadas para esquentar suas panelas, utilizaram nitrato de sódio, contido em suas bagagens, para este propósito. Quando o nitrato de sódio foi exposto à ação do fogo, ele derreteu na areia repousando às margens do rio, e eles viram córregos transparentes de um líquido desconhecido escorrendo sobre o solo; esta foi a origem do vidro (PLÍNIO, O VELHO apud KING, 1955, p.25).

Posteriormente, a construção das lentes, o estudo de suas propriedades ópticas, bem como o comportamento da luz ao entrar em contato com elas começou a ser alvo de estudos. Entre as pessoas que se empenharam nessa tarefa estão Euclides (séc.III a.C.) e Alhazen (séc. XI d.C.), que buscaram descrever uma teoria a respeito da refração e da reflexão da luz ao atravessar um meio. As primeiras evidências das propriedades de ampliação das lentes e sua capacidade de auxiliar a visão podem ser encontradas na obra *Opus Majus*, escrita em 1267 por Francis Bacon, um monge franciscano que despendeu grande parte de sua vida e fortuna aos estudos científicos (KING, 1955). Em um dos trechos, Bacon discorre a respeito dessa característica

[...] Se as letras de um livro ou qualquer outro objeto minúsculo são vistos através de um segmento menor de uma esfera de vidro ou cristal, cuja base plana é colocada acima deles, eles

aparecerão melhor e maiores (BACON apud KING, 1955, p.27).

Porém não se atribui a Bacon a criação dos óculos da forma que conhecemos hoje. Segundo King (1955), dois nomes estão entre os mais prováveis inventores dos óculos: Alexandro della Spina e Salvino d'Armati, dois italianos dos quais pouca coisa se sabe a respeito. A inscrição da lápide de Salvino d'Armati é uma das evidências de que ele pode ter sido um dos inventores dos óculos

[...] Aqui jaz Salvino degli Armato de Armati, Florença. Inventor dos óculos. Deus perdoe seus pecados. A.D.1317 (KING, 1955, p.27).

O que fica claro a respeito do surgimento dos óculos é que este se deu na Itália, no final do século XIII.

3.2 NASCIMENTO E DIFUSÃO DOS TELESCÓPIOS REFRACTORES

A Itália se tornou um ótimo ponto de construção de óculos, por possuir excelentes vidraçarias gerenciadas por comerciantes bizantinos, e logo a produção aumentou de tal forma que os óculos ficaram conhecidos em diversos países, como a Holanda e a Alemanha. Nesse novo cenário, surge a figura de Hans Lippershey (figura 04), um construtor de óculos alemão que vivia em Middelburg, considerado o inventor do primeiro telescópio. Existem várias versões de como Lippershey criou esse instrumento, como afirma King (1955). Uma delas é que duas crianças, brincando com lentes em sua loja, colocaram duas delas frente a frente e viram o sino da catedral da cidade ampliado. Outras versões apontam que o próprio Lippershey realizou essa experiência e tão logo dispôs as lentes em um tubo. Percebendo a importância prática e também a financeira de sua criação, ele apresentou o instrumento ao major Maurice de Nassau, numa época em que a Holanda estava envolvida com a Guerra dos 80 Anos com a Espanha. Este instrumento poderia ser utilizado para visualizar os inimigos a grandes distâncias, o que permitiria à tropa se preparar para o ataque.

A patente do instrumento foi reclamada por Lippershey, que exigia o sigilo do mesmo e um privilégio de trinta anos, dentro do qual se alguém reproduzisse uma cópia do telescópio o indenizaria com uma pensão anual, mas ele não a conseguiu exatamente pelo fato de que era difícil manter em segredo essa invenção. Isso porque a construção das lunetas era um processo relativamente simples.



FIGURA 04. Hans Lippershey.

Fonte: Museu de Astronomia e Ciências Afins – MAST

(http://www.mast.br/multimedia_instrumentos/luneta_historico.html)

Para fins militares, seria mais interessante que os telescópios pudessem ser feitos de maneira binocular, e Lippershey construiu um protótipo usando uma imitação de diamante, que encarecia o instrumento. Mas após um teste realizado com seu primeiro telescópio, monocular, provou-se que este poderia ser usado satisfatoriamente, e seria muito mais econômico.

Apesar de Hans Lippershey ser considerado o mais provável inventor do telescópio, outros construtores de óculos apresentaram projetos semelhantes ao dele, como é o caso de James Metius, que apesar de construir suas próprias lentes não se esforçou para conseguir a patente do instrumento, e Zacharias Janssen, outro construtor de óculos que morava muito próximo à casa de Lippershey.

3.3 GALILEU E SUAS LUNETAS

Galileu Galilei não criou o primeiro telescópio e provavelmente não foi o primeiro a utilizá-lo para observar o céu, mas o interesse na manipulação desse instrumento e nas oportunidades de ampliar os horizontes da Ciência o faz ser considerado um grande nome na história da evolução dos telescópios e da Astronomia.

As sistematizações das observações astronômicas, realizadas por Galileu, abriram caminho para o desenvolvimento de um método científico moderno. Assim, acreditamos ser de grande importância destacar o uso da luneta por Galileu para fins de observação celeste, o que faremos a seguir.

Após os episódios de Lippershey, Janssen e Metius, grande parte da Europa ficou a par da criação dos telescópios. Galileu Galilei (figura 05), então professor de Matemática, também teve acesso a essa nova informação, como ele mesmo descreve em sua obra *Sidereus Nuncius*:

[...] Há cerca de dez meses chegou aos nossos ouvidos a notícia de que certo belga havia produzido um óculo com o qual os objetos visíveis, ainda que muito longe do olho do observador, se discerniam claramente como se estivessem próximos (...). O fato me foi confirmado poucos dias após, em uma carta do nobre francês Jacques Badouvert, de Paris (...) (GALILEI, 1610, tradução CAMENIETZKI, 2009, p.4).

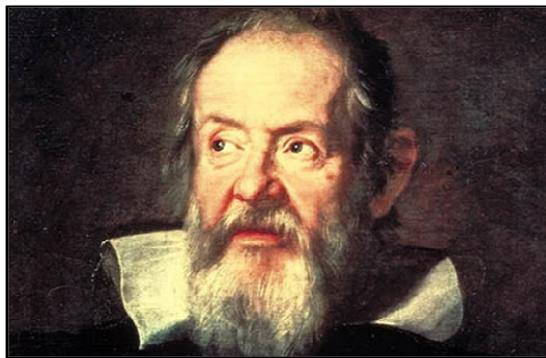


FIGURA 05. Galileu Galilei, matemático, físico e astrônomo italiano (1533-1591).

Fonte: Institute and Museum of the History of Science – Florença, Itália (<http://www.imss.fi.it>)

Tão logo, Galileu construiu seu primeiro telescópio, feito de um tubo de chumbo com duas lentes de vidro, adaptadas nos extremos desse tubo. A ocular era uma lente plano-côncava e a objetiva plano-convexa, e o poder de ampliação do instrumento era de três vezes. Dentro de um mês a luneta de Galileu foi apresentada às autoridades venezianas, que puderam visualizar de cima de altas torres de igrejas, navios e barcos a grandes distâncias, o que interessou aos militares, como ocorreu com Lippershey na ocasião da apresentação do instrumento às milícias. Galileu apresentou sua luneta ao senado e garantiu um emprego vitalício de professor em Pádua e um aumento de salário de 1000 florins por ano (KING, 1955).

Após a apresentação desse instrumento às autoridades de Veneza, Galileu construiu mais de 60 lunetas, que eram feitas de pares de lentes combinadas amarradas com um tipo de barbante, sendo os tubos que acomodavam as lentes feitos de papelão, chumbo ou cobre, e cobertos com papel, tecido ou couro (GRECO, MOLESINI & QUERCIOLI, 1993). Infelizmente a maior parte desses instrumentos se perdeu ao longo dos séculos, sendo que atualmente existem somente dois deles, em exposição no Museu de Ciência de Florença, na Itália (figura 06).

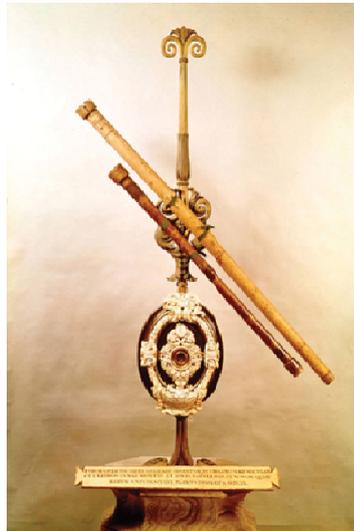


FIGURA 06. Duas lunetas desenvolvidas por Galileu.

Fonte: Institute and Museum of the History of Science – Florença, Itália (<http://www.imss.fi.it/>)

3.4 O USO ASTRONÔMICO DAS LUNETAS DE GALILEU

Ainda em 1609, Galileu apontou sua luneta com poder de ampliação de 20 vezes para o céu e realizou grandes descobertas. Observando a Lua, Galileu notou a natureza terrestre desse satélite, contradizendo a tradição Aristotélica de que os objetos celestes eram feitos de uma matéria especial e incorruptível, a chamada *quintessência* (STRANO, 2009).

As observações da superfície lunar foram realizadas em períodos de quartos crescente e minguante, o que facilitava o estudo de sua borda, mostrando as imperfeições. Vários diagramas foram representados por Galileu em uma obra de poucas páginas, chamada *Sidereus Nuncius* (A Mensagem das Estrelas), publicada em 1610. Esses desenhos, se comparados às imagens a que hoje temos acesso, mostram uma grande acurácia desse “desbravador” nas suas observações.

Apontando um de seus instrumentos para as “estrelas fixas” e para as errantes (os planetas), Galileu constatou a diferença entre as formas desses astros, sendo os planetas representados por globos exatamente redondos enquanto que as estrelas fixas apresentavam “fulgores, cujos raios vibram ao redor e centelham notavelmente” (GALILEI, 1610 tradução CAMENIETZKI, 2009, p.9).

Notou também que podia ser vista uma infinidade de estrelas que a olho nu não são possíveis de se observar, como aponta um de seus desenhos representando o aglomerado das Plêiades, na constelação de Touro (figura 07). Em suas palavras ele descreve sua visão:

[...] Agora, além das estrelas de sexta magnitude se vê com o óculo uma coisa difícil de crer: uma numerosa grei de outras estrelas que escapam à visão natural; mais que, de fato, as que contêm os outros seis graus de magnitude. (GALILEI, 1610, tradução CAMENIETZKI, 2009, p.9).

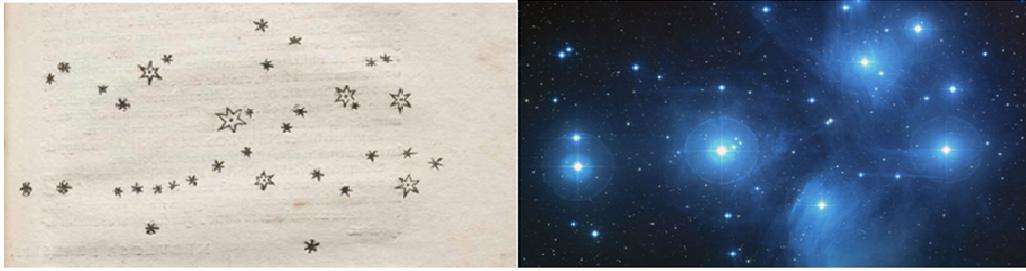


FIGURA 07. Representação das Plêiades, ilustradas por Galileu, e imagem real do aglomerado.

Fonte: NASA (http://astronomy2009.nasa.gov/topics_jun.htm)

Em 7 de janeiro de 1610, Galileu utilizou uma luneta de aumento de 30 vezes para observar Júpiter pela primeira vez, como aponta King (1955), e descobriu que ao redor do disco do planeta haviam três pequenas estrelas, que se diferenciavam das demais pelo fato de estarem dispostas em uma linha paralela à eclíptica¹. Em observações seqüenciais, que duraram até o mês de Março daquele ano, percebeu diferentes disposições dessas mesmas “estrelinhas” em relação ao planeta (figura 08), fato que o levou a crer que as mesmas estavam girando ao redor de Júpiter:

[...] Em primeiro lugar, considerando que, umas vezes seguem, e outras precedem, a Júpiter com intervalos similares, (...), ninguém pode duvidar que realizam suas revoluções em torno dele, enquanto todos cumprem uma revolução de 12 anos em torno do mundo (Galilei, 1610, tradução CAMENIETZKI, 2009, p.15).

A essas luas Galileu denominou de Astros Mediceanos, em homenagem ao Grão-Duque Cosimo de Médici, membro da família que governou Florença por séculos. Posteriormente elas ficaram conhecidas como luas Galileanas, em homenagem ao seu descobridor, e cada uma recebeu a denominação de uma divindade romana: Io, Europa, Ganimedes e Calisto. Atualmente já foram detectados mais de 60 satélites naturais orbitando Júpiter, sendo este o planeta do Sistema Solar que possui o maior número deles.

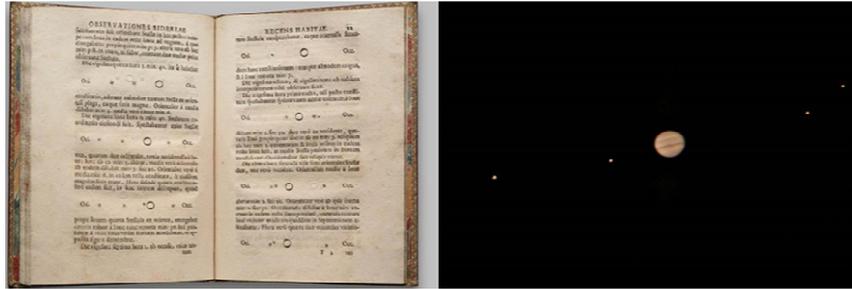


FIGURA 08. Representação das luas de Júpiter, iustradas por Galileu, e imagem real do planeta observado com um telescópio de médio porte.

Fonte: Institute and Museum of the History of Science – Florença, Itália (<http://www.imss.fi.it>)

Completadas as observações de Júpiter e suas luas, Galileu finalizou a obra *Sidereus Nuncius* e a enviou ao Grão-Duque Cosimo de Médici, a quem ela foi dedicada. Porém, a repercussão da mesma causou grandes conflitos, pois o fato de Júpiter possuir luas girando ao seu redor foi visto por Galileu como uma evidência de que Copérnico estava certo ao afirmar que a Terra girava ao redor do Sol, e não o contrário.

Os seguidores das idéias Aristotélicas negaram as observações de Galileu, afirmando que não se podiam ver aparências que Aristóteles nunca havia mencionado (KING, 1955), enquanto que outros associavam à baixa qualidade das lentes a visualização de tais efeitos (BROWN, 1985).

Houve também quem recebesse tais descobertas com satisfação, como é o caso de Johannes Kepler, defensor do Heliocentrismo Copernicano, que também observou os satélites de Júpiter e enviou uma carta à Galileu elogiando suas descobertas e o impacto das mesmas na sustentação da teoria de Copérnico. Essa carta posteriormente foi publicada em Praga e em Florença, com o título *Dissertatio cum Nuncio Sidereo* (Dissertação com o Mensageiro Estelar). Galileu visitou a corte do Grão Duque, esperando uma posição da mesma com relação à sua obra e também uma promoção e, em 12 de Julho de 1610, ele foi nomeado Matemático do Grão Duque e Primeiro Matemático de Pisa.

Ainda em 1610, Galileu apontou um aspecto diferenciado do planeta Saturno, como se o mesmo fosse formado de três corpos alinhados lado a lado (figura 09). Porém, ao longo das observações realizadas percebeu que os componentes laterais do planeta diminuía em tamanho e brilho progressivamente até desaparecerem por completo (KING, 1955) e reaparecerem após algum tempo.

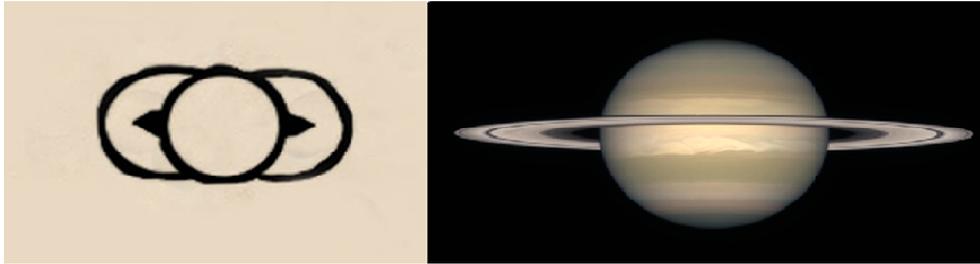


FIGURA 09. Aspecto de Saturno observado por Galileu em 1610, e uma imagem real do planeta.

Fonte: Institute and Museum of the History of Science – Florença, Itália (<http://www.imss.fi.it>)

As observações astronômicas de Galileu não cessaram e ele descobriu que Vênus apresentava um variável aspecto crescente (figura 10), que ele atribuiu ao fato de este planeta não possuir luz própria e sim girar ao redor do Sol, sendo assim iluminado sob diferentes aspectos.

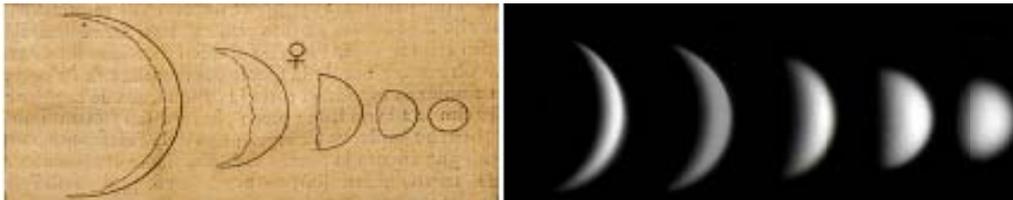


FIGURA 10. Representação galileana das fases de Vênus, e a real aparência do planeta ao longo de sua órbita ao redor do Sol.

Fonte: Institute and Museum of the History of Science – Florença, Itália (<http://www.imss.fi.it>)

Já no ano de 1611, Galileu observou as manchas solares (figura 11), e descobriu que elas se moviam lentamente quando próximas à borda do disco solar e mais rapidamente no centro, até desaparecerem. Identificou também que o formato das manchas mudava muito rápido, fato que o levou a associá-las a nuvens escuras na atmosfera do Sol (KING, 1955). Hoje se sabe que essas manchas são concentrações de fluxo magnético, causadas por perturbações no campo magnético solar, e que sua aparência escura se deve ao fato de que essas regiões são mais frias que a fotosfera circundante.

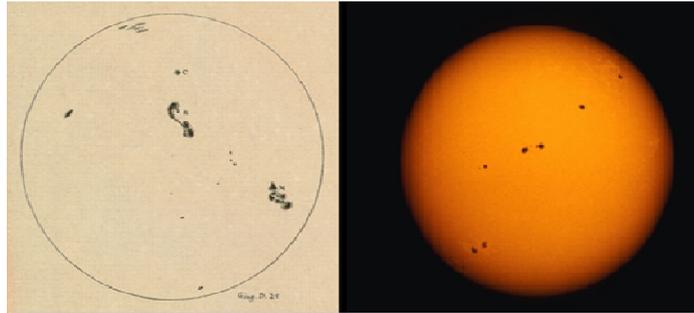


FIGURA 11. Representação das manchas solares, feita por Galileu, e imagem real das manchas.

Fonte: Institute and Museum of the History of Science – Florença, Itália (<http://www.imss.fi.it>)

Mais do que as fantásticas revelações constatadas por Galileu, também o prestígio de sua obra foi motivo de alegria para ele. Em março de 1611, Galileu foi à Roma apresentar suas lunetas às autoridades eclesiais, e um banquete em sua honra foi oferecido pouco depois. Na noite desse banquete, os convidados puderam observar objetos terrestres distantes antes do pôr-do-sol, e após o jantar eles contemplaram Júpiter e suas luas. Existem alguns relatos de que o termo “telescópio” foi introduzido nessa data, após Galileu desmontar o instrumento para que os convidados compreendessem sua arquitetura (KING, 1955).

3.5 AS CONTROVÉRSIAS, ADVERSÁRIOS E A INQUISIÇÃO

Galileu, com sua forma de utilizar os telescópios, deu novo sentido a esses recentes instrumentos, fato que gerou polêmicas dentro da comunidade científica da época. Havia os que concordavam com a atitude de Galileu e aceitavam como verdadeiras suas observações, como é o caso de Johannes Kepler. Ele, além de ser seguidor das idéias copernicanas, realizou observações dos satélites de Júpiter, fortalecendo a veracidade tanto de sua existência quanto do fato de estarem circulando o planeta, como citado anteriormente. Porém, muitos se opuseram ao que Galileu publicou, e buscaram refutar, usando argumentos filosóficos e empíricos, as suas observações.

A forma difusa com que os objetos eram vistos por meio das lunetas foi um dos argumentos contrários às indagações de Galileu. Surgiram relatos de que, ao se observar o Sol com um telescópio usando lentes escuras, eram vistos três sóis ao invés de um; e Saturno aparecia acompanhado ora de duas, três ou quatro estrelas (BROWN, 1985). Um dos possíveis fatores agravantes do fato de os

objetos parecerem difusos ou múltiplos quando vistos com ajuda de telescópios era a baixa qualidade das lentes fabricadas naquela época. Galileu era sensível a isso, tanto que a princípio, associou à baixa qualidade das lentes de seu telescópio a configuração tripla de Saturno, além de sugerir que a corte de Médici não observasse as luas de Júpiter sem a sua presença (BROWN, 1985), para evitar possíveis enganos.

Mesmo ciente da baixa qualidade das lentes de seus instrumentos, Galileu continuou firme na convicção de que esses podiam potencializar a visão da natureza (GEYMONAT, 1997), idéia contrária à que a maioria dos estudiosos pertencentes a este cenário estavam ligados. Para eles, somente a visão direta apresentava as condições necessárias para que a realidade fosse vista efetivamente (GEYMONAT, 1997), ao passo que instrumentos e técnicas adicionais causariam defeitos e ilusões.

Ao mesmo tempo em que Galileu se vê cercado de críticas filosóficas, o crédito dado às suas observações telescópicas era abalado. Simon Matius dizia ter observado os satélites de Júpiter em Novembro de 1609, dois meses antes de Galileu. Também o padre jesuíta Christopher Scheiner reclamou ser o primeiro a observar as manchas solares enviando, em 1611, três cartas a Marco Welser, homem influente e que tinha grande ligação com os jesuítas.

Scheiner, em suas cartas, ainda apresentou uma explicação para o fenômeno das manchas solares que favorecia a cosmologia Aristotélica da incorruptibilidade do mundo celeste: essas manchas seriam sombras na superfície solar provocadas pela revolução de corpos semelhantes a pequenos planetas ao redor do Sol (MARICONDA, 2000).

Galileu responde, igualmente em forma de três cartas enviadas à Marco Welser, às argumentações de Scheiner, realizando uma crítica severa à sua explicação do fenômeno das manchas. Ele enfatiza, por meio de uma grande base de dados observacionais, que as alterações do tamanho e forma das manchas se explicam somente considerando que as mesmas pertenciam à superfície do Sol, e assim sendo, se evidenciava que o Sol apresentava um movimento de rotação. O embate entre os dois perdurou por alguns anos, com tamanha rispidez de ambas as partes que o padre jesuíta provavelmente foi um dos maiores incentivadores do processo contra Galileu (GEYMONAT, 1997).

Enquanto Scheiner se dedicava ao estudo das manchas solares (posteriormente escrevendo a obra *Rosa Ursina*), Galileu finalizava o Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas de Mundo Ptolomaico e Copernicano, no qual três personagens fictícios (Salviati, Simplicio e Sagredo) se reuniam para apresentar argumentos favoráveis e contrários às cosmologias propostas por Ptolomeu e Copérnico.

O então ordenado papa Urbano VIII mostrou, a princípio, estar a favor da obra de Galileu, recomendando-o apenas a não entrar em conflito com o Santo Ofício e a tratar o sistema copernicano somente como uma hipótese. Ao concluir o Diálogo, Galileu o enviou a Roma para o processo de aprovação pelas autoridades eclesiásticas, recebendo a notificação de que alguns pontos deveriam ser revistos para a publicação da obra. Nem todas as modificações propostas foram feitas, de modo que o conteúdo da obra era explicitamente voltado às idéias copernicanas, o que não foi bem visto pelas autoridades eclesiásticas, que pretendiam que a obra fosse imediatamente censurada.

O papa Urbano VIII se viu pressionado pela Igreja e passou o caso para a Inquisição. Após vários interrogatórios, acusado, sobretudo de heresia, Galileu recebeu uma condenação que constava da proibição da circulação de sua obra e de um cárcere formal. Além disso, ele teve que pronunciar, de joelhos, uma abjuração na qual ele se desfazia de qualquer forma de idealismo copernicano. Galileu passou a viver em cárcere privado em sua casa em Arcetri, próximo à Florença, dedicando-se ao estudo da Mecânica, até sua morte em 1642.

3.6 A EVOLUÇÃO DOS TELESCÓPIOS ATÉ O SÉCULO XIX

Apesar das grandes observações realizadas por Galileu, os campos de visão de seus telescópios eram muito pequenos, por volta de 15 segundos de arco, ou seja, metade do diâmetro angular da Lua. Para melhorar as observações era preciso aumentar esse campo de visão, o que muitos tentaram fazer.

Como forma de resolver essa situação, Johannes Kepler propôs a substituição das lentes oculares côncavas por lentes convexas. Mas essa configuração invertia as imagens de objetos terrestres, sendo necessária outra lente convexa corretora. Por isso, esse tipo de telescópio não teve boa receptividade inicialmente.

Por sua vez, o construtor de telescópios Francesco Fontana, de Nápoles, desenvolveu instrumentos com o dobro de ampliação dos de Galileu, além de um telescópio para ser usado tanto em observações terrestres quanto celestes. Com esses passos, iniciou-se uma nova fase da Astronomia Telescópica. Mas a medida que se buscavam melhores imagens obtidas por meio dos telescópios, algumas dificuldades surgiram, como por exemplo a aberração cromática e a aberração esférica.

A aberração cromática ocorre porque os diversos comprimentos de onda da radiação incidente são desviados em diferentes ângulos, não convergindo para um mesmo ponto em comum. Esse defeito causa um halo colorido em volta das imagens. Já no caso da aberração esférica, os raios de luz que passam pela região central das lentes e pelas suas bordas convergem para focos diferentes. Isso faz com que as imagens apareçam borradas.

René Descartes apresentou algumas soluções para esse problema: fabricar lentes de formato hiperbólico ou elíptico, ou aumentar o comprimento focal para diminuir a distância entre os diversos focos formados. A primeira dessas soluções não foi de imediato acatada, devido à dificuldade de fabricação das lentes, mas a segunda delas parecia possível de ser realizada. Assim, grandes telescópios começaram a ser construídos, mesmo com as dificuldades em se edificar grandes tubos.

Christiaan Huygens foi um dos que utilizaram telescópios com grandes tubos, e também os aéreos (sem tubos). Com um instrumento de aproximadamente 3 metros de comprimento e aumento de 50 vezes, ele fez interessantes apontamentos sobre Saturno, em meados de 1655. Com a mudança da aparência dos apêndices do planeta, muitos astrônomos começaram a formular hipóteses para explicar o que seriam esses corpos alados. Christiaan Huygens apontou seu telescópio para Saturno e, além dos apêndices também observou uma “pequena estrela brilhante se movendo para frente e para trás ao longo de uma linha ao redor do planeta” (VAN HELDEN, 2009, p.11). Essa pequena estrela era um satélite natural de Saturno, hoje conhecido como Titã, uma das maiores luas do Sistema Solar. Huygens também teve condições de explicar o que seriam as formas estranhas que acompanhavam Saturno:

Annulo cingitur, tenui, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato (ele é circundado por um tênue e plano anel que não o toca e é inclinado em relação à Eclíptica) (VAN HELDEN, 1974).

As evidências e conclusões obtidas por Huygens foram publicadas na obra *Systema Saturnium*, de 1659, que ainda constava de discussões sobre formas de medida de distâncias angulares no campo de visão de seu telescópio e as diversas aparências que os anéis de Saturno poderiam apresentar quando visto da Terra (figura 12).

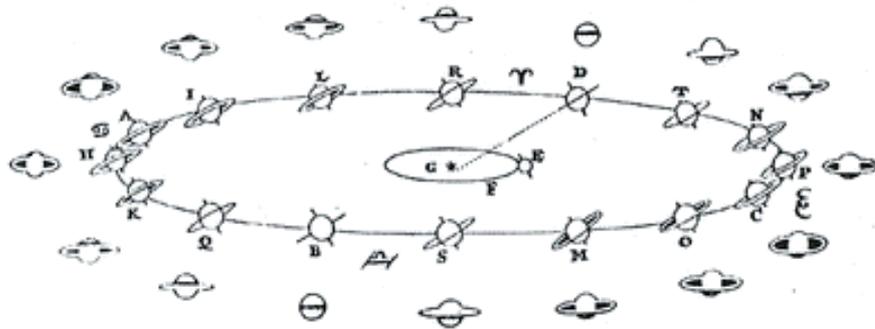


FIGURA 12. Diagrama das aparências dos anéis de Saturno.

Fonte: Albert Van Helden, 1974, p.162.

Outros apontamentos viriam após os já publicados por Huygens. O então professor de Matemática da Universidade de Bolonha, Giovanni Domenico Cassini, utilizando telescópios criados por Giuseppe Campani, observou marcas na superfície do planeta Marte e outros quatro satélites de Saturno: Japetus, Rhea, Tethis e Dione, entre outras realizações. Johannes Hevelius (1611-1689) também desenvolveu uma série de estudos sobre topografia lunar, fases de Mercúrio, manchas solares e observações de cometas. Uma de suas obras mais significativas foi *Selenographia* (1647) na qual ele apresenta um mapa lunar com considerável número de detalhes.

A construção dos telescópios refratores gigantes se tornava cada vez mais difícil, e a necessidade de elaborar modelos mais simples desses instrumentos era evidente. Os padres Boaventura Cavalieri e Marin Mersenne sugeriram o uso de espelhos côncavos (cuja superfície refletora é a interna) no lugar das lentes objetivas. Por sua vez, o jesuíta Nicollo Zucchi se dispôs a construir um

telescópio nesses padrões, porém não ficou satisfeito com o instrumento e abandonou o projeto.

O físico Isaac Newton realizou estudos sobre dispersão da luz, sendo um dos seus experimentos mais conhecidos o da decomposição da luz solar por um prisma. Esse experimento apresentava evidências de que a luz branca era composta pela soma de diferentes raios que, ao serem refratados, reproduziam diferentes cores espectrais. Associando o fenômeno da dispersão da luz com as lentes, Newton supôs que os telescópios refratores não poderiam oferecer boas imagens (BENNETT, 2009), e assim se dedicou ao aprimoramento do telescópio refletor de Zucchi, tornando-o mais prático.

O telescópio desenvolvido por Newton (figura 13) era composto por um espelho primário côncavo e um secundário plano, inclinado em um ângulo de 45 graus em relação ao tubo do instrumento. Os raios de luz, ao chegarem ao espelho côncavo, eram refletidos em direção ao espelho plano. Esse por sua vez, direcionava os mesmos para uma lente ocular disposta em um dos lados do tubo.



FIGURA 13. Telescópio de Newton.

Fonte: Oliveira Filho e Saraiva, 2004, p.655.

Laurent Cassegrain (1625-1712), por sua vez, propôs o uso de um espelho convexo adicional, posicionado de modo a interceptar os raios de luz refletidos pelo espelho central antes de chegarem ao foco (figura 14). O espelho central tinha um furo no meio, por onde os feixes de luz convergiam para o foco (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2004). Esse tipo de montagem de telescópio apresentava algumas vantagens, como a correção da aberração esférica e a diminuição do tamanho dos tubos usados (KING, 1955). Atualmente, grande parte

dos telescópios utiliza a montagem de Cassegrain. Um exemplo é o Telescópio Espacial Hubble.

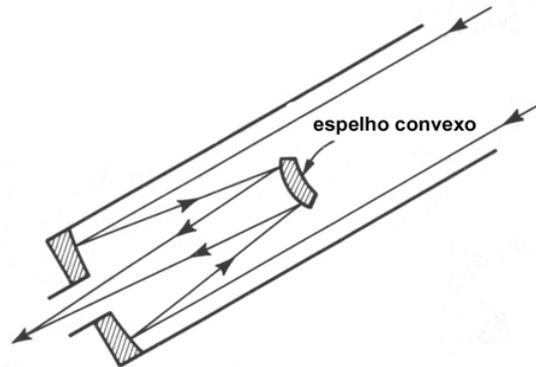


FIGURA 14. Diagrama de funcionamento do telescópio refletor proposto por Cassegrain.

Fonte: Observatório Nacional (<http://astro.if.ufrgs.br/telesc/node2.htm>)

O músico e astrônomo amador alemão Friedrich Wilhelm Herschel (1738-1822), se aprimorou na arte de polimento de espelhos, o que lhe permitiu construir um grande número de telescópios refletores (figura 15). Ele acreditava na possibilidade de construção de telescópios gigantes que poderiam enxergar o espaço profundo, indicando a estrutura do universo e sua evolução ao longo do tempo (BENNETT, 2009). Os contemporâneos de Herschel caracterizavam essa visão como alienada, mas ela se assemelha aos programas atuais no campo da Astronomia.

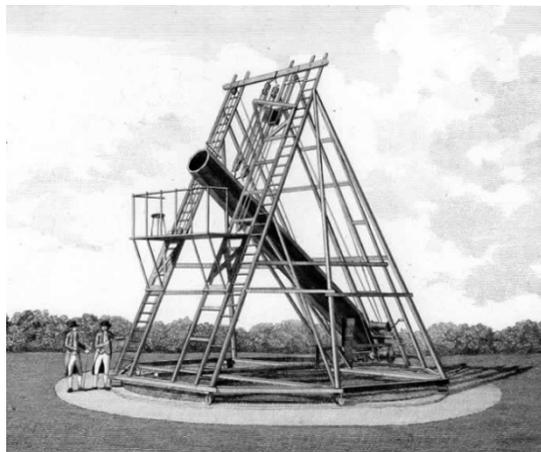


FIGURA 15. Um dos Telescópios de Herschel.

Fonte: Telescopes from the Ground Up

(<http://amazing-space.stsci.edu/resources/explorations/groundup/lesson/scopes/herschel/scope.php>)

Com um de seus melhores telescópios, Herschel realizou observações de uma estrela que já era alvo de investigações de diversos astrônomos tempos antes. Como seu telescópio tinha qualidade muito superior aos usados anteriormente, ele conseguiu observar uma aparência arredondada da estrela, que não seguia os padrões das demais observadas.

Inicialmente, Herschel acreditou que o objeto pudesse ser um cometa, porém após várias observações, notou que seu movimento não se ajustava com as órbitas cometárias conhecidas. Somente alguns meses depois propôs-se que a órbita desse objeto poderia ser planetária (KUHN, 2001). Esse evento marcou a descoberta do planeta Urano, em 1781.

Herschel propôs que o planeta recebesse o nome de Estrela Gregoriana, em homenagem ao rei da Inglaterra, George III. Entretanto, venceu a tradição dos nomes de deuses da mitologia greco-romana, que denominavam os astros que compunham o Sistema Solar. Nessa tradição, havia Júpiter, pai de Marte, e Saturno, pai de Júpiter. Pela coerência da ordem dos nomes, o recém-descoberto planeta ficou conhecido como Urano, pai de Saturno (ASIMOV, 1992). Posteriormente, em 1787, Herschel observou dois satélites orbitando Urano, que foram nomeados Titânia e Oberon.

Mesmo com a construção de vários telescópios refletores por William Herschel, foram os modernos telescópios refratores os mais usados ao longo do século XIX, pois a tecnologia óptica melhorou consideravelmente ao longo dos séculos. O primeiro deles foi construído por Joseph von Fraunhofer, em 1824, e possuía uma objetiva de 23 centímetros (LEQUEUX, 2009). Esse telescópio foi usado principalmente para observações de estrelas binárias, que possibilitava a determinação de distâncias estelares.

Muitos outros telescópios refratores foram criados a partir de então, com lentes cada vez maiores. Mas um dos refratores mais conhecidos no século XIX é o Yerkes (figura 16), que possui uma lente com pouco mais de 1 metro. O telescópio Yerkes localiza-se na Universidade de Chicago, e por meio dele se deu a descoberta da segunda Lua de Netuno, Nereida e também da presença de dióxido de carbono na atmosfera do planeta Marte.

Mesmo tendo passado mais de um século desde a sua criação, o telescópio Yerkes ainda é considerado o maior refrator do mundo ainda em uso.



FIGURA 16. Telescópio Yerkes.

Fonte: Telescopes from the Ground Up

(<http://amazing-space.stsci.edu/resources/explorations/groundup/lesson/scopes/yerkes/scope.php>)

Já o Observatório de Monte Wilson foi fundado em 1904 por George Ellery Hale, e dispõe de vários observatórios, sendo que dois deles são utilizados apenas para observação solar. Um de seus telescópios, Hooker, que teve sua construção finalizada em 1917 na Califórnia e possui um espelho de 2,5m de diâmetro.

Em 1919, o astrônomo Edwin Hubble foi convidado por Hale para integrar a equipe do Observatório de Monte Wilson e em 1923 observou uma estrela com características diferentes, na nebulosa de Andrômeda. Após inúmeras e cuidadosas observações posteriores e comparações com outras já realizadas, previu que ela poderia ser uma Cefeida, ou seja, uma estrela cuja magnitude varia em períodos de tempo bem definidos, e calculou a distância da nebulosa em que ela se encontrava, obtendo um valor de 275 mil parsecs (HUBBLE, 1929). Os cálculos apontaram que essa estrela estava a milhões de anos-luz da Terra, o que o levou a afirmar que a Nebulosa de Andrômeda fosse uma galáxia como a nossa.

Após a exposição dessa evidência, Hubble fez outros cálculos de distâncias de galáxias, baseando-se no mesmo modelo usado anteriormente, e constatou que galáxias mais distantes estavam se afastando de nós mais rapidamente. Em um de seus trabalhos, Hubble apresenta a suposição de que o universo poderia se aproximar de um modelo de expansão homogêneo (HUBBLE, 1936).

3.7 OS GRANDES TELESCÓPIOS DO SÉCULO XX

O avanço tecnológico e a conseqüente modernização da sociedade foram essenciais para projetos arrojados de novos telescópios, mas ao mesmo tempo vêm dificultando a seleção de locais estratégicos para a construção dos mesmos. Um dos maiores problemas a serem enfrentados pelos astrônomos é a poluição luminosa.

As cidades de médio e grande porte possuem um exagerado abastecimento de iluminação, por motivos sociais diversos, tais como a violência, o crescente número de automóveis circulando pelas ruas e avenidas e o conforto das moradias e estabelecimentos comerciais entre outros. Possivelmente por uma falta de planejamento adequado, o excesso de luz emitida por postes e demais objetos é enviado para o céu, difundindo-se nas partículas de poeira em suspensão no ar, o que impede a visualização de estrelas de magnitude aparente mais baixa e de demais corpos celestes (ROMANZINI & QUEIROZ, 2009).

Outro problema, mas de ordem natural, é a turbulência da atmosfera terrestre, causada pelos movimentos de massas de ar em altas camadas atmosféricas. Um dos efeitos da atmosfera turbulenta é o falso cintilar das estrelas.

Dessa forma, para se realizar pesquisas observacionais de alto nível, os pesquisadores se viram quase que obrigados a migrar para locais afastados dos centros urbanos, amenizando a ação da poluição luminosa, e também elevados, como os topos de altas montanhas, onde o ar mais rarefeito diminui a turbulência da atmosfera terrestre.

Atualmente é grande o número de observatórios construídos em locais mais afastados, e que abrigam telescópios de grande proporção, o que tem permitido a realização de estudos avançados e reveladores. Alguns dos telescópios mais conhecidos são os Gemini Norte e Sul, os Gêmeos Keck, o Subaru, e o Very Large Telescope.

Os telescópios Gemini (figura 17) são dois instrumentos de 8,1 metros de diâmetro localizados no topo do vulcão inativo Mauna Kea, Havaí, e em Cerro Pachón, no Chile, respectivamente. Eles são resultado de um projeto em parceria com diversos países: Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Chile, Austrália, Brasil e Argentina. Devido às suas posições estratégicas, os Gemini têm capacidade de mapear o céu dos hemisférios norte e sul.



FIGURA 17. Telescópios Gemini Norte e Sul.

Fonte: Gemini Observatory

(http://www.gemini.edu/images/pio/telescope_images/20070821_gn_mk_3d_tl_0821-2207_c2191.jpg)

Já os Gêmeos Keck (figura 18) nasceram da doação milionária da Fundação Keck (criada em 1954 por William Myron Keck) ao Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech). Eles se situam no topo do vulcão inativo Mauna Kea, Havaí, onde a atmosfera é mais rarefeita e diminui os problemas de turbulência. Eles pesam 300 toneladas e possuem espelhos primários de 10 metros de diâmetro, compostos por 36 segmentos hexagonais que trabalham em conjunto como uma única peça.



FIGURA 18. Telescópios Keck.

Fonte: W. M. Keck Observatory (<http://astronomy.swin.edu.au/coma/the-survey-Keck.htm>)

Porém, mesmo situados em regiões mais altas, eles ainda sofrem efeitos de turbulência da atmosfera da Terra, que distorcem as imagens astronômicas obtidas. Uma forma encontrada de superar esse obstáculo foi a

chamada óptica adaptativa. Os espelhos realizam pequenas deformações (cerca de 2000 por segundo) que corrigem as distorções das imagens (BECKERS, 1993).

Em 1998 foi inaugurado o Very Large Telescope (Telescópio Muito Grande), situado em Cerro Paranal, Chile. Ao contrário do que seu nome indica, ele é composto por quatro telescópios (Antu, Kueyen, Melipal e Yepun) com espelhos de 8,2 metros de diâmetro cada, que podem ser usados em grupo ou individualmente. O VLT (figura 19) conta ainda com vários instrumentos, como câmeras e espectrógrafos, que cobrem também a região do espectro eletromagnético correspondente às faixas do ultravioleta e infravermelho.



FIGURA 19. Very Large Telescope.

Fonte: European Southern Observatory (<http://www.eso.org/>)

Um importante telescópio refletor é o SOAR (Southern Astrophysical Research Telescope), que fica no Chile e possui um espelho de 4,1 m de diâmetro. Esse telescópio foi construído em parceria com o Brasil (LNA/CNPq) e o NOAO, UNC E MSU. Têm sido publicados trabalhos indexados com dados do SOAR desde 2005, sendo o primeiro deles do prof. Kepler de Souza, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Destacam-se ainda alguns outros telescópios ópticos interessantes em operação nos dias de hoje. Entre eles citamos o grande Telescópio Sul-Africano, constituído de um espelho segmentado em sete partes, e o Hobby- Eberly, situado no Texas, com espelho segmentado em 91 partes, com 9,2m de diâmetro.

No alto do vulcão inativo Mauna Kea, no Havaí, está situado o telescópio japonês Subaru (figura 20), que iniciou suas atividades científicas em

1999. Ele possui um espelho de 8,2 metros e uma série de equipamentos que lhe garantem maior rendimento. Entre eles estão um sistema de apoio que garante boa precisão da superfície do espelho, sete instrumentos observacionais adicionais, e um sistema de contenção dos efeitos da turbulência atmosférica.

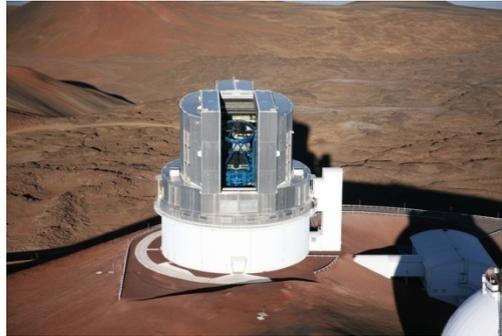


FIGURA 20. Telescópio Subaru.

Fonte: National Astronomical Observatory of Japan

(http://www.naoj.org/Gallery/gallery_images/subarutele2.jpg)

3.8 TELESCÓPIOS ESPACIAIS

A idéia de colocar um telescópio em órbita ao redor da Terra nasceu antes mesmo dos vôos espaciais se tornarem possíveis. O cientista alemão Herman Oberth (1894-1989) acreditava que em um futuro distante seriam construídos foguetes espaciais poderosos o suficiente para enviar um telescópio ao espaço (O' DELL, 2009).

Alguns cientistas norte-americanos também acreditavam nessa ideia, como por exemplo Lyman Spitzer, astrônomo da Universidade de Princeton. Em 1970 ele chefiou a apresentação de uma proposta de construção do telescópio espacial à NASA (National Aeronautics and Space Administration), comumente conhecida como Agência Espacial Americana.

O contexto era, em parte, favorável ao projeto em questão. A NASA já havia enviado vários satélites ao espaço e a missão Apolo 11 enviou com sucesso o homem à Lua. Porém a relutância do governo norte-americano em liberar a verba necessária e a falta de interesse da população que já se contentava com a conquista lunar dificultaram o andamento do mesmo (HAKKILA & RICHARDSON, 2000).

A Agência Espacial Européia (ESA) foi convidada a participar do projeto, e assim foram despendidos anos de preparação até que o Telescópio

Hubble estivesse em condições de ser colocado em órbita. No dia 24 de Abril de 1990, ele foi enviado ao espaço pelo ônibus espacial Discovery e logo começou a enviar imagens para a Terra.

Após algumas semanas de operação, os cientistas notaram que essas imagens apareciam um pouco borradas, efeito de uma aberração esférica do instrumento. Uma missão tripulada foi enviada ao espaço para corrigir o defeito, e tão logo o Telescópio Hubble estava novamente preparado para uso.

O Telescópio Hubble (figura 21) possui montagem do tipo Cassegrain, e seu espelho principal tem 2,4 metros de diâmetro, muito menor do que vários instrumentos instalados na superfície terrestre, porém não sofre com efeitos atmosféricos.

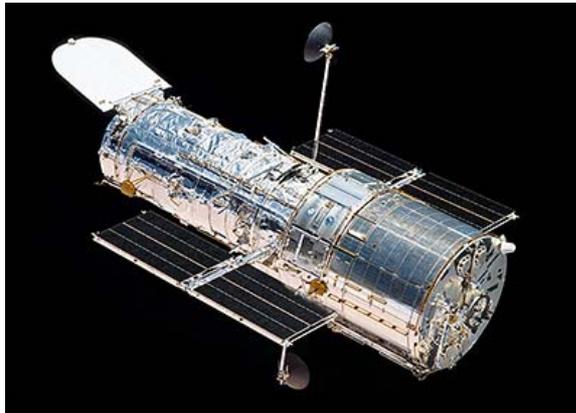


FIGURA 21. Telescópio Espacial Hubble.

Fonte: Hubble Site (<http://hubblesite.org/gallery/spacecraft/25/>)

Ele completa uma volta ao redor da Terra a cada 97 minutos, e para armazenar energia para o intervalo de tempo da órbita no qual o Hubble atravessa o lado não iluminado da Terra, o telescópio conta com coletores solares e baterias de NiH. A parte externa do Telescópio Hubble é coberta por camadas de alumínio reflexivo, para que a temperatura do instrumento seja preservada (O'DELL, 2009).

O Telescópio Hubble possui vários instrumentos, como espectrógrafos e câmeras que lhe permitem observar objetos nas faixas do infravermelho e ultravioleta, além da luz visível.

Apesar das incomensuráveis contribuições que o Hubble tem oferecido para a Astronomia, sua efetividade está começando a se tornar comprometida, e novos projetos de telescópios espaciais estão em andamento para

sua substituição, como é o caso do James Webb Telescope (figura 22), que provavelmente será lançado em 2014.

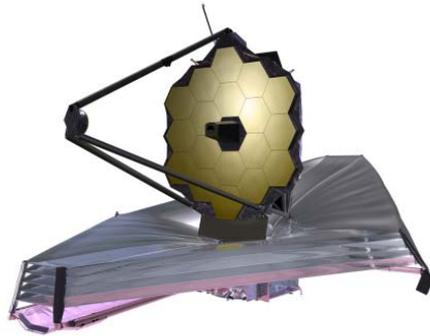


FIGURA 22. Telescópio Espacial James Webb.

Fonte: Hubble Site (http://webbtelescope.org/webb_telescope/)

Outro telescópio espacial conhecido é o CoRoT (sigla relativa às palavras: convecção, rotação e trânsitos planetários), um projeto da agência espacial francesa (CNES) em parceria com a ESA, Áustria, Bélgica, Alemanha, Espanha e Brasil (figura 23). Esse telescópio tem a missão de detectar pequenas alterações de brilho nas estrelas mais próximas e também detectar novos exoplanetas, ou seja, planetas que se situam fora de nosso sistema planetário.



FIGURA 23. Ilustração do Telescópio Espacial CoRoT.

Fonte: NASA (<http://astrobiology.nasa.gov/missions/current/corot-space-telescope/>)

3.9 RADIOTELESCÓPIOS

Superando em muito, a grande parte do conhecimento do universo até a data de sua descoberta, surgiram os telescópios que observam o cosmos a distâncias nunca antes imaginadas, sem problemas com a turbulência atmosférica: são os chamados radiotelescópios. Os radiotelescópios observam os corpos celestes e o meio interestelar por meio de ondas de rádio por eles emitidas. Eles estudam a emissão de gases presentes no espaço, e já detectaram fontes de emissão de pulsares, quasares, radiogaláxias e a radiação de fundo do Universo, uma das bases de comprovação da teoria de formação do Universo, o “Big Bang”.

Atualmente existem diversos radiotelescópios em várias partes do mundo, sendo os mais conhecidos deles o de Arecibo, o James Clerk Maxwell Telescope e o Very Large Array. O radiotelescópio de Arecibo (figura 24), que faz parte do NAIC (sigla americana para Centro Nacional de Astronomia e Ionosfera), fica em Porto Rico e entrou em funcionamento em 1963. Ele possui uma antena de 305 metros de diâmetro e é utilizado para o estudo de propriedades de planetas, cometas e asteróides, além de detectar sinais de rádio emitidos por pulsares, quasares e radio galáxias distantes.



FIGURA 24. Radiotelescópio de Arecibo, em Porto Rico.

Fonte: Arecibo Observatory (<http://www.naic.edu/public/about/photos/hires/ao004.jpg>)

O James Clerk Maxwell Telescope (JCMT) se situa no topo do vulcão inativo Mauna Kea, Havaí, a mais de 4 mil metros de altura e possui uma

antena de 15 metros de diâmetro que opera em uma faixa de comprimentos de onda submilimétricos.



FIGURA 25. James Clerk Maxwell Telescope, situado no Havai.

Fonte: Joint Astronomy Centre (<http://www.jach.hawaii.edu/JCMT/>)

Situado nas planícies de San Agustin, Novo México, o Very Large Array (figura 26) é uma composição de 27 antenas de rádio com 25 metros de diâmetro cada, ordenadas ao longo de três grandes braços, formando uma estrutura em forma de “Y”. O Very Large Array já observou vários buracos negros, discos protoplanetários ao redor de estrelas jovens, traçou um movimento complexo de gases no centro da Via - Láctea, e ainda faz previsões de novos conhecimentos sobre os mecanismos físicos que produzem emissões de rádio.



FIGURA 26. Very Large Array, em Novo México.

Fonte: National Radio Astronomy Observatory (<http://images.nrao.edu/Telescopes/VLA/90>)

No Brasil também existem grandes radiotelescópios, como o de Itapetinga, que fica em Atibaia, São Paulo, no Observatório do Itapetinga (figura 27). Ele possui uma antena de 13,7 metros de diâmetro instalada em uma redoma de plástico de 20 metros de diâmetro. São realizadas pesquisas nos campos intergaláctico e extragaláctico, além de estudos planetários e solares. O radiotelescópio de Itapetinga foi pioneiro na utilização de uma resolução temporal de 1 milissegundo na exploração de explosões solares, e ainda por meio dele foi descoberta a primeira emissão de maser de H_2O em uma estrela simbiótica.



FIGURA 27. Radiotelescópio de Itapetinga, São Paulo.

Fonte: Rádio Observatório do Itapetinga (<http://www.das.inpe.br/radio/observatorio.html>)

Em Eusébio, Ceará, foi instalado um radiotelescópio com antena de 14,2 metros de diâmetro (figura 28). Desde sua inauguração, em 1993, ele opera em programas de Geodésia Espacial, formando um elo de ligação entre a América do Norte, Europa, África e Antártica. Dessa forma, apresenta implicações práticas na cartografia e navegação, além de contribuir nas pesquisas envolvendo irregularidades da rotação terrestre, geodinâmica, movimento de placas tectônicas e sismologia.



FIGURA 28. Antena do radiotelescópio do Ceará.

Fonte: Rádio Observatório Espacial do Nordeste (<http://www.roen.inpe.br/frames/roen.htm>)

3.10 SONDAS ESPACIAIS

Como uma extensão do potencial dos telescópios, destacamos as naves espaciais, que se aproximam dos objetos celestes para estudar suas características e enviam à Terra inúmeros dados sobre eles, além de imagens nunca antes obtidas. As sondas espaciais exploram planetas, o Sol, satélites naturais, cometas e asteróides entre outros.

Uma das sondas mais conhecidas é a SOHO - Solar and Heliospheric Observatory (figura 29). Projeto internacional envolvendo a Agência Espacial Européia (ESA) e a NASA, ela foi lançada em 1995 para estudar algumas características solares, tais como a estrutura e dinâmica interna da estrela, além da corona e do vento solar. Para isso, a SOHO é equipada com 12 instrumentos, entre eles um espectrômetro de diagnóstico da corona solar, e um sistema que analisa a composição e a densidade de partículas presentes no vento solar. Por meio desse sistema é possível enviar alertas de formação de tempestades solares que podem prejudicar satélites em órbita da Terra.

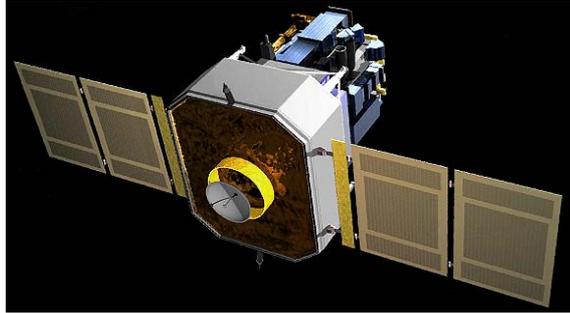


FIGURA 29. SOHO Observatory

Fonte: NASA (<http://sohowww.nascom.nasa.gov/gallery/Spacecraft/SOHOLower2.html>)

Os planetas do Sistema Solar são grandes alvos de sondas espaciais, sendo a grande maioria delas destinada a algum desses astros. Destacamos algumas das mais importantes missões não-tripuladas já ocorridas e suas principais descobertas.

A sonda Messenger (figura 30), lançada em 2004, teve como objetivos estudar a composição química da superfície do planeta, sua geologia, campo magnético, entre outros. Em 2008 fez sua primeira aproximação do planeta.



FIGURA 30. Ilustração da sonda Messenger orbitando o planeta Mercúrio.

Fonte: NASA (http://www.nasa.gov/mission_pages/messenger/main/index.html)

As sondas Voyager 1 e 2 (figura 31) foram lançadas em 1977 e partiram em direção aos planetas gigantes do Sistema Solar. Entre os estudos realizados por elas destacam-se a atividade vulcânica em Io, uma das maiores luas de Júpiter, a composição atmosférica de Saturno (basicamente Hidrogênio e Hélio) e a descoberta de 10 novas luas de Urano. As Voyager também sobrevoaram Netuno, enviando as primeiras imagens desse planeta. Atualmente, as sondas estão nos limites do Sistema Solar, obtendo dados além da órbita dos planetas, e logo

chegarão na heliopausa, que é o limite de ação do vento solar, onde poderão sentir os efeitos de uma outra estrela.



FIGURA 31. Uma das sondas Voyager.

Fonte: NASA (<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/index.html>)

Outra grande missão foi a Galileo (figura 32), lançada em 1989, que teve como objetivo estudar o gigante gasoso Júpiter e obteve dados interessantes sobre a atmosfera do planeta, que é mais seca do que se esperava e apresenta intensas trovoadas. Durante sua exploração ainda fotografou fragmentos do cometa Shoemaker Levi 9 durante e após o impacto do mesmo com Júpiter, em 1992.

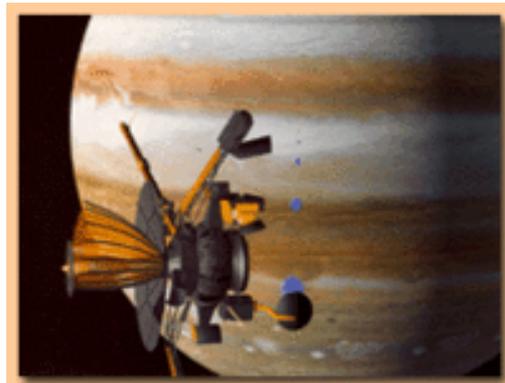
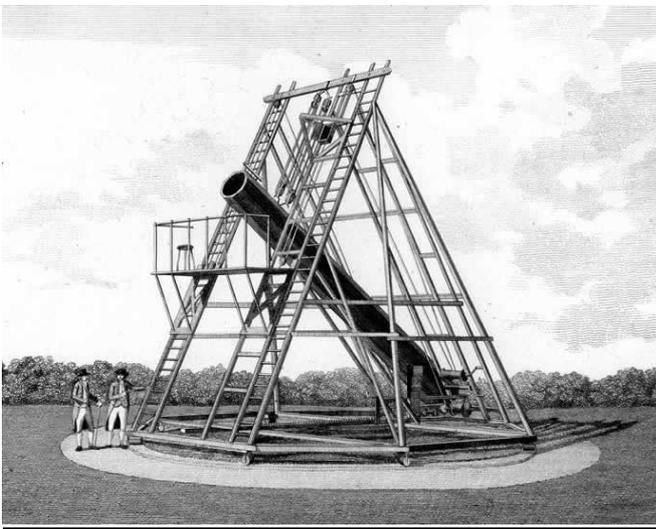


FIGURA 32. Concepção artística da sonda Galileo.

Fonte: Observatório Astronômico Frei Rosário – UFMG (<http://www.observatorio.ufmg.br/dicas09.htm>)



*Telescópio Refletor
Herschel (1789)*

CAPÍTULO 4
DESENVOLVIMENTO DA SESSÃO
DE CÚPULA

DESENVOLVIMENTO DA SESSÃO DE CÚPULA

As principais atividades realizadas Planetários são as chamadas sessões de cúpula, ou sessões de Planetário. Elas se constituem em apresentações realizadas com o uso do projetor de estrelas e de diversos equipamentos auxiliares, que aproximam o público visitante das Ciências, de forma especial da Astronomia.

Para esta pesquisa propomos a elaboração de uma sessão de cúpula voltada para alunos do Ensino Médio, que apresentou como tema principal uma síntese histórica a respeito da criação e evolução dos Telescópios. Procuramos congregiar nessa sessão de cúpula conteúdos básicos de Óptica Geométrica e História dos Telescópios, de modo a estudar sua contribuição para situações de ensino.

Em sua dissertação de mestrado, Martins (2009) explora em poucos parágrafos as etapas de elaboração de uma sessão de cúpula gravada, porém não há na literatura uma proposta detalhada de sistematização da experiência em elaboração de uma sessão de cúpula, que vise uma clareza educacional adequada a alguns pressupostos, tais como o conteúdo escolhido em nosso estudo. Nossas experiências anteriores nos estágios em diversos Planetários do Brasil, bem como nas reuniões anuais da Associação Brasileira de Planetários (ABP), e também referenciais teóricos na área de recursos audiovisuais (PARRA, 1977; ROSA, 2000) deram suporte para que essa apresentação se concretizasse. Neste capítulo, fazemos uma descrição detalhada das etapas de elaboração da sessão de cúpula proposta nesta pesquisa, que são:

- Escolha do tema
- Levantamento bibliográfico
- Criação do roteiro
- Seleção das imagens
- Gravação do áudio
- Organização dos elementos de áudio e vídeo por meio de um software específico
- Adaptação à cúpula
- Apresentação ao público e avaliação da sessão

Convém salientar que há possibilidade de alterações nessa estrutura, até mesmo adição ou subtração de algumas etapas. Isso dependerá de fatores diversos, como a disponibilidade de estúdios de gravação e narradores, a confecção de ilustrações e o modelo do projetor de estrelas, dentre outros.

4.1 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DA SESSÃO

Apresentamos nesse tópico uma descrição das fases que fizeram parte do processo de elaboração da sessão de cúpula proposta nessa pesquisa, desde a escolha do tema até a sua finalização, apontando algumas características e cuidados a tomados em cada uma delas, a partir dos fundamentos identificados nos referenciais estudados.

A determinação do tema a ser contemplado na sessão de cúpula deve ser o primeiro passo para a sua construção. Em função da capacidade do projetor de estrelas de representar a abóbada celeste com seus fenômenos naturais, um dos pontos mais trabalhados nos Planetários se refere aos movimentos dos astros na esfera celeste. Porém, são inúmeros os assuntos e conceitos que podem ser base de uma sessão de cúpula, sendo possível até que vários deles sejam agregados em uma só apresentação, contanto que seja respeitada a faixa etária do público-alvo.

Como o intuito da nossa pesquisa era estudar as possibilidades de um Planetário oferecer situações propícias ao ensino de conceitos físicos, utilizando Física, Astronomia e História da Ciência, decidimos explorar questões relativas aos Telescópios, tendo em vista alguns fatores influenciadores:

- Relação dos princípios de funcionamento dos telescópios com a Óptica estudada no Ensino Médio;
- A importância de uma reflexão histórica sobre a evolução dos telescópios, que torne a Ciência mais acessível aos jovens ao esclarecer que o progresso científico não é linear e correto em todo momento;

- As comemorações do Ano Internacional da Astronomia, celebrando os quatro séculos das primeiras observações telescópicas realizadas e sistematizadas por Galileu Galilei;
- A faixa etária dos participantes da sessão.

Assim, evidenciados os motivos pelos quais escolhemos este tema, seguimos para a próxima etapa da criação dessa sessão, o levantamento bibliográfico.

Da mesma forma que para a pesquisa como um todo é essencial que a base das discussões seja reconhecida dentro da comunidade científica, assim deve ser feito o levantamento bibliográfico que acarretará no texto a ser gravado em fase posterior. Deve-se ter muito cuidado com as fontes de informações, para que nenhum conceito seja apresentado incompleto ou equivocadamente. Para essa pesquisa, utilizamos livros e artigos nacionais e internacionais, selecionados com base nos seus autores e suas aparições na comunidade científica da área.

Realizado o levantamento bibliográfico, foi possível iniciar a etapa de transcrição dos conceitos a serem apresentados em forma de narrativa. Este foi um dos momentos mais delicados do processo, pois o que era complexo precisou ser transformado em algo acessível e compreensível pelo público alvo.

Uma sessão de cúpula deve ser apresentada de acordo com uma linguagem que deve obedecer principalmente padrões de idade, conhecimento e cultura do público visitante. Assim, se a sessão é voltada para o público infantil, o roteiro pode ser apresentado em forma de histórias, contendo personagens e situações que proporcionam maior movimento e interatividade das crianças com os mesmos. Para os jovens e adultos procura-se discorrer uma narração clara, sem muitas formalidades, e cativante. Finalizado o texto, pôde-se pensar no título da sessão.

No caso particular de nossa pesquisa, voltada para adolescentes inseridos no Ensino Médio, procuramos elaborar um texto correto cientificamente, mas que ao mesmo tempo atendesse aos níveis escolar, etário e cultural dos alunos. Como título, sugerimos “Além dos olhos - a Astronomia depois dos Telescópios”.

Os artigos utilizados na pesquisa foram extraídos de periódicos da área ou de áreas afins, como o *International Journal of Science Education e Experimental Astronomy*, entre outros.

Já os livros consultados, como por exemplo *Astronomia & Astrofísica*, dos autores Kepler de Souza e Maria de Fátima Saraiva, o *Manual do Astrônomo*, de Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, *The History of the Telescopes*, de Henry King, entre outros, auxiliaram tanto nas questões relacionadas aos princípios de funcionamento dos telescópios, a história de sua criação e no enriquecimento de detalhes sobre a Astronomia e Física presentes no assunto.

Concomitante à criação do texto, realizamos o levantamento das imagens. Aliando imagens com a narrativa pudemos difundir com mais clareza os conceitos levantados na sessão de cúpula, considerando que o conjunto imagens-narrativa pode criar uma lisibilidade de todo o contexto abordado (NASCIMENTO, 2008).

Levou-se em consideração na seleção das imagens, assim como no caso da linguagem, o público-alvo. De acordo com a Psicologia Genética de Jean Piaget (1978), na etapa operatório-formal o adolescente tem capacidade de raciocinar logicamente, o que lhe permite pensar além da realidade concreta. A visão e interpretação das imagens podem ir além do óbvio, sendo que o adolescente tem capacidade de refletir quais as mensagens inclusas nas mesmas.

No caso da sessão aqui apresentada, as imagens foram obtidas de sites confiáveis e de livre acesso, porém há ainda a possibilidade de criação das mesmas com ajuda de profissionais da área de design gráfico e afins.

A forma de exposição das imagens depende do modelo do projetor de estrelas: no caso dos projetores óptico-mecânicos, podem ser utilizados projetores multimídia ou de slides, já os Planetários digitais trazem consigo uma bagagem de imagens auxiliares, que são utilizadas para gerar sensações de imersão. Como o projetor instalado nas dependências do Planetário de Londrina é um modelo óptico-mecânico, são necessários projetores auxiliares, como multimídias e projetores de slides para a representação das mesmas. Dessa forma, logo que a seleção das imagens foi encerrada, as mesmas foram enviadas para uma empresa especializada na fabricação de slides, na cidade de São Paulo.

Concluída a fase de criação da narrativa, seguiu-se para a gravação do áudio. A Universidade Estadual de Londrina (UEL) possui um estúdio onde está

instalada a Rádio UEL FM, localizada no Centro de Estudos de Comunicação e Artes (CECA). Sendo o Planetário de Londrina um órgão da Universidade Estadual de Londrina, o acesso à rádio foi mais simples. Entramos em contato com a diretoria da rádio, que nos indicou um dos locutores para a gravação do áudio, que prontamente reservou um horário em sua agenda para a execução da mesma. Foram necessárias três gravações até que o resultado esperado fosse obtido.

Tendo em mãos os elementos de áudio e vídeo, seguimos para a fase de agrupamento dos mesmos. Para isso, utilizamos o software para edição de materiais audiovisuais *Adobe Premiere*, que apresenta diversas ferramentas para criação de efeitos de áudio e vídeo. Inicialmente criamos um arquivo no qual constavam todas as informações a respeito dessa edição. O áudio gravado foi importado para a área de trabalho desse aplicativo, por meio da ferramenta *Import file*, que faz parte do ícone *File*, na barra de ferramentas. Esse arquivo foi então inserido na chamada linha do tempo (Timeline), na qual todo o projeto pode ser visualizado seqüencialmente ao longo de uma linha que demarca os instantes em que ocorre cada ação feita (figura 33).

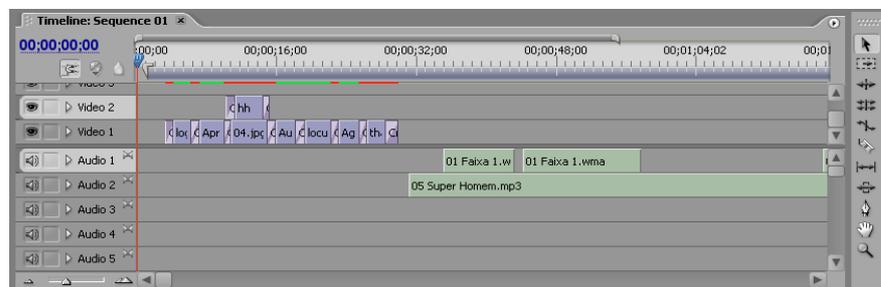


FIGURA 33. Janela “Linha do Tempo” (Time Line).

Fonte: Autora

As ferramentas desse aplicativo, encontradas na área de trabalho, deram suporte para que a seqüência audiovisual fosse elaborada. A janela *Project* (figura 34-a) permitiu importar os arquivos utilizados e visualizá-los ao longo do processo. As paletas *Info*, *History* e *Effect* (figura 34-b), que aparecem no canto inferior esquerdo da tela, foram usadas para complementar o projeto audiovisual, pois fornecem informações sobre a faixa de áudio ou vídeo selecionados, além de efeitos para transições de áudio e vídeo entre outros.

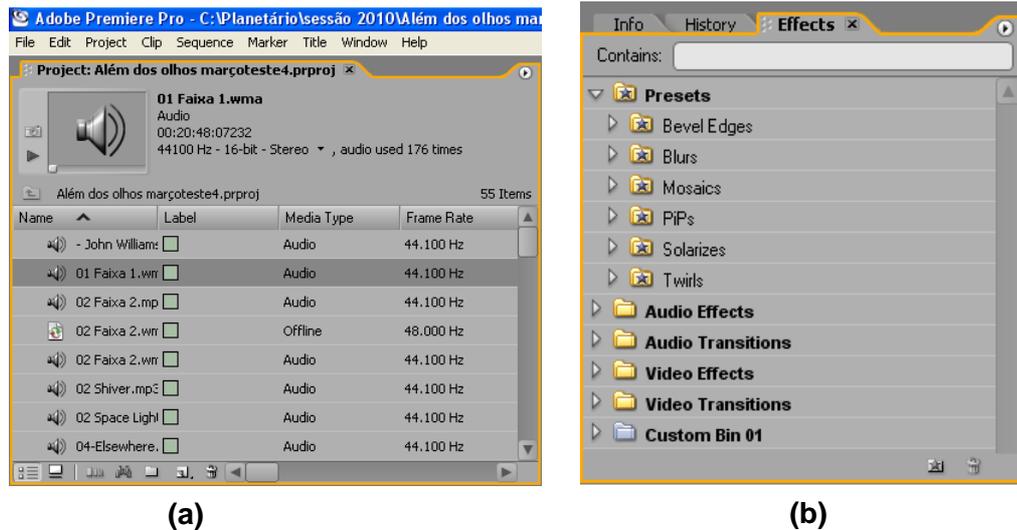


FIGURA 34. a) Janela “Project” e b) Paletas para efeitos de áudio e vídeo.

Fonte: Autora

Os vídeos utilizados na apresentação também puderam ser visualizados ao longo da seqüência por meio da caixa Monitor (figura 35), que permitiu posicioná-los corretamente de acordo com a Linha do Tempo. Tendo em mãos essas ferramentas, o processo evoluiu até sua conclusão. Para a gravação da seqüência final em DVD, os arquivos foram exportados para uma pasta e posteriormente anexados ao DVD, via aplicativo NERO EXPRESS.

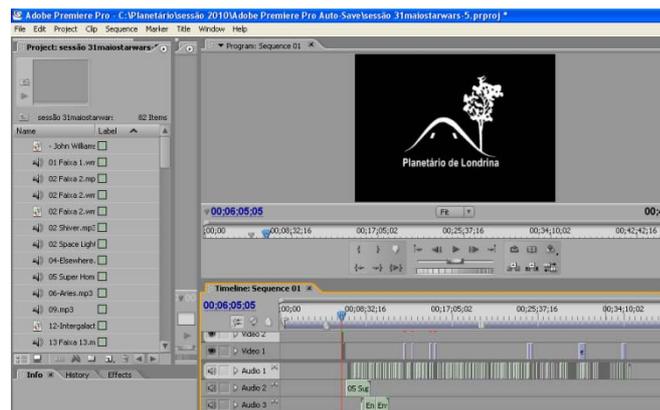


FIGURA 35. Janela “Monitor”.

Fonte: Autora

Finalizadas todas as etapas de desenvolvimento da apresentação, alguns testes e ensaios gerais foram necessários, para que todos os elementos constituintes da sessão (imagens, som, efeitos de luz, posicionamento e uso do

projeto Planetário, etc) estivessem em harmonia, garantindo a qualidade do espetáculo.

Concluídas as fases acima descritas, seguimos para a apresentação da sessão de cúpula ao público. Na sala de projeções dos Planetários (também chamada de cúpula) deve haver uma preparação anterior à sessão, desde o som ambiente, que deve ao mesmo tempo ser agradável e criar uma atmosfera diferenciada, até a iluminação do local, que deve preparar o público para visualizar as projeções. Os visitantes entram no recinto e se acomodam em poltronas levemente reclináveis que lhes garantem uma melhor visualização do teto.

A apresentação dessa sessão de cúpula seguiu um padrão que pudesse garantir a sua qualidade e melhor aproveitamento. Seu início se deu por uma seqüência de manipulações das luzes, reproduzindo-se um efeito de crepúsculo, de modo que a sala ficasse completamente escura, fortalecendo a visualização das estrelas e demais imagens.

Com as estrelas destacadas no teto abobadado da sala, a sessão prosseguiu com a introdução dos conceitos definidos conforme a segunda etapa, ao passo que o projetor de estrelas e seus auxiliares desempenharam suas diversas funções. Finalmente, foram expostas as conclusões sobre o assunto, e com o aumento gradual da iluminação a sala voltou a ser iluminada, encerrando a sessão.

Para manter a interação dos visitantes com o Planetário, reservou-se um intervalo de tempo após o término da sessão para um momento de bate-papo entre o público e os profissionais da área, de modo que eles pudessem expor suas dúvidas e curiosidades.

Ao longo das apresentações é interessante realizar avaliações constantes das mesmas. Essas avaliações podem apontar a necessidade de alterações na estrutura das sessões, melhorando sua qualidade. Na literatura são indicados questionários e entrevistas como formas de avaliação, que são amplamente utilizadas em ambientes não-formais. Os questionários aplicados após a sessão por nós proposta possuíam perguntas de cunho pessoal sobre a atividade, o que nos auxiliou na avaliação da mesma.

4.2 O LOCAL ESCOLHIDO PARA A INVESTIGAÇÃO: O PLANETÁRIO DE LONDRINA

O Planetário de Londrina (figura 36) foi idealizado pelo professor do Departamento de Física na época, Cleiton Lattari, e concretizado em 2007, com verba VITAE, com projeto de autoria da docente do Departamento de Física, Dra. Rute Helena Trevisan. É um projeto de extensão da Universidade Estadual de Londrina, sob coordenação atual do Professor Dr. Gilberto Carlos Sanzovo.

A inauguração do prédio, localizado na Rua Benjamin Constant, número 800, centro da cidade, ocorreu no dia 01 de Junho de 2007, e desde então o atendimento às escolas, demais entidades e à população em geral não cessou.



FIGURA 36. O prédio onde se localiza o Planetário de Londrina.

Fonte: Newton Cesar Florencio

A equipe que atua no Planetário de Londrina é formada por uma planetarista, graduada em Física, uma técnica de assuntos administrativos e estagiários das áreas da Física, Química, Geografia e Design Gráfico.

O equipamento adquirido para este ambiente (figura 37), com apoio da Fundação *Vitae*, é um projetor modelo BS 3200a, da empresa italiana Gambato – *Costruzione per Astronomia*. Este projetor é um aparelho óptico-mecânico, formado por uma esfera central que contém diversos furos que representam as estrelas no teto abobadado. O modelo BS 3200a também possui um cilindro com pequenos led's que projetam os discos solar, lunar e dos planetas visíveis a olho nu, e terminações dispostas ao longo do eixo horizontal que realizam os fenômenos de aurora, crepúsculo e nuvens, além da Via Láctea.



FIGURA 37. O Projetor.

Fonte: Acervo do Planetário de Londrina

Os movimentos e efeitos desse projetor de estrelas são monitorados mecanicamente pelo operador (ou planetarista) por meio de uma bancada que contém todos os botões e circuitos necessários para esses fins. Desse modo, o planetarista necessita estar presente ao longo de toda a sessão, para articular o uso do projetor com os auxiliares (projetores multimídia, projetores de slides, etc.) e o som ambiente.

Especificamente, a cúpula do Planetário de Londrina, ou seja, a sala onde está instalado o projetor Planetário e, conseqüentemente ocorrem as sessões, possui um teto semi-esférico com acabamento em gesso e 44 poltronas posicionadas em duas fileiras circulares ao redor do projetor Gambato. As poltronas apresentam uma leve inclinação para que o visitante possa visualizar com maior conforto e facilidade as reproduções no teto. Foi construída uma sanca que mantém escondidas dezenas de lâmpadas em sistema *RGB* para os efeitos de aurora, crepúsculo ou outros de acordo com o gênero da sessão. Aproveitando o formato da sanca desenvolvemos, com auxílio de uma geógrafa, o horizonte da cidade de Londrina, especificando seus principais pontos, tendo como centro de referência o prédio do Planetário.

O entorno do prédio do Planetário de Londrina segue a estrutura física circular da cúpula, e possui painéis expositivos e maquetes, os quais os visitantes podem interagir antes ou após as sessões.

4.3 STORYBOARD DA SESSÃO DESENVOLVIDA

Para uma melhor visualização das ações a serem realizadas ao longo da sessão, elaboramos um *Storyboard*, ou seja, um tipo de guia no qual eram descritos fragmentos do texto juntamente com as imagens e ações correspondentes.

Ele foi elaborado com base nos roteiros organizados em alguns planetários brasileiros, e se constitui de um quadro formado por quatro colunas: a primeira delas organiza o roteiro em partes (utilizando-se números em ordem crescente) que facilitam a visualização de trechos da narrativa, a segunda apresenta as imagens relacionadas a cada trecho da narração, a terceira indica as ações a serem realizadas ao longo da sessão, ou seja, as iniciativas a serem tomadas pelo apresentador da sessão, e finalmente a quarta coluna é reservada à narrativa. Antes de apresentar o storyboard, acreditamos ser necessário esclarecer alguns termos utilizados para descrever as ações, ou seja, os procedimentos a serem realizados em cada etapa da narração:

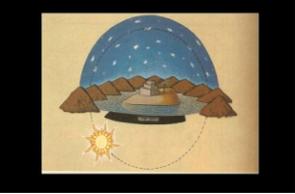
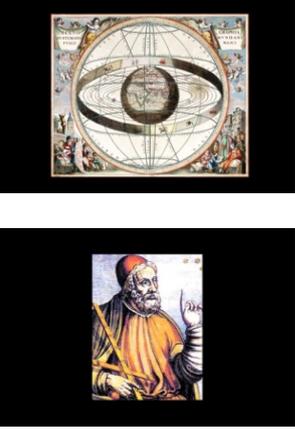
- *Luzes da sala.* Como descrito anteriormente, ao redor da cúpula foram instaladas dezenas de lâmpadas nos padrões de cores RGB (Red, Green, Blue), que permitem a realização de efeitos de aurora, crepúsculo, entre outros. Elas foram utilizadas nessa sessão para criar um ambiente confortável aos visitantes e para a acomodação visual dos mesmos, para que pudessem visualizar o maior número de estrelas possível;
- *Céu estrelado e Fundo de estrelas.* O projetor de estrelas (ou seja, o projetor Planetário) foi utilizado para representar o céu noturno, que serviu de fundo para as imagens no decorrer da sessão.
- *Apontamentos com laser.* Para que o público ficasse a par de todos os detalhes apresentados na sessão, utilizamos apontadores laser que indicavam a região da cúpula a qual as atenções deveriam ser voltadas;
- *Movimento do Projetor Planetário.* Além de representar a esfera celeste, o projetor Planetário realiza alguns movimentos, como o de rotação terrestre (ou movimento aparente das estrelas, Lua e Sol), mais utilizado nas sessões para transmitir uma sensação mais dinâmica das imagens;

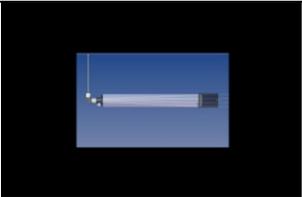
- *Projeção da Lua e de Chuva de Meteoros.* Além do projetor de estrelas, utilizamos projetores auxiliares, como os de representação do disco lunar e de chuva de meteoros;

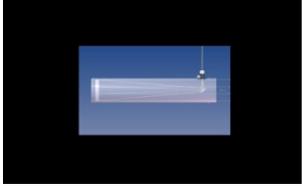
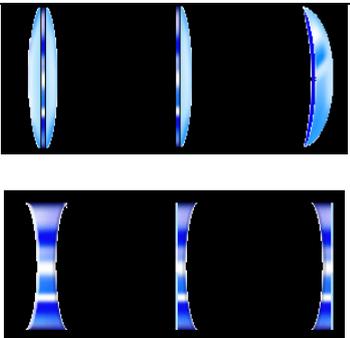
- *Movimentação das imagens.* Também foram necessários os projetores de slides, em um total de três, além de dois projetores multimídia e os já citados acima. Dois dos projetores de slides estavam posicionados no interior da bancada central da cúpula (onde se acomoda o projetor de estrelas), destacando as imagens, de forma fixa, nas direções leste e oeste da sala. O terceiro deles foi instalado na bancada dos planetaristas e possuía um controle do tipo joystick que nos permitia movimentar imagens.

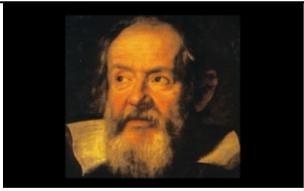
QUADRO 02. Storyboard da Sessão.

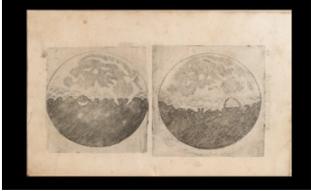
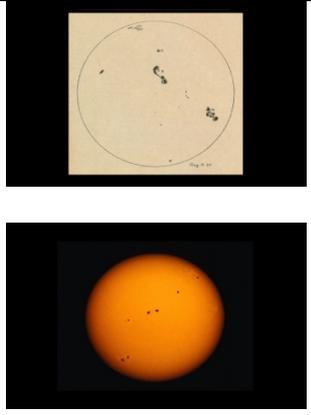
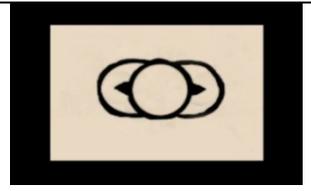
N°	Imagem	Ação ou procedimento	Narração
01	Não há imagem	Luzes da sala Música ambiente	
02	Abertura da Sessão	Luzes da sala na cor azul	
03	Não há imagem	A sala vai ficando escura e as estrelas vão aparecendo	Os encantos, regularidades e mistérios do céu sempre foram alvo da atenção humana. Quando olhamos para o alto em uma noite limpa e sem o brilho da Lua vemos milhares de pontos cintilando que parecem pequeninos e distantes.
04	Não há imagem	Céu estrelado Aponta Alfa Centauri com laser	Hoje sabemos que esses pontinhos, as estrelas, são enormes bolas de Hidrogênio e Hélio, tão distantes de nós que sua luz pode levar milhares de anos para chegar aos nossos olhos. Para se ter uma noção de suas distâncias, a estrela Alfa Centauri, a segunda mais próxima da Terra, fica a 40 trilhões de quilômetros daqui. Com a tecnologia que possuímos hoje é impossível chegar até lá.

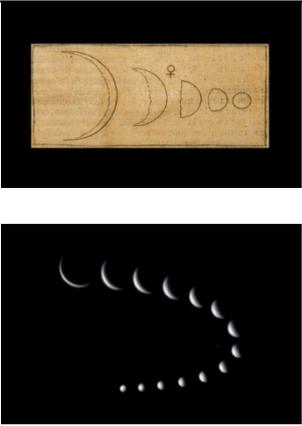
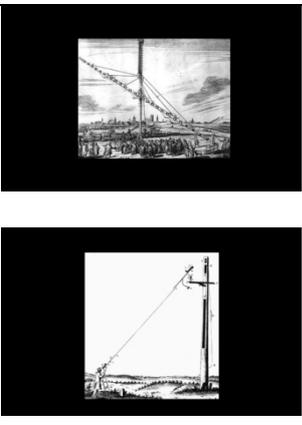
05	Não há imagem	Céu estrelado	Os conhecimentos que temos hoje sobre o nosso Universo já nos revelaram muitas coisas, mas nem sempre foi assim. A Astronomia, a mais antiga das ciências, surgiu a milhares de anos atrás e foi evoluindo até o que conhecemos agora. Foram muitas as descobertas sobre os astros, mas também houve muitos enganos.
06		Fundo de estrelas	A começar pelas formas de compreender o mundo em que vivemos. Os Babilônios, povo que viveu entre os séculos V e I a.C., na antiga Mesopotâmia, acreditavam que o mundo era um imenso barco virado ao contrário, que flutuava em um oceano. A Babilônia ficava na parte de cima do barco e os mortos na parte de baixo.
07		Fundo de estrelas	Os egípcios por sua vez, imaginavam um mundo retangular, com o rio Nilo bem ao meio dessa caixa, e o céu era a morada dos deuses, que seguravam com as próprias mãos as estrelas durante a noite.
08		Fundo de estrelas	Por muito tempo se acreditou que a Terra era o centro do Universo, e que os demais astros giravam ao redor dela. Essa teoria, conhecida como Geocêntrica, foi proposta por Ptolomeu no século II.
09	Não há imagem	Movimento diurno do Projetor Planetário	Aqui no planetário fica fácil entender porque eles pensavam assim. Se ficarmos olhando para o céu a noite toda veremos que as estrelas parecem caminhar de leste para oeste. Esse movimento é chamado aparente, porque quem realmente está se movendo é a Terra, de oeste para leste.

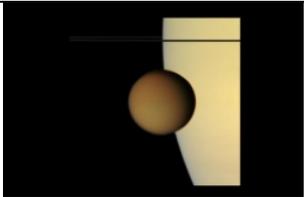
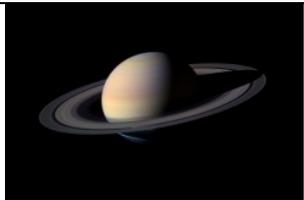
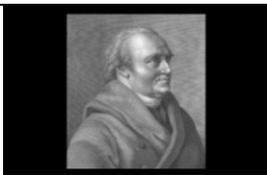
10	 	Fundo de estrelas	Nicolau Copérnico acreditava que era o Sol que estava no centro do Universo, não a Terra, mas ele não teve sucesso em provar sua teoria.
11		Fundo de estrelas	Galileu Galilei, matemático e astrônomo italiano, nasceu em 1564 em Pisa, reuniu provas observacionais a favor da Teoria de Copérnico, chamada de Heliocêntrica, usando um instrumento que a pouco tinha sido construído: o telescópio. Vamos conhecer um pouco da história desse equipamento que abriu as janelas para o Universo, e proporcionou ao homem descobrir muito mais sobre o cosmos.
12	 	Fundo de estrelas	Os telescópios são instrumentos ópticos, que usam lentes ou espelhos para ampliar objetos distantes e difíceis de ver a olho nu. Atualmente existem os telescópios refratores e os refletores. É muito simples entender como eles funcionam se conhecermos alguns fenômenos da óptica, como a refração e a reflexão.
13		Fundo de estrelas Aponta com o laser o caminho da luz pelo telescópio	A refração é o desvio da luz quando ela passa por um meio diferente do qual se originou. Esse desvio acontece porque ao passar por um meio diferente sua velocidade muda. No caso dos telescópios refratores, a luz vinda de um astro passa por uma lente chamada objetiva, e é desviada, convergindo até o foco. Logo atrás do foco é colocada outra lente, chamada ocular, que amplia a imagem.

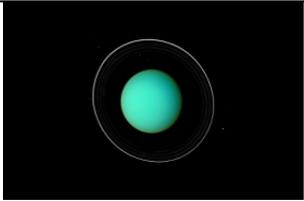
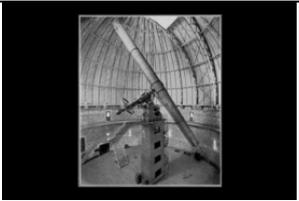
14		<p>Fundo de estrelas</p> <p>Aponta com o laser o caminho da luz pelo telescópio</p>	<p>A reflexão acontece quando a luz incide em um objeto ou superfície e é rebatida de volta ao meio de onde ela veio. Os telescópios refletores funcionam por esse princípio. No lugar da lente objetiva é colocado um espelho, que reflete a luz do objeto.</p>
15	<p>Não há imagem</p>	<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Ao contrário do que muitos pensam, os telescópios não foram criados por acidente, mas surgiram com o resultado de melhoras da qualidade das lentes de óculos.</p>
16		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>As primeiras lentes provavelmente foram criadas pelos fenícios, a mais de 3000 anos antes de Cristo, e eram feitas com a mistura de nitrato de sódio e areia.</p> <p>Depois disso muita gente começou a construí-las, como os chineses e europeus, descobrindo que elas podiam ajudar na melhora da visão.</p>
17		<p>Fundo de estrelas</p> <p>Aponta com laser o caminho da luz através da lente</p>	<p>As lentes são classificadas em convergentes e divergentes, em relação à sua ação sobre a luz que as atravessa. No caso das lentes convergentes, a luz ao passar por elas converge para um ponto chamado foco. Existem três tipos de lentes convergentes: as biconvexas, plano-convexas e as côncavo-convexas.</p> <p>Já para as lentes divergentes, não há um local de convergência dos feixes de luz. Da mesma forma que no caso anterior, existem as lentes divergentes bi-côncavas, plano-côncavas, e convexo-côncavas.</p>
18		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Entre os séculos XI e XII surgiram os primeiros óculos, o que impulsionou a criação das lunetas, já que era só uma questão de tempo para que se compreendesse que as lentes podiam fazer muito mais.</p>

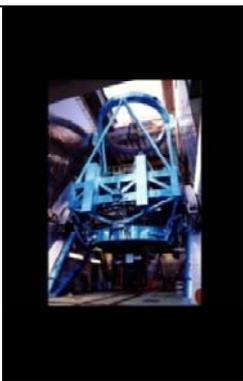
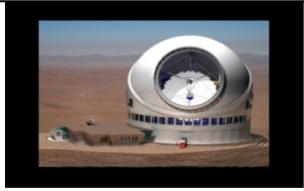
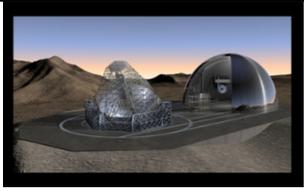
19		Fundo de estrelas	<p>Hans Lippershey, que viveu no século XV, pode ter sido um dos inventores da primeira luneta. Existem alguns relatos de que ele, ao colocar duas lentes convexas frente a frente e olhar através delas, viu o sino da catedral da cidade ampliado, e logo criou um instrumento em que as lentes eram colocadas em um tubo. Não se sabe se esta história é verdadeira, mas Lippershey é considerado um dos possíveis inventores da luneta. Isso porque outro nome é citado: Zacharias Jansen. Lippershey e Jansen lutaram para obter a patente do instrumento, mas como este era de fácil construção e muitas outras lunetas surgiram logo após a aparição da primeira, nenhum deles recebeu o título desejado.</p>
20		Fundo de estrelas	<p>Quando Lippershey apresentou o instrumento aos soldados, o país estava envolvido com a Guerra dos 80 anos com a Espanha. Logo perceberam que com as lunetas era possível visualizar os inimigos a distâncias mais longas, proporcionando aos soldados se prepararem para o ataque. Assim, uma das primeiras utilidades das lunetas foi para fins militares.</p>
21		Fundo de estrelas	<p>Após essa primeira aparição, a notícia da criação das lunetas se espalhou por toda a Europa, e em 1608 ela chegou aos ouvidos de Galileu Galilei, na Itália.</p>
22		Fundo de estrelas	<p>Logo ele criou seu próprio instrumento, chamado <i>Perspicillum</i>, do latim: pequeno telescópio. Ele fabricou um grande número de lunetas, usando lentes convergentes como objetivas e lentes divergentes como oculares.</p>

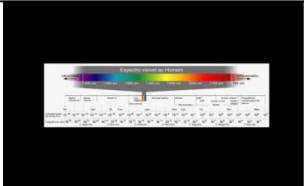
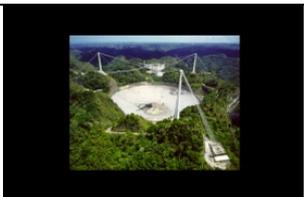
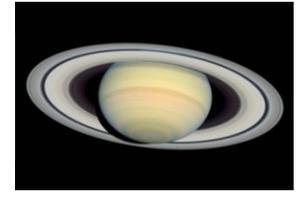
23		<p>Fundo de estrelas</p> <p>Projeção da Lua (do Planetário)</p> <p>Projeção chuva de meteoros do Planetário</p>	<p>Com sua luneta Galileu descobriu que a Lua tinha várias crateras.</p> <p>Ele não sabia, mas essas crateras eram resultados de grandes choques de rochas vindas de regiões próximas no espaço, chamadas meteoros, sobre a superfície lunar.</p>
24		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Viu também que o Sol apresentava manchas em sua superfície, que são formadas por causa do campo magnético do Sol entrando em contato com a fotosfera solar, que é a parte da estrela que podemos ver.</p>
25	<p>Via Láctea do Planetário</p>	<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Também constatou que a Via Láctea, a nossa Galáxia, era formada por bilhões de estrelas que não podiam ser vistas a olho nu,</p>
26		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>e que o planeta Saturno apresentava pequenas “orelhas” ao seu lado, que ele não soube explicar o que realmente eram.</p>
27		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Em 1610 Galileu apontou seu telescópio para o céu e descobriu quatro pequenos pontos próximos a Júpiter, o maior planeta do Sistema Solar. Durante dias de observações, ele percebeu que estes pontos mudavam de posição, e concluiu que os mesmos estavam girando ao redor de Júpiter, assim como a Lua girava ao redor da Terra.</p>

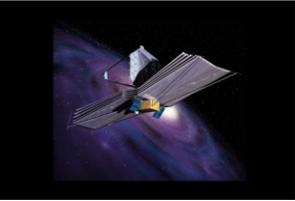
28		<p>Fundo de estrelas</p> <p>Indica com laser cada lua galileana</p>	<p>Esses quatro satélites são conhecidos como luas Galileanas. Seus nomes são: Io, Europa, Ganímedes e Calisto. Com a evolução da ciência nos séculos seguintes foi possível verificar a presença de mais de 60 satélites naturais girando ao redor de Júpiter, sendo o planeta com o maior número deles.</p>
29		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Outro fenômeno interessante que Galileu observou com seu telescópio foi que Vênus apresentava fases, assim como a nossa Lua. A única explicação para isso era que este planeta girava ao redor do Sol e, não possuindo luz própria, refletia os raios solares que chegavam na sua superfície.</p>
30		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Galileu relatou grande parte de suas observações na obra chamada Mensageiro das Estrelas, publicada em 1610. Como Galileu acreditava na teoria de Copérnico, ele foi julgado pela Inquisição e obrigado a negar que era o Sol que estava no centro do Universo. Ele foi condenado a viver em uma simples casa na cidade de Arcetri, na Itália, até a sua morte em 1642.</p>
31		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>A vontade de enxergar mais longe fez com que lunetas cada vez maiores fossem surgindo. Como as lentes de tamanhos maiores tinham tendência a envergarem, começaram a ser criadas lunetas aéreas, ou sem tubo, sendo que a objetiva ficava em um suporte em cima de altos mastros e a ocular na altura do observador, que tinha a tarefa de encontrar o foco manualmente. Mas parece que essa não foi uma boa idéia, já que os mastros onde ficavam as objetivas eram tão altos que qualquer tipo de tremor ou ventania afetava o resultado das observações.</p>

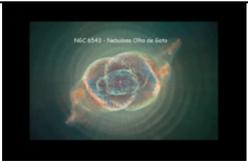
32		Fundo de estrelas	Christiaan Huygens, que viveu no século XVII chegou a criar várias lunetas sem tubos, mas foi com um de seus menores instrumentos que ele fez grandes descobertas.
33		Fundo de estrelas	Em 1655, observando Saturno, ele descobriu Titã, a maior lua desse planeta.
34		Fundo de estrelas	Dois anos depois, Huygens identificou as famosas “orelhas” ao redor de Saturno, que Galileu havia detectado, e descobriu que elas eram parte de um anel que girava ao redor do planeta. Hoje sabemos que existem milhares de anéis girando ao redor de Saturno e que são feitos de pequenas rochas congeladas.
35	Não há imagem	Fundo de estrelas	Mais tarde, ainda no século XVII, a tendência a ser seguida era que os telescópios tivessem aumentos cada vez maiores, e como as lentes não podiam ser usadas para esses fins, elas foram substituídas por espelhos côncavos, ou seja, espelhos onde a superfície que recebe a luz que os objetos refletem é a interna. O primeiro telescópio refletor foi desenvolvido pelo italiano Nicolò Zucchi, e logo foi aperfeiçoado por Isaac Newton.
36	 	Fundo de estrelas	<p>O músico William Herschel foi quem mais construiu telescópios refletores, sendo que o maior deles tinha um espelho de mais de 1 metro de diâmetro. O telescópio era tão grande que quatro homens eram necessários para movimentá-lo.</p> <p>Em uma de suas observações, em 1781, Herschel descobriu o planeta Urano.</p>

37		<p>Fundo de estrelas</p> <p>Movimenta a imagem do planeta</p>	<p>Urano é um planeta gigante e gasoso. Ele possui anéis e dezenas de luas, sendo Miranda a mais conhecida delas. Este planeta demora 84 anos terrestres para dar uma volta ao redor do Sol e seu dia dura 17 horas e 52 minutos terrestres.</p>
38		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Os telescópios refratores não saíram de cena de uma hora para outra, sendo que o último deles foi construído em Chicago, no observatório de Yerkes, em 1897. Ele possuía uma pequena lente, mas em compensação um tubo de 18 metros. A partir de então os investimentos eram voltados para os refletores, construídos em locais altos onde o céu era mais limpo.</p>
39		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Na Califórnia, no começo do século XX, foi criado o observatório de Monte Wilson, que possuía dois grandes telescópios.</p>
40		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Foi com um desses que Edwin Hubble realizou uma das grandes descobertas da cosmologia: o universo está se expandindo. Ele conseguiu comprovar isso ao observar que galáxias muito distantes da nossa estavam se afastando umas das outras, sendo que quanto mais distantes, mais rápido elas se moviam para longe.</p>
41		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Em 1948 foi inaugurado um telescópio, no Monte Palomar, Califórnia, considerado o mais importante de todos por muito tempo. Este instrumento proporcionou que conhecêssemos maravilhosos astros e fenômenos celestes com muito mais qualidade.</p>

42		Fundo de estrelas	Existem muitos outros telescópios gigantes em vários países. Entre os mais conhecidos estão os gêmeos Keck,
43		Fundo de estrelas	os Gemini Norte e Sul,
44		Fundo de estrelas	o VLT, sigla americana para Telescópio Muito Grande,
45		Fundo de estrelas	e o japonês Subaru, entre outros.
46		Fundo de estrelas	E muitos outros estão sendo projetados, como o Telescópio de 30 metros
47		Fundo de estrelas	e o OWL, sigla americana da frase "arrasadoramente grande", cujo espelho terá 100 metros de diâmetro!

48		<p>Fundo de estrelas</p> <p>Indica com laser cada uma das radiações, conforme a narração</p>	<p>A luz visível, ou seja, aquela que enxergamos, é um tipo de radiação eletromagnética, porque se propaga no espaço em forma de campos elétricos e magnéticos. Os comprimentos de onda da luz visível vão desde a cor violeta até o vermelho.</p> <p>Existem vários tipos de radiações eletromagnéticas, e o conjunto de todas elas é chamado de espectro eletromagnético, que vai desde as ondas de rádio até os raios gama. Hoje existem telescópios que enxergam em praticamente todas as faixas do espectro eletromagnético. Um exemplo são os radiotelescópios.</p>
49		<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Os radiotelescópios funcionam quase da mesma forma que os telescópios ópticos, só que ao invés de um espelho ou lente, usam antenas para captar sinais de rádio emitidos pelos astros. Então esses sinais são recebidos por um coletor e transformados para se obter as imagens.</p> <p>O maior radiotelescópio do mundo é o de Arecibo, que fica em Porto Rico e tem 300 metros de diâmetro.</p>
50	  	<p>Fundo de estrelas</p>	<p>Se a tecnologia já foi capaz de enviar o homem à Lua, porque não mandar um telescópio para o espaço? Seria isso possível? Em 1990, isso se tornou realidade. O telescópio Hubble tem revelado fantásticas imagens de planetas, galáxias, e muito mais do que se esperava, o que tem contribuído enormemente para a ciência de maneira geral. Existem vários instrumentos acoplados ao Telescópio Hubble, que lhe permite obter imagens no ultravioleta e no infravermelho, além da luz visível.</p> <p>Ele, porém, já está ficando velho, e logo terá que ser desativado e substituído por outro instrumento mais avançado.</p>

51		Fundo de estrelas	Um projeto que está em andamento é o do Telescópio James Webb, que deve começar suas atividades em 2014.
52		Fundo de estrelas	<p>Graças aos telescópios estamos enxergando cada vez mais longe no Universo. Desde as primeiras observações realizadas por Galileu no século XVI até os dias de hoje muito nos foi revelado. Descobrimos que nosso Universo não se resume ao nosso Sistema Solar, mas sua grandeza supera nossa capacidade de compreensão; conhecemos astros e fenômenos que até então nunca tinham sido vistos, como as nebulosas e galáxias distantes. O progresso da tecnologia tem proporcionado que telescópios cada vez mais eficientes sejam construídos, que ultrapassam os limites do visível chegando às frequências do rádio, infravermelho, ultravioleta e raios X.</p> <p>Tudo isso se resume ao pensamento de René Descartes: “tendo expandido nossa visão para muito além da imaginação de nossos antepassados, esses maravilhosos instrumentos, os telescópios, abrem uma via de entendimento mais profundo e mais detalhado da natureza.</p>
53		Fundo de estrelas	
54		Fundo de estrelas	
55		Fundo de estrelas	

56		Fundo de estrelas	
57		Fundo de estrelas	
58		Fundo de estrelas	
59		Fundo de estrelas	
60		Fundo de estrelas	
61		Fundo de estrelas	
62		Fundo de estrelas	
63		Fundo de estrelas	
64		Sala vai ficando clara	

4.4 MODIFICAÇÕES FEITAS NA SESSÃO

Durante a aplicação da sessão de cúpula às turmas selecionadas e também durante a análise dos dados coletados para essa pesquisa, notamos que a estrutura da sessão de cúpula necessitava de algumas mudanças, tanto em sua estrutura quanto na forma de apresentar os conceitos científicos.

Apresentamos a seguir alguns pontos levantados que foram revistos, e para isso utilizaremos um quadro, no qual a coluna da esquerda indica o número correspondente do trecho da sessão a ser alterado e na coluna da direita as modificações feitas.

QUADRO 03. Modificações feitas na Sessão.

Nº	SUGESTÃO
04	Acreditamos que os alunos têm dificuldade em abstrair uma distância tão significativa (40 trilhões de quilômetros). Dessa forma, propomos uma comparação entre objetos e distâncias mais familiares, por exemplo, a distância Terra-Lua (aproximadamente 384 mil quilômetros). Acrescentaremos, dessa forma, uma frase à narração fazendo uma analogia entre a distância Terra-Lua e a distância Terra-Alfa Centauri.
05	Quando realizamos uma síntese histórica, devemos nos atentar às palavras que usamos para não dar um sentido contrário ao qual estamos nos referindo. Isso ocorreu no final da narrativa do item 05, em que se diz que houve muitas descobertas sobre os astros, mas também muitos “enganos”. Ao invés disso, usaremos a expressão “concepções alternativas à nossa”.
06, 07, 08 e 10	Notamos que as imagens dos modelos cosmológicos antigos ficaram um pouco pequenas para serem vistas por pouco tempo. Assim, apresentamos duas alternativas: a troca por imagens maiores ou um maior tempo de exposição das mesmas, com uma descrição dos seus detalhes.

09	O trecho em que se aborda o movimento aparente dos astros na esfera celeste pode ser alterado, explicando melhor a questão do movimento da Terra.
10	Dizer que Copérnico não teve “sucesso” em provar sua teoria é uma forma de análise de valor. Isso deve ser revisto, bem como o fato de que não se atribui somente a Copérnico a proposição do modelo heliocêntrico.
12	Apesar de os conceitos da Óptica nos auxiliarem a entender como os telescópios funcionam, dizer que “ <i>é muito simples entender</i> ” como os telescópios funcionam é uma generalização incorreta. Essa frase necessita de alterações, bem como as explicações sobre Refração e Reflexão e suas conexões com o princípio de funcionamento dos telescópios (que seguem nos itens 13 e 14).
14	Ao invés da palavra “ <i>rebatida</i> ”, usar “ <i>refletida</i> ”.
17	Se não houver uma conexão entre os tipos de lentes e sua aplicação nos telescópios, não há necessidade da narrativa do item 17.
18	O termo “ <i>questão de tempo</i> ”, usado nesse trecho da narrativa, deixa a mesma vaga, não houve uma estipulação de tempo. Deve-se fazer uma reformulação da frase.
21	Sugerimos uma explicação sobre a luneta desenvolvida por Galileu, mostrando o esquema das lentes usadas.
22, 23, 24 e 25	Talvez seja mais interessante apresentar nesses itens somente os desenhos feitos por Galileu para demonstrar os fenômenos por ele observados. A ideia de mostrar o desenho e a imagem real parece confundir o público.

30	A palavra “ <i>envergar</i> ” foi mal empregada, já que o vidro não sofre esse tipo de defeito. A explicação para a substituição das lunetas até então usadas pelas lunetas aéreas necessita de modificação.
34	Faltaram imagens de espelhos côncavos e uma explicação sobre a reflexão dos raios de luz por eles.
35	Detalhar mais sobre a primeira observação do planeta Urano, feita por William Herschel.
39	Nesse trecho narra-se que Edwin Hubble “ <i>descobriu</i> ” a expansão do Universo. Essa informação está equivocada, portanto, deve ser retirada do texto e corrigida por informações corretas.
41, 42, 43, 44, 45 e 46	Nesses itens mostramos alguns dos mais importantes telescópios atuais, mas não foram especificadas as nacionalidades dos mesmos. Acrescentaremos essas informações para situar o público.
47	A imagem do espectro eletromagnético ficou pequena, dificultando a observação de detalhes na mesma, como os comprimentos de onda. Ela precisa ser substituída por uma mais visível. Também o texto que explica o que é o espectro eletromagnético precisa de uma reformulação para que fique mais simples de ser compreendido.
51	Para finalizar a apresentação acreditamos ser interessante fazer uma comparação dos desenhos feitos por Galileu e imagens atuais de fenômenos e astros celestes, como as crateras da Lua, os anéis de Saturno, etc., para mostrar que se iniciava uma nova etapa na compreensão do Universo e que atualmente dispomos de tecnologia que vem se aperfeiçoando ao longo dos séculos.

Além das sugestões acima apresentadas, optamos por realizar uma pequena modificação do texto para conectar melhor os assuntos abordados, diminuir a quantidade de informações e também para dinamizar a sessão. Dessa forma, buscamos utilizar por mais tempo os recursos do Planetário e também adotar uma linguagem mais coloquial, próxima da comunicação cotidiana dos alunos.



*Telescópio Refrator
Yerkes (1895)*

CAPÍTULO 5
APRESENTAÇÃO DOS DADOS E
ANÁLISE

APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE

No presente capítulo, fazemos uma análise dos dados obtidos por meio dos questionários respondidos pelos alunos participantes da atividade proposta. Para melhor compreensão dos mesmos, utilizamos como aporte os referenciais da Análise Textual Discursiva.

Faremos uma descrição de cada atividade desenvolvida, bem como dos indivíduos participantes, para então seguir com o processo de análise dos dados propriamente dito.

5.1 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E DOS INDIVÍDUOS PARTICIPANTES

A primeira atividade foi realizada com os estudantes do Ensino de Jovens e Adultos (EJA), no dia 16 de Junho de 2010 (Quarta-Feira) às 19h e 30min. Houve um número de 30 alunos e uma professora de Geografia.

Como a grande parte dos estudantes trabalha durante o dia, eles combinaram de se reunir no Planetário. Conforme chegavam, os alunos eram convidados a entrar em uma fila para observar Saturno ao telescópio. Essa atividade foi realizada antes da sessão porque eles ainda visitariam o Museu Histórico de Londrina, que fica ao lado do Planetário. Após a observação de Saturno, os estudantes adentraram na sala de projeção para participarem da segunda etapa da atividade proposta: a sessão. Antes de iniciá-la, apresentamos aos estudantes os objetivos da pesquisa, para que ficassem a par do estudo do qual fariam parte. Terminada a apresentação, expusemos algumas conclusões e cedemos alguns minutos para que os estudantes explicitassem suas opiniões a respeito da sessão e/ou dúvidas que porventura tivessem surgido. Os alunos não tiveram medo de expressar suas emoções. Muitos elogiaram o trabalho, e acrescentaram que há muito não participavam de algo tão bonito. Alguns deram sugestões, tais como diminuir a claridade de alguns slides e o som. Outros estudantes apresentaram dúvidas e curiosidades a respeito de fenômenos e corpos celestes. As perguntas feitas ao final da apresentação:

- ✓ O que é nebulosa?
- ✓ O que é estrela cadente?
- ✓ O que é uma estrela?
- ✓ Se a estrela morre a constelação fica sem estrela?
- ✓ Já viram uma explosão de estrela?
- ✓ O que é um Planetário?
- ✓ O que é satélite e o que é um telescópio espacial?
Qual a diferença entre eles?

A segunda aplicação foi realizada no dia 08 de Julho de 2010, às 08:30h, com alunos de uma escola da Rede Estadual de Ensino, da cidade de Londrina. 40 alunos participaram da atividade, acompanhados por dois professores (Física e Geografia). Os alunos chegaram ao Planetário e foram recebidos pelos estagiários, que orientaram os mesmos, pois era a primeira vez que visitavam esse ambiente. Os estudantes adentraram a sala, fazendo comentários tanto pelos corredores que tem várias imagens de astros e fenômenos celestes, quanto na sala de projeção que tem iluminação, cadeiras e todo o entorno diferenciados. Seguimos a mesma rotina da turma anterior, em que inicialmente eram explicitados os objetivos da pesquisa e em seguida a sessão era apresentada. Ao término, os alunos se mostraram um pouco tímidos, mas alguns declararam que adoraram a sessão. Em seguida fizemos uma breve discussão a respeito dos telescópios refratores e refletores e observamos uma bandeira do Brasil que estava no topo de um prédio. No início ninguém queria observar, por timidez, mas depois que um aluno se prontificou a observar os outros também foram. A pedagoga da escola, em conversa posterior, relatou que os alunos voltaram eufóricos para a escola, dizendo que gostaram muito da experiência.

No dia 12 de Julho de 2010 (Segunda-Feira) às 08h e 30min, tivemos a terceira aplicação, realizada com alunos de uma escola pertencente à Rede Estadual de Ensino, situada na cidade de Ibiporã (PR). Essa escola foi selecionada para a pesquisa pelo grande número de visitas anteriores ao Planetário,

o que facilitou a comunicação entre a pesquisadora e a professora responsável. Ao todo, participaram da atividade 45 alunos (dos 2º e 3º Anos do Ensino Médio) e de duas professoras (uma de Química e uma de Geografia). Os estudantes chegaram ao Planetário e logo adentraram na cúpula. Iniciamos uma conversa com os mesmos, explicando os objetivos da pesquisa. A sessão de cúpula foi apresentada sem problemas técnicos (tais como queima de alguma lâmpada, problemas com os aparelhos de áudio e vídeo, entre outros), e os alunos ficaram em silêncio. Ao término da sessão, não houve questionamentos de nenhuma natureza por parte dos alunos, o que levou à próxima fase da atividade, a observação com telescópios refratores e refletores. Houve uma nova discussão, informal (um bate-papo), sobre o princípio de funcionamento dos dois equipamentos e os alunos foram incentivados a encontrar sozinhos a bandeira Nacional que estava no topo de um prédio, após algumas orientações de como proceder. Todos os que estavam presentes observaram a bandeira com os dois telescópios e em seguida procuraram outros locais para observar. A maior parte dos estudantes ficou entusiasmada, especialmente por conseguirem encontrar os objetos sozinhos. Encerradas as observações, os alunos responderam ao questionário pós-atividade e retornaram para sua cidade. Alguns deles mostraram interesse em adquirir um telescópio e em realizar observações noturnas, o que indica que a atividade despertou algum interesse particular.

Na noite do dia 13 de Julho de 2010, 33 alunos dessa mesma escola participaram da quarta aplicação da atividade, acompanhados de professores de Física e Geografia. O tempo estava nublado, e a professora responsável pela turma entrou em contato para saber se haveria sessão. Por volta das 19h e 20min os alunos chegaram e logo adentraram no Planetário. Como de costume, apresentamos os objetivos da pesquisa e seguimos para o início da sessão. Ao término foram reservados alguns instantes para eventuais perguntas e comentários. Alguns alunos disseram que gostaram muito da sessão, mas a maioria se manteve em silêncio. As professoras também elogiaram o trabalho. Como o céu estava encoberto e a bandeira do Brasil não estava visível, os alunos apontaram os telescópios para um letreiro em um prédio próximo.

No dia 16 de julho de 2010, às 08h e 30min realizamos mais duas sessões de cúpula com estudantes de segundo e terceiro anos do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de ensino, selecionada por indicação de uma

profissional do quadro de professores da mesma. Sendo o último dia de aula do semestre, as professoras e os alunos combinaram de se encontrarem no Planetário, e por volta das 08h30min iniciamos a atividade com os alunos do terceiro ano. Como de costume, houve uma apresentação dos objetivos da pesquisa e então seguimos com a sessão. Ao término, selecionamos alguns minutos para eventuais questões e para um encerramento na cúpula, em que destacamos a importância da tecnologia para o progresso da Ciência. Finalizada essa pequena discussão os alunos seguiram para a área externa do Planetário para um contato com dois tipos de telescópios. Todos observaram objetos terrestres e alguns dos alunos mostraram maior interesse na manipulação do equipamento.

Por volta das 10 horas, os alunos do segundo ano seguiram para a cúpula para participarem da sessão. Os mesmos procedimentos de boas vindas e exposição da pesquisa foram realizados e em seqüência iniciamos a sessão. Ao término da mesma os alunos tiveram o mesmo tempo para eventuais perguntas e seguiram para o pátio do Planetário para realizar as observações. Como era o último dia de aula do semestre e os alunos não voltariam para a escola naquela manhã, alguns foram embora e outros, mais interessados na manipulação dos telescópios, continuaram por mais algum tempo no Planetário. As duas atividades desse dia totalizaram um número de 40 alunos e duas professoras de Física.

5.2 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS

Após o relato das atividades desenvolvidas com Escolas Estaduais de Londrina e região, e uma leitura flutuante do *corpus* construído (BARDIN, 2004), apresentamos alguns resultados obtidos. Esta é uma análise dos dados coletados para apontar algumas evidências da presente pesquisa, na qual selecionamos somente três das turmas participantes (sendo uma delas pertencente a uma escola da cidade de Ibiporã e as outras duas pertencentes a uma mesma escola de Londrina), pois verificamos que a sessão necessitaria de algumas modificações para seu melhor desempenho junto aos alunos participantes. Essas turmas foram escolhidas devido ao fato de terem sido as últimas a participarem da atividade, quando já se havia uma maior segurança na sua aplicação. Ao todo, essas turmas somaram pouco mais de 80 alunos, porém nem todos os alunos responderam aos

dois questionários. Assim, nosso número de materiais para análise baixou para 52 (sendo 27 referentes à turma de Ibiporã e 25 das duas turmas de Londrina).

De posse dos questionários coletados, iniciamos a análise dos mesmos utilizando como aporte a Análise Textual Discursiva, caracterizada por um processo cujos elementos são: a desmontagem dos textos (ou unitarização), o estabelecimento de relações (categorização) e a captação do novo emergente (que resulta em um metatexto) (MORAES, 2003).

Como destaca Moraes (2003), é necessária uma codificação que indique a origem de cada unidade de significado apresentada, para que o pesquisador tenha fácil acesso aos documentos originais. Logo, utilizaremos um sistema de códigos ao longo de nossa análise, cuja descrição dos elementos é a seguinte:

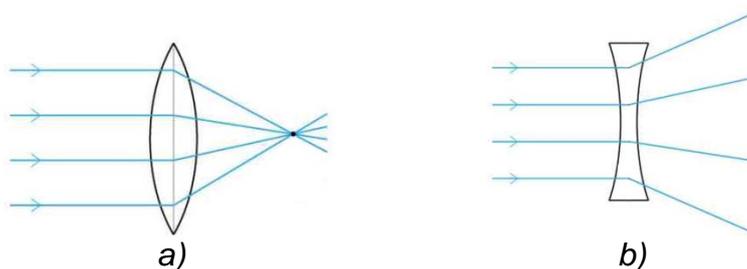
- A1,..., A52 – indivíduos participantes da pesquisa. Ao todo, foram considerados os questionários respondidos por 52 alunos dos 2º e 3º anos do Ensino Médio, de duas escolas da rede pública paranaense que participaram da atividade proposta na presente pesquisa;
- Q1_{pr},..., Q12_{pr} – símbolos usados para localização das questões relativas aos questionários pré-atividade analisados;
- Q1_{po},..., Q15_{po} – símbolos usados para localização das questões relativas aos questionários pós-atividade analisados;
- L1, L2,..., L_n – usados para definir a linha exata a que nos referimos ao apresentar uma resposta.

Para fins de praticidade, apresentamos também as perguntas que compuseram os questionários pré e pós-atividade analisados.

Questionário Pré-Atividade

- *Um dos conteúdos estudados no 2º ano do Ensino Médio é a Óptica Geométrica. Você já estudou Óptica nessa série? Em caso positivo, quais conteúdos dessa área você estudou?*

- *Um dos conceitos da Óptica é a Refração da Luz. O que você sabe sobre isso?*
- *Outro conceito também estudado na Óptica é a Reflexão da Luz. O que você sabe sobre isso?*
- *A luz, ao passar por uma lente, sofre um desvio em sua trajetória. Explique o que está acontecendo com os raios de luz nos esquemas abaixo, identificando o tipo de lente usado em cada caso.*

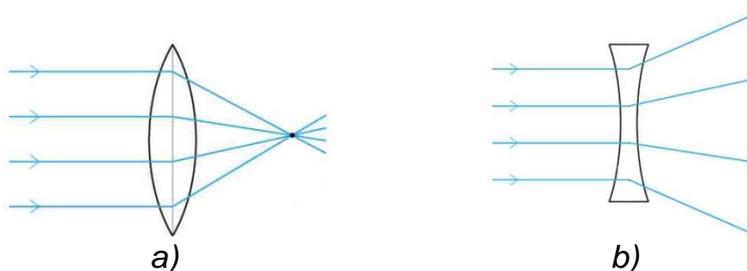


- *O que é um Telescópio? Você pode citar o nome de algum Telescópio conhecido?*
- *Você conhece a história da invenção do primeiro Telescópio? Quais fatos você acha relevantes?*
- *Você acha que estudando a história de um conceito científico fica mais fácil compreendê-lo? Justifique e exemplifique se possível.*
- *Qual a importância da tecnologia para a Ciência?*
- *Qual a importância da tecnologia para a sua vida?*
- *Cite aspectos positivos e negativos de atividades realizadas fora da sala de aula.*
- *Sua turma já participou de atividades fora da sala de aula? Quais?*
- *Essas atividades foram favoráveis para um melhor entendimento dos conceitos estudados na sala de aula? Justifique.*

Questionário Pós-Atividade

- *Um dos conceitos da Óptica é a Refração da Luz. O que você sabe sobre isso?*

- *Outro conceito também estudado na Óptica é a Reflexão da Luz. O que você sabe sobre isso?*
- *A luz, ao passar por uma lente, sofre um desvio em sua trajetória. Explique o que está acontecendo com os raios de luz nos esquemas abaixo, identificando o tipo de lente usado em cada caso.*



- *O que é um Telescópio? Você pode citar o nome de algum Telescópio conhecido?*
- *Quem pode ter sido um dos inventores do primeiro Telescópio?*
- *Você acha que estudando a história de um conceito científico fica mais fácil compreendê-lo? Justifique.*
- *Qual a importância da tecnologia para a Ciência?*
- *Qual a importância da tecnologia para a sua vida?*
- *Em sua opinião, uma atividade fora da sala de aula pode contribuir para a aprendizagem de um conceito científico? Justifique.*
- *Sua turma já participou de atividades fora da sala de aula? Quais?*
- *Essas atividades foram favoráveis para um melhor entendimento dos conceitos estudados na sala de aula? Justifique.*
- *Você já havia visitado um Planetário antes?*
- *O que você tem a dizer sobre sua visita ao Planetário?*
- *Comente suas impressões a respeito da sessão de Planetário. Você acha que algo deveria ser mudado na mesma?*
- *Em sua opinião, as sessões de Planetário podem auxiliar na compreensão dos conceitos científicos estudados na sala de aula? De que forma?*

- *Após a visita ao Planetário você sentiu curiosidade em conhecer melhor algum conceito físico? Qual? Por quê?*
- *Você se sente motivado (a) a voltar ao Planetário em outras ocasiões? Por quê?*

Na seqüência, apresentamos as categorias que emergiram das leituras do *corpus* da pesquisa. Em cada uma delas destacamos as unidades e subunidades de análise geradas e uma síntese das mesmas. Finalmente, desenvolvemos um metatexto no qual agrupamos o material obtido por meio dos dados com os referenciais teóricos que compõem a nossa investigação.

CATEGORIA I. “INFERÊNCIAS COGNITIVAS”: reúne informações a respeito dos conhecimentos anteriores dos alunos participantes da pesquisa sobre determinados conceitos físicos, e alguns indicadores de possíveis modificações das mesmas após a participação na atividade.

SUBCATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE
Noções iniciais dos alunos sobre o conceito de Refração	<ul style="list-style-type: none"> -desvio da luz ao mudar de meio -deformação de um objeto -absorção da luz -tipo de reflexão -ausência de explicação do fenômeno
Noções iniciais dos alunos sobre o conceito de Reflexão	<ul style="list-style-type: none"> -reflexão da luz -absorção e/ou reflexão de cores -mudança de trajetória da luz -associação com espelhos -ausência de explicação do fenômeno
Noções iniciais dos alunos sobre características das lentes	<ul style="list-style-type: none"> -convergem e divergem os raios de luz -desviam os raios de luz -ausência de explicação do fenômeno

Alterações das respostas dos alunos sobre os conceitos de Refração e Reflexão	-adicionada nova informação -mudança considerável das respostas
---	--

Subcategoria: Noções iniciais dos alunos sobre o conceito de Refração	
Unidades	Exemplos
Desvio da luz ao mudar de meio	<p><i>Quando a luz sofre um desvio quando <u>troca de meio</u>. A28, Q1_{pr}, L1-2</i></p> <p><i>Quando a luz sofre um desvio, quando passa por um <u>determinado meio</u>. A34, Q1_{pr}, L1-3</i></p> <p><i>A luz quando <u>passa por determinados materiais ou substância</u> é desviada ou tem sua direção alterada. A37, Q1_{pr}, L1-4</i></p>
Deformação de um objeto	<p><i>Refração quando colocamos uma caneta no copo e ela fica parecendo que está <u>quebrada</u>. A3, Q1_{pr}, L1</i></p> <p><i>Que o objeto parece <u>mudar de formato</u>. A4, Q1_{pr}, L1</i></p> <p><i>É quando a luz de algum lugar <u>deforma</u> algum objeto, eu acho. A15, Q1_{pr}, L1</i></p> <p><i>Imagem de <u>quebrado</u>. A18, Q1_{pr}, L1</i></p>
Absorção da luz	<p><i>É quando a luz é <u>absorvida</u>. A11, Q1_{pr}, L1; A16, Q1_{pr}, L1;</i></p> <p><i>É a <u>absorção</u> da luz. A19, Q1_{pr}, L1</i></p> <p><i>É quando <u>absorve</u> a luz. A21, Q1_{pr}, L1</i></p> <p><i>Refração é quando <u>absorve</u>. A22, Q1_{pr}, L1</i></p>
Tipo de reflexão	<p><i>Seria quando você olha no espelho e é <u>refletido</u>. A luz do sol deve ajudar para esse efeito acontecer é o que eu acho. A9, Q1_{pr}, L1</i></p> <p><i>É quando a luz <u>reflete</u> em algo... A13, Q1_{pr}, L1</i></p> <p><i>É um tipo de <u>reflexo</u> da luz. A17, Q1_{pr}, L1</i></p>

Ausência de explicação do fenômeno	<p><u>Não</u> recordo. A8, Q1_{pr}, L1</p> <p>Como citei na questão acima <u>não estudei</u> esse conteúdo ainda. A23, Q1_{pr}, L1</p>
SÍNTESE DA SUBCATEGORIA	<p>As respostas dos alunos indicam que grande parte deles já teve um contato inicial com o conceito de refração, conectando a idéia do fenômeno à mudança de meio da luz. Alguns alunos também associaram a noção de refração ao exemplo da caneta no copo de água, o que pode apontar uma suposta demonstração em sala de aula. A relação entre refração e absorção da luz também esteve presente, indicando que os alunos têm noção de que a luz atravessa um meio ou objeto, porém não obtiveram sucesso em explicar o fenômeno.</p>

Subcategoria: Noções iniciais dos alunos sobre o conceito de Reflexão	
Unidades	Exemplos
Reflexão da Luz	<p><i>Reflexão é quando a luz <u>bate e volta</u> 100% para você. A17, Q2_{pr}, L1-2</i></p> <p><i>É quando raios de luz atingem algo que a <u>refletem</u> havendo uma <u>reflexão</u> para todos os lados desordenadamente ou não. A21, Q2_{pr}, L1-4</i></p> <p><i>Que alguns objetos <u>refletem</u> a luz que recebem de volta. A37, Q1_{pr}, L1-4</i></p> <p><i>É quando a luz bate em algum objeto e <u>reflete</u>. Por exemplo: o espelho <u>reflete</u> a imagem. A49, Q2_{pr}, L1</i></p>
Absorção e/ou reflexão de cores	<p><i>A luz se <u>reflete</u>. O que precisa é de uma superfície branca ou clara, porque essas <u>cores</u> refletem a luz; <u>cores</u> escuras são as que conseguem <u>segurar a luz</u>. A6, Q2_{pr}, L1-5</i></p> <p><i>Como num espelho a luz “bate” num objeto, que <u>absorve</u> algumas cores, e <u>reflete</u> outras. A13, Q2_{pr}, L1-3</i></p> <p><i>Reflexão da luz seria para haver cores ex:um objeto e etc...<u>absorve</u> a luz e <u>reflete</u> uma cor ex:o preto <u>absorve</u> todas as cores e o <u>branco não reflete nenhuma</u>. A36, Q2_{pr}, L1-5</i></p>

<p>Mudança de trajetória da luz</p>	<p><i>Quando a luz atinge uma superfície e <u>muda sua direção e trajetória</u>, que eu me lembre. A28, Q2_{pr}, L1-3</i></p> <p><i>Quando a luz atinge um objeto e <u>muda sua trajetória normalmente</u>. A29, Q2_{pr}, L1-2</i></p> <p><i>Quando a luz atinge uma superfície e <u>muda sua direção e trajetória</u>. A32, Q2_{pr}, L1-3</i></p>
<p>Associação com espelhos</p>	<p><i>É quando por exemplo você olha para um <u>espelho</u> e a sua imagem reflete de volta. A38, Q2_{pr}, L1-3</i></p> <p><i>Tenho como exemplo o <u>espelho</u> que reflete. A48, Q2_{pr}, L1-2</i></p> <p><i>É o <u>espelho</u>, reflete a luz. A51, Q2_{pr}, L1</i></p>
<p>Ausência de explicação do fenômeno</p>	<p><i><u>Não sei</u>. A2, Q2_{pr}, L1</i></p> <p><i><u>Não tenho entendimento</u>. A9, Q2_{pr}, L1</i></p> <p><i><u>Não tenho conhecimento sobre o assunto</u>. A14, Q2_{pr}, L1-2</i></p>
<p>SÍNTESE DA SUBCATEGORIA</p>	<p>Grande parte das respostas mostra a relação que os alunos fazem entre reflexão e espelhos. Muitos deles também associam a palavra <i>refletir</i> com o conceito de reflexão, mesmo na maior parte dos casos não obtendo êxito em apresentar uma explicação mais formal do fenômeno.</p>

Subcategoria: Noções iniciais dos alunos sobre características das lentes	
Unidades	Exemplos
Convergem e divergem os raios de luz	<p><i>Na imagem A os raios de luz estão <u>convergindo para um ponto</u>, atravessando uma lente côncava. Na imagem B os raios de luz estão <u>divergindo para várias direções</u> através de uma lente convexa. A13, Q3_{pr}, L1-6</i></p> <p><i>[...] A luz vai na direção da lente e se <u>concentra em um só local</u>; b) a luz sai na direção da lente e se <u>espalha</u>. A33, Q3_{pr}, L1-4</i></p> <p><i>No caso A eu acho que a lente usada é a de formato oval, onde os raios de luz atravessam a lente <u>se encontrando em um mesmo ponto</u> por causa do formato da lente. No caso b a lente é retangular, fazendo com que os raios de luz passam por ela e <u>se dispersem</u>, não se encontrando. A46, Q3_{pr}, L1-9</i></p>
Desviam os raios de luz	<p><i>Dependendo do tipo de lente a luz pode se <u>desviar</u> ou até mesmo atravessar uma determinada lente. A14, Q3_{pr}, L1-3</i></p> <p><i>Acontece o <u>desvio</u> justamente pelo fato de refletir a luz na lente, que acontece o <u>desvio</u> em sua trajetória. A50, Q3_{pr}, L1-4</i></p>
Ausência de explicação do fenômeno	<p><i><u>Não</u> tenho entendimento. A9, Q3_{pr}, L1</i></p> <p><i><u>Não</u> sei. A17, Q3_{pr}, L1</i></p> <p><i>Eu estudei sobre isso <u>mas</u> esqueci. A30, Q3_{pr}, L1</i></p>
SÍNTESE DA SUBCATEGORIA	<p>Grande parte dos alunos destacou a convergência e divergência dos raios de luz, mesmo não usando os termos da Física na sua escrita. Poucos alunos não responderam à questão, alguns por não conhecerem o assunto.</p>

Subcategoria: Alterações das respostas dos alunos sobre os conceitos de Refração e Reflexão		
Unidades	Exemplos	
	Antes	Após
Adicionada nova informação	<p><u>É a luz atravessando um corpo.</u> A21, Q1_{pr}, L1</p> <p>Que eu me lembre é um <u>desvio</u> nos fótons <u>provocado pela troca de meio.</u> A33, Q1_{pr}, L1-3</p> <p>Algo que <u>reflete</u> como um espelho. A30, Q2_{pr}, L1</p> <p><u>Reflexão é quando é refletido.</u> A49, Q2_{pr}, L1</p>	<p><u>É a luz atravessando um corpo, porém ela muda de direção pela mudança de velocidade.</u> A21, Q1_{po}, L1-3</p> <p>Ao passar a luz por <u>outro meio</u> acontece um <u>desvio</u> causado pela <u>mudança da velocidade.</u> A33, Q1_{po}, L1-3</p> <p>Quando a luz é <u>refletida</u> em um objeto e <u>volta para o seu lugar de origem</u> como um espelho. A30, Q2_{po}, L1-3</p> <p><u>Reflexão da luz é quando a luz bate em algo</u> e sua luz volta <u>refletindo.</u> A49, Q2_{po}, L1-2</p>

	Antes	Após
Mudança considerável das respostas	<p><u>Não me lembro.</u> A1, Q1_{pr}, L1</p> <p>Quando a luz (branca) atravessa um <u>objeto</u>, um prisma por exemplo, ela se <u>refraciona</u> em sete cores, o espectro. A13, Q1_{pr}, L1-4</p> <p>Que o objeto parece <u>mudar de formato</u>. A31, Q1_{pr}, L1-2</p> <p>(Não respondeu nada). A1, Q2_{pr}</p> <p>(Não respondeu nada). A10, Q2_{pr}</p> <p><u>Não tenho conhecimento sobre o assunto.</u> A14, Q2_{pr}, L1</p> <p>Bom os raios de luz que <u>chegam a uma superfície</u> qualquer são os raios <u>incidentes</u>, e os raios que <u>voltam depois de incidir numa superfície</u> qualquer são os raios <u>refletidos</u>. A27, Q2_{pr}, L1-6</p>	<p>É o <u>desvio da luz</u>, quando <u>muda de meio</u>. A1, Q1_{po}, L1-2</p> <p>Quando a luz atravessa um <u>plano</u> que não é o seu <u>originário</u>, é <u>desviada</u>. A13, Q1_{po}, L1-3</p> <p>É quando a luz é <u>absorvida pela lente</u> e <u>desviada</u>. A31, Q1_{po}, L1-2</p> <p>É o <u>desvio da luz</u>, quando <u>muda de meio</u>. A1, Q2_{po}, L1-2</p> <p>A luz encontra uma <u>superfície</u> e <u>reflete</u>, <u>não sofre desvio</u>. A10, Q2_{po}, L1-2</p> <p>Quando a luz é <u>refletida</u> ela <u>volta para o meio de onde veio</u>. A14, Q2_{po}, L1-2</p> <p>É quando a luz <u>surge de um ponto A</u>, <u>bate no ponto b</u> e <u>volta para o ponto A</u> com uma <u>velocidade menor</u>. A27, Q2_{po}, L1-4</p>
SÍNTESE DA SUBCATEGORIA	<p>Destacamos três comportamentos dos alunos após a realização da atividade. Alguns deles não apresentaram mudanças nas suas definições de Refração e Reflexão; já em discursos de outros alunos detectamos a presença de novos elementos complementares, que quando reportados à sessão de cúpula foram identificados. Finalmente, expomos exemplos de alunos que mudaram consideravelmente suas definições após a atividade. É importante destacar que apesar das alterações nas respostas, elas não estão todas necessariamente coerentes com as definições científicas dos fenômenos estudados. Isso nos mostrou a necessidade de alterações na sessão de cúpula.</p>	

CATEGORIA II. “ASSERÇÕES DE VALOR PELOS ALUNOS”. As respostas dos estudantes em determinadas questões nos apontaram a presença de valores cognitivos, pedagógicos e sociais, que estão relacionados à idéia advinda desses alunos de que atividades realizadas fora da sala de aula podem contribuir para a educação científica, e também que a tecnologia exerce um importante papel na sociedade. Utilizando referenciais teóricos conhecidos na área (LACEY, 2003; MARTINS, 2005; LACEY, 2008), identificamos nos relatos escritos dos alunos alguns valores, os quais organizamos em sociais, pedagógicos e cognitivos. Como valores sociais citamos a praticidade, acessibilidade, solidariedade e participação social (LACEY, 2003); como valores pedagógicos identificamos a organização, planejamento e multidisciplinaridade das atividades desenvolvidas (MARTINS, 2005); e por fim, como valores cognitivos destacamos como por exemplo a simplicidade e a fecundidade (LACEY, 2008).

SUBCATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE
<p>Importância da tecnologia na sociedade</p>	<p>-contribuição para o avanço de várias áreas da ciência -melhoria da qualidade de vida e praticidade -acessibilidade a informações e conhecimento</p>
<p>Valoração das atividades extra-classe, do ponto de vista dos alunos</p>	<p>-aspectos positivos da realização dessas atividades -aspectos negativos da realização dessas atividades</p>
<p>Contribuições da História da Ciência para a educação científica</p>	<p>-humanizar a Ciência -incentivar o aluno a querer conhecer melhor o conceito -conexão com todas as matérias escolares -dependência da formação do professor</p>

Subcategoria: Importância da tecnologia na sociedade	
Unidades	Exemplos
<p>Contribuição para o avanço de várias áreas da Ciência</p> <p>(valor cognitivo)</p>	<p><i>A tecnologia é importante para a Ciência, pois <u>favorece o descobrimento de novos conceitos, doenças, partículas, etc.</u> A5, Q7_{pr}, L1-4</i></p> <p><i>[...] <u>não conseguiríamos ver nada além de luzinhas no céu sem telescópio, teríamos que escrever tudo em livros sem computador, etc.</u> A13, Q7_{po}, L1-5</i></p> <p><i>A tecnologia é muito importante para o <u>avanço da ciência</u>. Tanto para <u>novas descobertas</u> quanto para o <u>aprofundamento em descobertas já feitas</u>. A46, Q7_{pr}, L1-5</i></p>
<p>Melhoria da qualidade de vida e praticidade</p> <p>(valor social)</p>	<p><i>A tecnologia na vida do ser humano é muito importante para <u>melhorar sua qualidade de vida</u>. A3, Q8_{po}, L1-3</i></p> <p><i>A tecnologia <u>está em tudo</u> o que fazemos, quando fazemos pesquisas usando o computador, assistimos TV, tomamos banho ou até mesmo quando bebemos água gelada. A18, Q8_{pr}, L1-6</i></p> <p><i>A tecnologia <u>melhora a qualidade de vida</u>, traz <u>mais conforto</u> para as pessoas. A37, Q8_{pr}, L1-3</i></p>
<p>Acessibilidade a informações e conhecimento</p> <p>(valores pedagógico, social e cognitivo)</p>	<p><i>Ter <u>acesso</u> à informações que não há em livros, ou em escolas, como curiosidades e dados precisos de certos assuntos. A5, Q8_{po}, L1-4</i></p> <p><i>Utilizamos a <u>todo momento</u> para <u>estudo</u>, trabalho, propagandas, divulgações, dentre outros, ou seja, é importante para obtermos mais <u>conhecimento</u>. A8, Q8_{pr}, L3-7</i></p> <p><i><u>Melhorar meus conhecimentos</u>, <u>incentivar meus estudos</u>. A52, Q8_{po}, L1-2</i></p>
<p>SÍNTESE DA SUBCATEGORIA</p>	<p>Os alunos se mostraram conscientes quanto às influências da tecnologia no progresso da sociedade e também em seu cotidiano, destacando a importância da mesma para as comunicações, entretenimento e busca pelo conhecimento, entre outras situações. Por meio das respostas apresentadas, parece haver um grande contato dos estudantes com tecnologias diversas, especialmente computadores, celulares e televisão.</p>

Subcategoria: Valoração das atividades extra-classe, do ponto de vista dos alunos	
Unidades	Exemplos
<p>Aspectos positivos da realização dessas atividades</p> <p>(valores cognitivo, social e pedagógico)</p>	<p>Os <u>positivos</u> são que os alunos prestam mais atenção e aprendem mais fora da sala. A5, Q9_{pr}, L1-3</p> <p>[...] é um tipo de <u>colírio para os olhos</u> nós sairmos de folhas de papel para o mundo real. A16, Q9_{po}, L1-3</p> <p>[...] a rotina de ficarmos só dentro da sala acaba com a nossa vontade de buscar mais, compreender mais. Com essas atividades é <u>muito bom</u> pois os alunos acabam gostando e aprendendo. A26, Q11_{pr}, L1-7</p> <p>[...] é uma atividade mais <u>interativa</u>, que <u>desperta o interesse</u> dos alunos. A37, Q9_{po}, L1-3</p>
<p>Aspectos negativos da realização dessas atividades</p> <p>(valores pedagógico e social)</p>	<p>[...] só que tem momentos que nessas atividades existem muita <u>desorganização</u>. A3, Q9_{pr}, L5-7</p> <p>Tem alguns alunos que não [dão] dinheiro, condição se o passeio for muito longe pois é <u>mais caro</u>. A26, Q9_{pr}, L3-6</p> <p>[...] de <u>negativo</u> pode-se citar ausência dos alunos, questões comportamentais, se dispersar, etc. A33, Q9_{pr}, L2-5</p> <p><u>Negativo</u>: é acontecer essas atividades tão poucas vezes. A50, Q9_{pr}, L3-4</p>
<p>SÍNTESE DA SUBCATEGORIA</p>	<p>A presente unidade de análise nos apresenta indícios de que atividades extra-classe são tidas pelos alunos como momentos diferenciados, que complementam as aulas e clarificam conceitos que muitas vezes são abstratos para os mesmos. Também se identifica o fato de que essas atividades são vistas pelos alunos como ocasiões agradáveis e que podem despertar seu interesse pela Ciência. Finalmente, os alunos identificaram alguns pontos negativos na realização dessas atividades, e que devem ser vistos com maior cuidado para que elas busquem resultados cada vez mais satisfatórios. Interessante destacar que os alunos apontam como aspectos negativos o comportamento de seus colegas em atividades diferenciadas, mostrando que muitos deles têm um interesse muito maior do que somente o passeio.</p>

Subcategoria: Contribuições da História da Ciência para a educação científica	
Unidades	Exemplos
<p>Humanizar a Ciência</p> <p>(valores cognitivo e pedagógico)</p>	<p>[...] você <u>consegue compreender</u> as fases que aquele conceito precisou passar para chegar onde está. A6, Q6_{pr}, L1-5-4</p> <p>[...] quando se <u>compreende</u> o momento histórico, pode-se imaginar as dúvidas das pessoas que viviam em determinado período, e o que levou-as a criar um conceito científico. A10, Q6_{pr}, L1-6</p> <p>[...] é ruim “<u>pegar o bonde andando</u>”. Saber a época e o que o inventor queria atingir, ou provar, saber o que ele pensava ajuda muito, não vou ficar me perguntando “pra que isso?”, “qual o objetivo?”. A13, Q6_{pr}, L1-7</p> <p>[...] podemos <u>saber</u> de onde veio as evoluções que conhecemos hoje e quem as inventou. A18, Q6_{po}, L1-4</p>
<p>Incentivar o aluno a querer conhecer melhor o conceito</p> <p>(valor pedagógico)</p>	<p>[...] nós passamos a <u>compreender</u> a forma de como aquilo surgiu, <u>valorizando mais</u> e <u>sabendo tudo sobre</u>. A9, Q6_{po}, L1-4</p> <p>[...] para <u>melhor compreender</u> um conceito não adianta somente ler, tem que se buscar saber o que quer dizer, como foi feito, em que circunstâncias e porque e para que foi conceituado. A23, Q6_{pr}, L1-7</p> <p>[...] você consegue ter uma <u>noção</u> do conceito porque é tão importante e fica mais <u>fácil</u> entender vários fatores do nosso dia-a-dia. A36, Q6_{pr}, L1-5</p> <p>[...] falando do assunto [história] estaremos mais dentro dele, e ficaremos <u>mais interessados</u>. A52, Q6_{po}, L1-4</p>
<p>Conexão com todas as matérias escolares</p> <p>(valor pedagógico)</p>	<p>[...] acho que deve-se estudar história de modo com que <u>tudo</u> (português, ciências, etc.) seja englobado e acompanhando a linha do tempo. A21, Q6_{pr}, L1-5</p>

<p>Dependência da formação do professor</p> <p>(valor pedagógico)</p>	<p>[...] se o professor <u>explicar bem</u> e ficar claro para o aluno dá para compreender, mas se o professor <u>não sabe explicar</u> não é vantagem não. A40, Q6_{pr}, L1-5</p>
<p>SÍNTESE DA SUBCATEGORIA</p>	<p>Essa unidade mostra que os alunos, em sua maioria, compreendem que a inserção da história da ciência nas aulas pode auxiliar para uma melhor compreensão dos conceitos estudados. Eles destacam também que para validar essa abordagem é necessário que os professores estejam preparados.</p>

CATEGORIA III. “AVALIAÇÃO DO PÚBLICO VISITANTE”. As impressões e considerações apresentadas pelos alunos sobre a atividade realizada no Planetário são destacadas nessa categoria.

SUBCATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE
<p>Considerações e impressões sobre a atividade</p>	<ul style="list-style-type: none"> -impressões positivas -compreensão de assuntos discutidos na atividade -organização e possíveis melhoras na atividade
<p>Planetário como possível auxílio para a educação científica</p>	<ul style="list-style-type: none"> -fortalecimento das aulas -capacidade de despertar o interesse em conhecer novos assuntos

Subcategoria: Considerações e impressões sobre a atividade	
Unidades	Exemplos
Impressões positivas	<p><i>Eu <u>amei</u>, é muito <u>gostoso</u> e espero poder voltar outras vezes. A15, Q13_{po}, L1</i></p> <p><i>[...] é uma <u>ótima</u> experiência sobre o que se tem no Universo afora. A18, Q17_{po}, L1</i></p> <p><i><u>Muito legal</u>, uma experiência <u>muito boa</u>. A32, Q13_{po}, L1</i></p> <p><i>[...] tudo foi <u>muito bom</u> e de noite a observação deve ser <u>muito legal</u>. A3, Q17_{po}, L1-2</i></p> <p><i>Uma experiência <u>incrível</u> e <u>inesquecível</u>. A34, Q13_{po}, L1</i></p> <p><i>Achei muito <u>bacana</u> e gostaria de visitar uma outra vez. A50, Q13_{po}, L1</i></p>
Compreensão de assuntos discutidos na atividade	<p><i>Bom, acho que <u>surpreendente</u>, muito interessante e <u>extremamente produtiva</u>, pois <u>ajudou</u> a entendermos melhor sobre o assunto. A8, Q13_{po}, L1-2</i></p> <p><i>Foi interessante, <u>aprendi</u> sobre as nebulosas e os possíveis inventores do Telescópio. A19, Q13_{po}, L1-2</i></p> <p><i>Foi muito bom, deu para <u>compreender</u> muita coisa, pois tinha coisa que eu não sabia e <u>fiquei sabendo</u> agora. A40, Q13_{po}, L1-2</i></p> <p><i>[...] me trouxe <u>conhecimento</u>, além de ser uma atividade diferente. A46, Q17_{po}, L1-2</i></p>

<p>Organização e possíveis melhoras na atividade</p>	<p><i>Está <u>muito boa</u>, poderia <u>melhorar</u> nos conceitos das estrelas e explicá-las melhor. A2, Q14_{po}, L1-2</i></p> <p><i>Achei <u>interessante</u>, e <u>poderia ser mais extensa</u> a sessão. A13, Q14_{po}, L1</i></p> <p><i>Foi <u>ótimo</u> não sei se algo deixou de desejar para outros mas <u>para mim foi 10!</u> A16, Q14_{po}, L1-2</i></p> <p><i>Acho que foi <u>ótima</u>, <u>porém</u> as informações são jogadas <u>muito rápido</u>, é meio complicado fixar algo quando já está sendo dito numa nova informação. A21, Q14_{po}, L1-3</i></p> <p><i><u>Deveria</u> ter detalhado mais sobre <u>óptica geométrica</u>. A25, Q14_{po}, L1</i></p> <p><i>Acho que <u>deveria</u> ter uma “folha” explicando o que foi falado pois nós esquecemos os nomes dos cientistas e dos planetas que foi falado. A26, Q14_{po}, L1-2</i></p> <p><i>Que foi uma programação <u>feita com cuidado</u> para que todos os alunos pudessem compreender o que estava sendo passado. A31, Q14_{po}, L1-2</i></p> <p><i>Muito <u>bem feito</u>, <u>deve</u> ter um lanche para os visitantes. A34, Q14_{po}, L1</i></p> <p><i>[...] eu gostei do jeito, mas <u>só</u> que tinha que colocar mais imagens. Fora isso <u>foi muito bom</u>. A40, Q14_{po}, L1-2</i></p> <p><i>[...] eu nem sabia algo como os planetas antes e hoje tive a chance de conhecer, a Juliana está de <u>parabéns</u>. A43, Q14_{po}, L1-2</i></p> <p><i>Minha impressão foi <u>boa</u>. Acho que está <u>bom</u> assim, <u>sem reclamações</u>. A52, Q14_{po}, L1</i></p>
<p>SÍNTESE DA SUBCATEGORIA</p>	<p>A atividade foi apreciada pela maioria dos alunos, sendo caracterizada como algo agradável, diferente, que desperta o interesse dos participantes. Eles também destacaram diversos pontos que podem ser revistos para que a atividade seja mais produtiva. Esses pontos nos levaram a reorganizar a sessão de cúpula, de modo que os conceitos relacionados a ela fossem melhor apresentados, bem como a dinâmica da mesma.</p>

Subcategoria: Planetário como possível auxílio para a educação científica	
Unidades	Exemplos
Fortalecimento das aulas	<p><i>[...] geralmente não entendemos tudo na sala porque é muito monótono, o planetário é quase como um ótimo <u>Sci-Fi, filme</u>. A6, Q15po, L1-2</i></p> <p><i>[...] na <u>prática</u> os alunos acham <u>mais interessante</u> e ficam <u>mais interessados</u>. A9, Q15po, L1-2</i></p> <p><i>[...] na sala de aula só vemos conceitos, aqui podemos <u>visualizar</u> e <u>aprender</u> mais. A17, Q15po, L1-2</i></p> <p><i>[...] <u>viabiliza</u> um outro meio de aprendizado além do oferecido na sala de aula. A23, Q15po, L1-2</i></p> <p><i>[...] agora quando a professora explicar lembraremos da imagem sendo mais <u>fácil</u> o aprendizado. A36, Q15po, L1-2</i></p> <p><i><u>Proporcionando</u> melhor conhecimento sobre o que será estudado na sala de aula. A37, Q15po, L1-2</i></p>
Capacidade de despertar o interesse em conhecer novos assuntos	<p><i>Após a primeira visita, eu <u>comecei a pesquisar</u> sobre o universo, até <u>assisti</u> aos documentários do HISTORY CHANNEL (THE UNIVERSE). A6, Q16po, L1-2</i></p> <p><i>[...] já <u>pesquisei</u> muito depois da minha primeira visita e até <u>cogito estudar</u> Física na Faculdade. A13, A16po, L1-2</i></p> <p><i>Depois da visita, fiquei <u>mais curioso</u> para <u>conhecer melhor</u> o universo. A17, Q16po, L1</i></p> <p><i>[...] <u>compreender melhor</u> os conceitos das lentes nos telescópios, pois podemos (pudemos) ter a experiência com duas e foi <u>muito interessante</u>. A31, Q16po, L1-2</i></p>
SÍNTESE DA SUBCATEGORIA	<p>As respostas dos alunos apontam que a atividade no Planetário foi um exemplo da possibilidade de um ambiente não-formal contribuir para o ensino de conceitos científicos. A abordagem diferenciada, que possibilita aos alunos passarem por momentos não vividos no cotidiano, parece também despertar o interesse dos participantes pela Ciência.</p>

5.3 UMA DISCUSSÃO SOBRE AS CATEGORIAS APRESENTADAS

Apresentadas as categorias de análise por nós sugeridas, realizamos uma síntese sobre as mesmas, usando referenciais teóricos selecionados em nossa investigação que foram essenciais para nos auxiliar na elaboração do metatexto.

As categorias apresentadas nessa pesquisa emergiram da análise dos dados coletados, fundamentadas em teorias escolhidas anteriormente à coleta dos mesmos.

Em nossa investigação, procuramos identificar a relevância de atividades em Planetários para o ensino das Ciências. Nesse momento, buscamos fortalecer nossa análise com os referenciais teóricos que julgamos necessários ao estabelecimento de argumentos mais concretos, para que possamos indicar fatores relevantes dessa possível ocorrência.

A categoria *Inferências Cognitivas* apresentou um apanhado de conceitos físicos dos alunos antes da atividade e fez um paralelo com as possíveis adequações desses conceitos após a sessão. Identificamos alguns pontos que acreditamos ser relevantes e dignos de uma explicitação nessa síntese. Alguns alunos já haviam tido um contato, anterior à atividade, com os conceitos de Refração e Reflexão, e após a mesma, percebeu-se que entre esses alunos houve os que conseguiram apontar novos conceitos e os que não alteraram seus apontamentos após a sessão.

É importante ressaltar que parte dessas novas informações, apresentadas na atividade, foram equivocadas ou incompletas, o que nos levou a realizar uma revisão mais detalhada da sessão de cúpula. Percebemos que seria necessária uma reformulação da mesma, em que equívocos conceituais e de disposição da narrativa fossem corrigidos.

Como exemplos, apontamos a substituição de termos e palavras, tais como “*rebate*” ao nos referirmos à interação dos raios de luz com uma superfície refletora; também o prolongamento do intervalo de tempo entre a narrativa de novas informações e um melhor detalhamento das imagens projetadas.

Mesmo evidenciando a necessidade de alteração da atividade, destacamos também que alunos que não haviam tido um contato anterior com conceitos de Óptica Geométrica apresentaram idéias iniciais sobre Refração e

Reflexão, apontando que esses dois fenômenos ocorrem, respectivamente, devido à um desvio dos feixes de luz ao atravessarem um meio diferente do seu original e à reflexão dos raios de luz ao incidirem em uma superfície reflexiva.

Esses apontamentos podem ser indicadores de que os ambientes não-formais possuem condições de promover atividades que não se baseiem na simples transmissão de conceitos, mas que possibilitem a formação de uma bagagem cognitiva nos alunos (VASCONCELOS e SOUTO, 2003, apud VIEIRA et.al., 2005). Para isso, utilizam-se de uma linguagem e uma estruturação diferenciada, que propiciem aos estudantes interagir com o conceito de forma a que o mesmo seja visto como algo que faz parte de seu cotidiano, como destacam os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1996; 2002). Convém salientar que nossa proposta se limitou à possibilidade de ensino de conceitos físicos por meio de uma atividade em um ambiente de Planetário, não tendo o objetivo de estender nossa análise no que tange à questão da aprendizagem científica.

Outro fator considerável, destacado nas respostas dos alunos, foi o interesse em conhecer e aprimorar conceitos, provocado pela atividade. Como destaca Dierking (2005), o fato de sair da sala de aula e realizar uma atividade prática, em um ambiente diferenciado, parece gerar nos alunos uma vontade de conhecer mais sobre o que se é exposto. Isso ficou evidenciado nas impressões e considerações dos alunos sobre a sessão.

Além de destacarem que ela foi interessante, os participantes explicitaram que a mesma foi útil para a possibilidade de compreensão dos assuntos discutidos, além de lhes despertar o interesse em conhecer e aprofundar conceitos científicos diversos. Alguns até mostraram interesse em seguir carreira na área da Física.

Ainda com relação às possíveis contribuições das sessões de cúpula para o ensino de conteúdos científicos, os alunos apontaram aspectos que poderiam prejudicar esse processo, como por exemplo, o tempo despendido para a atividade, a forma como as informações são apresentadas e o comportamento dos participantes. Os dois primeiros argumentos nos remeteram, como já mencionado anteriormente, a uma revisão da sessão de cúpula. Já o último pode ser considerado uma consequência de uma atividade extra-classe, o que gera certo “alvorço” entre os alunos pelo fato de saírem da escola, fato que também foi citado por alguns alunos em suas respostas ao questionário pós-atividade.

A sessão de cúpula proposta nessa pesquisa teve como um de seus alicerces uma contextualização histórica, visando caracterizar a Ciência como um processo em constante transformação (MATTHEWS, 1995), desmistificando a idéia de que o conhecimento científico é restrito a “poucas mentes brilhantes”, não sendo acessível à população em geral.

Esse aspecto foi evidenciado em grande parte das respostas dos alunos, que conseguiram identificar a importância da história para a compreensão da evolução dos conceitos científicos. Eles apontaram a necessidade de se situarem no contexto em que se deram as construções de conhecimento, para uma melhor compreensão da importância de se estudar os mesmos.

Em uma das questões respondidas pelos alunos observamos alguns indícios de contribuições da História da Ciência para a compreensão de fatos e conceitos científicos. Questionados sobre o possível criador da primeira luneta, 17 alunos conseguiram citar após a sessão o nome de Lippershey, mesmo não usando a grafia correta, e outros 17 alunos citaram o nome de Galileu. Esses resultados indicam que a sessão conseguiu expor, mesmo que parcialmente, momentos históricos importantes e desconhecidos aos alunos.

O processo de narrativa histórica apresentado na sessão parece ter sido significativo na reflexão dos alunos sobre a evolução dos telescópios, bem como na associação de pessoas comuns (ou “não-gênios”) a evolução desse instrumento.

Também é importante ressaltar que o conjunto *imagem-narrativa-fundo musical e efeitos visuais* possui uma parcela significativa para o interesse dos alunos. Como destacam Falk e Storksdieck (2005), o ensino e a aprendizagem ocorrem dentro do ambiente físico, e logo espera-se que esse inclua elementos audiovisuais que complementem e dinamizem o processo. Isso porque os participantes parecem ter um contato muito grande com tecnologias diversas, como rádio, televisão e internet, que lhes aproximam cada vez mais de novos conhecimentos.

Identificamos também algumas asserções de valores indicadas pelos alunos em suas respostas. Os estudantes destacaram a importância da tecnologia para a rotina da sociedade e as contribuições que ela pode oferecer tanto para o acesso a informações diversas quanto para o aprimoramento do conhecimento, seja ele científico ou não. Entre elas estão o seu uso para o avanço

da Ciência, para uma melhor qualidade de vida, para aquisição de novos conhecimentos e para incentivar os estudos.

Conectados à essas contribuições identificamos valores sociais, cognitivos e pedagógicos, os quais buscamos analisar com base nos estudos de Hugh Lacey (2003, 2008). Ao considerar a tecnologia forte aliada do avanço da Ciência, podemos apontar a existência de valores cognitivos, tais como simplicidade e fecundidade, que aproximam teorias e fatos científicos dos interesses da sociedade.

Em relação à melhora na qualidade de vida das pessoas por meio de novas tecnologias, percebe-se uma impregnação de valores sociais que, como cita Lacey (2008, p.45) estão “entrelaçados em uma sociedade na medida em que são constante e consistentemente manifestados”. Entre eles citamos a comodidade e a praticidade, que nas sociedades atuais são tidas como essenciais para o bom andamento da rotina diária das pessoas, que é cada vez mais exaustiva e exigente.

No que tange o acesso a informações diversas por meio de tecnologias variadas, foram indicadas as presenças de valores cognitivos, sociais e também pedagógicos. Como valores cognitivos podemos citar a simplicidade que os diversos meios de comunicação atuais apresentam em seu uso, e a fecundidade, exemplificada na escrita de alguns alunos quando explicitam a idéia de que a tecnologia pode incentivar os estudos.

Já em relação aos valores sociais destacamos a acessibilidade proporcionada pelas diversas tecnologias das quais fazemos uso, e por fim podemos mencionar o suporte pedagógico oferecido pelas novas mídias, muito utilizadas tanto em sala de aula quanto em atividades extra-classe, como trabalhos e pesquisas.

Finalmente, em caráter de avaliação, os alunos explicitaram ainda algumas opiniões e contribuições sobre possíveis mudanças na atividade proposta, como uma melhor disposição dos elementos visuais (as imagens dos projetores de slides) e da narrativa, com maiores intervalos de tempo entre a apresentação de conceitos diferentes.

Isso nos indicou que os participantes foram receptivos à sessão de cúpula, bem como que eles estavam cientes das possíveis inferências dessa atividade para o ensino de conceitos físicos, históricos e astronômicos. Todos os apontamentos foram por nós analisados, para refinar a qualidade da sessão de cúpula.

A literatura nos aponta que uma única atividade não é suficiente para acarretar mudanças drásticas na compreensão de fenômenos e conceitos científicos dos alunos, já que a aprendizagem ocorre por meio de uma compreensão cumulativa ao longo do tempo (FALK & STORKSDIECK, 2005). Porém, essa atividade realizada no Planetário possibilitou uma forma diferenciada de ensino por meio de um contato, mesmo que relativamente pequeno entre os alunos e conceitos científicos apresentados, atuando de forma colaborativa, como ocorrem nos ambientes dos Museus e Centros de Ciências (FALK & STORKSDIECK, 2005). À essa interação poderão ser adicionados futuros conhecimentos que os alunos terão acesso, talvez em outros ambientes não-formais ou mesmo na sala de aula.

Os referenciais em Didática das Ciências (SANCHÉZ BLANCO e VALCÁRCEL PÉREZ, 1993; SANCHÉZ BLANCO et.al., 1997; ADÚRIZ-BRAVO, 2001) nos proporcionaram subsídios para a elaboração de uma unidade didática em um ambiente não-formal, que objetivou estabelecer uma relação entre os alunos e conceitos científicos abordados, como também suscitar nos participantes um maior interesse pela Ciência.

Considerando a sessão de cúpula como um tipo de unidade didática realizada em um ambiente diferenciado do escolar, utilizamos os referenciais de Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993) para nos auxiliar na elaboração da mesma. Esses referenciais nos permitiram desenvolver as etapas constituintes da unidade de forma clara, explicitando as características e as especificidades de cada momento.

A princípio, a proposta de desenvolvimento de unidades didáticas, feita pelos autores citados, era voltada para atividades em sala de aula. Dessa forma, em algumas etapas da mesma foram necessárias adaptações, para que elas se enquadrassem às condições físicas, tecnológicas, didáticas e pedagógicas do ambiente considerado em nossa pesquisa.

Na primeira fase da estruturação de uma unidade didática, a chamada análise científica, os autores propõem como procedimentos a seleção dos conteúdos a serem abordados, objetivando que o professor atualize seu conhecimento científico e conseqüentemente possa estruturar os conteúdos de forma a que se enquadrem nas necessidades e nas potencialidades dos alunos (SANCHÉZ BLANCO e VALCÁRCEL PÉREZ, 1993). Essa foi uma etapa crucial para a elaboração de nossa proposta, na qual tivemos que realizar uma investigação

em documentos como artigos em periódicos da área de Ensino de Ciências, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1996; 2002) e as Diretrizes Curriculares de Física para o Ensino Médio (PARANÁ, 2008), para que selecionássemos conceitos científicos que se adequassem tanto ao ambiente de Planetário quanto aos currículos escolares.

Por sua vez, na segunda etapa, a da análise didática, a proposta dos autores é que se realize uma investigação a respeito dos conhecimentos prévios dos participantes, de forma que se possam listar os conceitos mais problemáticos ou os que mais se incorporem à estrutura cognitiva dos alunos, sendo esses últimos considerados por Moreira (2005) como as variáveis que mais influenciam a aprendizagem, e a partir deles desenvolver atividades que favoreçam o ensino de conceitos científicos. Antes de prosseguirmos na discussão dessa etapa convém salientar que o presente trabalho se restringiu à uma proposta de ensino de conceitos científicos, não avançando para uma análise de aprendizagem científica.

O questionário pré-atividade nos apontou alguns indícios dos conhecimentos anteriores dos alunos, porém os mesmos não puderam ser totalmente incorporados à elaboração da atividade, pois essa elaboração é longa, conforme discutido no capítulo 4 da presente dissertação. Conseqüentemente tornou-se difícil apresentar uma sessão diferente a cada turma participante, atendendo as características e especificidades de cada aluno. É importante também discutir a profundidade de ambientes não-formais no processo de ensino e aprendizagem, sendo que grande parte das atividades oferecidas por eles são tidas como auxiliares ou complementos das desenvolvidas, a longo prazo, em sala de aula (STUCHI e FERREIRA, 2003). O que fizemos para amenizar essa dificuldade foi abrir um intervalo de tempo após a sessão para que os participantes pudessem dialogar com os proponentes da atividade, expondo suas dúvidas e comentários.

A terceira etapa da criação de uma unidade didática, a chamada seleção dos objetivos (SÁNCHEZ BLANCO E VALCÁRCEL PEREZ, 1993), se baseia em uma reflexão a respeito da colaboração da unidade para a aprendizagem dos alunos. Nossa reflexão se voltou a essa questão, porém a unidade didática por nós proposta serviu como um complemento do ensino de conceitos físicos, não sendo possível em somente uma atividade em Planetário discutir a respeito da aprendizagem de tais conteúdos.

Na fase de seleção das estratégias didáticas, em que se consideram a seqüência de ensino a ser seguida, os materiais a serem utilizados e as atividades voltadas para cada participante, visualizamos claramente a construção da sessão de cúpula como sendo a seqüência de ensino proposta. Podemos considerar como materiais de apoio os telescópios refratores e refletores, utilizados logo após a sessão de cúpula para a observação de objetos distantes, como prédios, árvores, postes e antenas. Assim os identificamos, pois os estudantes puderam constatar a capacidade dos telescópios de ampliar a imagem de objetos distantes, fazendo uma junção do que já havia sido mostrado na sessão de cúpula com a manipulação desses instrumentos.

A fase em que se selecionam as estratégias de avaliação teve que ser adaptada à nossa proposta. Os autores incluem nesse momento uma avaliação da estrutura da unidade e também do processo de ensino e aprendizagem dos alunos. O questionário pós-atividade abordou em algumas questões as impressões e comentários dos alunos sobre a atividade, que nos auxiliou na avaliação da mesma. As demais questões foram comparadas às do questionário pré-atividade a fim de detectar a ocorrência de interações cognitivas a respeito de conceitos físicos tratados na sessão de cúpula. Mas, como já dito anteriormente, para abordar evidências de aprendizagem seriam necessárias outras atividades, realizadas em tempo prolongado e aliadas a outras formas de ensino (STUCHI e FERREIRA, 2003), o que não contemplamos em nossa proposta.

Apesar da necessidade de adaptação para a realidade de um ambiente de Planetário, a seqüência estruturada de uma unidade didática apresentada por Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez se mostrou eficaz e adequada à nossa proposta. A descrição das etapas a serem seguidas nos foram úteis como guias, apontando os cuidados a serem tomados para melhor qualidade da atividade, bem como algumas alternativas de trabalho.

Ao se descreverem as etapas de construção da unidade didática, os referenciais listam os objetivos e procedimentos a serem tomados em cada uma delas. Isso nos auxiliou a compreender e delimitar os objetivos da atividade por nós proposta, como também visualizar o campo de atuação da mesma junto aos alunos participantes. Consideramos, então, segundo nossa pesquisa, que essa abordagem foi um bom instrumento para a elaboração de uma atividade de ensino em um Planetário.

A sessão de cúpula proposta na presente investigação, atendidas as alterações apontadas, nos permitiu visualizar as potencialidades de um ambiente não-formal de Planetário para auxiliar no processo de ensino de conceitos científicos e também na difusão desses conceitos, em prol da construção do conhecimento científico do público visitante.

Em uma perspectiva sócio-histórica, a construção do conhecimento científico por um indivíduo se dá por meio de interações do mesmo com o meio em que se insere, mediado por atividades, instrumentos e pessoas capacitadas para esses fins (LIBÂNEO, 2004). Um dos principais objetivos das escolas e demais instituições formais é realizar essa mediação, transpondo o conhecimento científico aos alunos, utilizando para isso livros, apostilas e demais instrumentos (VILLANI e NASCIMENTO, 2003). Porém, as metodologias desenvolvidas nesses espaços podem não ser suficientes para efetivar esses objetivos, como apontam Lucas e Ucko (apud LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001).

Assim, os espaços não-formais podem atuar de forma a promover atividades diferenciadas das realizadas nas escolas, tais como exposições, observações, palestras e experiências diversas, que propiciem aos alunos uma interação com a natureza do conceito abordado, para que eles sejam mais suscetíveis ao conhecimento científico e que se interessem mais pela Ciência, como propõe a literatura (FALK, 2002; DIERKING, 2005).

Encerrando nossa análise, indicamos que essa primeira reestruturação da sessão de cúpula faz parte de nosso compromisso para que a mesma apresente da forma mais clara, correta e apreciável possível os conceitos físicos nela inseridos. Também realizaremos novas aplicações com alunos do Ensino Médio, para fortalecer nossa investigação sobre as possíveis inferências desse tipo de atividade no processo de ensino de conceitos científicos para adolescentes. A partir de nossas posteriores aplicações esperamos obter novos elementos para o aprimoramento da sessão e ainda produzir novas sessões, tendo o mesmo compromisso com o ensino não-formal.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Telescópios Refletores
Keck (1993)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

À guisa da conclusão de nossa pesquisa, faremos uma releitura geral das etapas da mesma, recordando e discutindo os resultados que obtivemos.

Após determinadas as questões norteadoras da pesquisa, iniciamos nossa investigação levantando uma gama de trabalhos nacionais e internacionais que a sustentassem. Caracterizamos, em concordância com a literatura selecionada, as diversas formas de ensino e os ambientes a eles associados, para, enfim, enfatizarmos os Planetários. Discorreremos sobre aspectos históricos, físicos e pedagógicos desses ambientes, buscando identificá-los, em consonância com a literatura, na categoria de ambientes não-formais de ensino.

Também nos aprofundamos nos referenciais da Didática das Ciências para a elaboração de uma sessão de cúpula, bem como nos referenciais da História da Ciência, como aporte para a estruturação do tema trabalhado.

Determinado o tema da sessão (Telescópios), após a verificação de que o mesmo se enquadrava na proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, partimos para a realização de uma síntese histórica sobre a origem e evolução desses instrumentos, utilizando como referenciais autores que desenvolvem trabalhos em História da Astronomia, publicados em periódicos da área, além de livros e documentários elaborados por profissionais capacitados.

Sendo praticamente inexistentes os trabalhos que abordam de forma detalhada o processo de elaboração de uma sessão de cúpula, nos dispusemos a apresentar uma descrição das etapas que a compõem, desde a escolha do tema até a sua apresentação ao público. Para isso, nos fundamentamos em referenciais de Produção Audiovisual, da História da Ciência e da Didática das Ciências.

O processo de construção de uma sessão de cúpula é longo e requer todo um cuidado metodológico e conceitual para que alcance seu objetivo de ensino e divulgação científica. Para concretizar nossa proposta de construção de uma sessão de cúpula voltada ao ensino de conceitos físicos, seguimos uma seqüência que acreditamos ter sido adequada às características físicas do ambiente em que atuamos. Sendo assim, iniciamos com a seleção do tema a ser abordado e então partimos para uma investigação documental que nos auxiliasse na elaboração do roteiro a ser apresentado.

De posse do texto a ser narrado, selecionamos as imagens que o complementaríamos, sendo as mesmas obtidas por meio de sites institucionais para guardar a fidedignidade do material a ser explicitado. O texto gerado por meio de pesquisa documental foi enviado à Radio Universidade FM para gravação do áudio em estúdio especializado. Foram necessárias três gravações para que obtivéssemos o resultado esperado. Tendo acesso ao áudio, editamos o mesmo em um software especializado, sendo que à narrativa foi-se acrescentado um fundo musical. As músicas foram selecionadas de um banco de dados do Planetário de Londrina.

Concluída essa etapa, iniciamos a adaptação do áudio e das imagens na cúpula do Planetário de Londrina, onde seria apresentada a sessão. Esse foi o momento de aliar os elementos audiovisuais aos equipamentos constituintes do projetor de estrelas. Foi necessária a presença da planetarista ao longo de toda a sessão, pois o equipamento instalado na cúpula do Planetário exigiu constante manipulação durante a apresentação.

Realizada essa adaptação, a sessão de cúpula foi apresentada a seis turmas de 2º e 3º anos do Ensino Médio, de escolas públicas da cidade de Londrina e região. Para avaliação da atividade proposta e também objetivando coletar dados para posterior análise, desenvolvemos dois questionários, que contavam de perguntas que abordavam conceitos físicos e de cunho pessoal. Esses questionários foram aplicados antes e após a apresentação da sessão.

Das 6 aplicações realizadas, somente três foram utilizadas para análise, devido ao fato de que, no decorrer do processo de aplicação, notamos a necessidade de alterações na sessão para um melhor aproveitamento dos alunos. Com os dados coletados em mãos, seguimos para a análise dos mesmos, tendo como aporte a Análise Textual Discursiva.

As respostas dos estudantes nos remeteram a três categorias distintas, que nos indicaram alguns elementos essenciais para a investigação das possíveis contribuições dos Planetários para o processo de ensino de conceitos científicos. A primeira delas foi denominada *Inferências Cognitivas*, em que se tem um resumo das idéias dos estudantes sobre conceitos da Óptica Geométrica em dois momentos isolados: alguns dias antes da atividade no Planetário e logo após a mesma. Analisando as respostas dos alunos, notamos que, mesmo existindo a necessidade de mudanças na estrutura da sessão de cúpula, houve algum tipo de influência da mesma sobre os estudantes, mesmo que superficial. Isso se tornou

mais evidente ao examinarmos as respostas de alunos do 2º ano do Ensino Médio, que ainda não haviam estudado Óptica na escola, mas conseguiram identificar algumas características sobre Refração e Reflexão.

As considerações dos alunos sobre aspectos diversos, como o uso da tecnologia no cotidiano e as contribuições de uma atividade extra-classe para uma melhor compreensão dos conceitos científicos nos remeteram a criação da categoria *Asserções de Valor dos Alunos*. Nela notamos a presença de valores cognitivos, sociais e pedagógicos inseridos implicitamente em suas escritas, além da consciência que os estudantes possuem de que atividades fora do contexto da sala de aula podem ser agregadas ao currículo escolar para que o ensino de determinados conceitos seja de melhor qualidade.

Por fim, mas não menos importante, apresentamos a categoria *Avaliação do Público Visitante*, em que são expostas as considerações dos estudantes sobre a sessão de cúpula, que nos auxiliaram na reestruturação da mesma. A maior parte dos alunos se mostrou favorável à atividade proposta, destacando que ela os possibilitou passar por momentos diferenciados que os encorajou a se aprofundar sobre assuntos científicos diversos. Eles contribuíram também com sugestões para que a sessão se aproximasse mais da realidade dos visitantes, o que também foi essencial para a reformulação dessa atividade. Esses elementos, evidenciados e discutidos na análise dos questionários, nos remeteram a caracterizar os Planetários como ambientes que promovem atividades de ensino não-formal, em consonância com os referenciais da área, apresentados na presente dissertação.

A elaboração da sessão de cúpula, conforme descrito anteriormente, foi um processo longo e que necessitou de diversas reformulações até que se alcançasse um resultado inicial satisfatório. A escassez de pesquisas no campo da estruturação de uma atividade como essa dificultou nosso trabalho, sendo nossa experiência profissional em Planetários e as diversas reuniões da Associação Brasileira de Planetários nossos alicerces de origem prática. Somando-se a isso, enfatizamos que foram utilizados também referenciais no campo da Didática das Ciências, das Unidades Didáticas, da História da Ciência, e de produção audiovisual, que se demonstraram relevantes tanto para a elaboração da atividade para o ensino de conceitos físicos em Planetário, quanto para a edição do material proposto na presente pesquisa.

Ao longo das aplicações da sessão junto aos alunos participantes da mesma, visualizamos a necessidade de alteração da sua estrutura, fato relevante para o bom andamento da investigação e que também nos apontou o aspecto flexível desse tipo de atividade. As sessões de cúpula, ao apresentarem esse tipo de característica, nos remetem a considerar que elas podem se adaptar tanto metodologicamente quanto ao tipo de estrutura física e tecnológica de cada Planetário, o que indica a possibilidade de compartilhamento da sessão oriunda de nossa pesquisa entre os diversos Planetários existentes.

Acreditamos ser importante também evidenciar as dificuldades encontradas durante a construção da sessão, especialmente no que diz respeito aos equipamentos utilizados. O projetor de estrelas do Planetário de Londrina é um modelo óptico-mecânico, que necessita de outros aparelhos eletrônicos para complementar a produção audiovisual. Entre esses equipamentos estão os projetores de slides e os multimídias.

Inicialmente optamos por utilizar somente os projetores de slides para preservar o ambiente mais escuro, objetivando uma melhor visualização do fundo de estrelas. Porém, tivemos certa dificuldade para confeccionar os slides, já que em Londrina não existe nenhuma empresa especializada nesse ramo. As imagens selecionadas tiveram que ser enviadas a São Paulo, o que dificultou a verificação da qualidade desses slides (tamanho adequado das imagens, contraste, etc.). Também o uso de slides não permitiu uma dinâmica maior durante a sessão, já que os projetores foram fixados em duas partes opostas da cúpula.

Para se obter certa sensação de imersão das imagens no fundo de estrelas, foi necessário “mascarar” cada um dos slides, ou seja, pintar todo o seu fundo com tinta preta para reforçá-lo e assim não permitir que o excesso de luz dos projetores escapasse para a cúpula.

Durante a etapa de reestruturação da sessão de cúpula, a verba cedida pelo CNPq e utilizada para a confecção de novos slides já havia acabado. Assim, tivemos que utilizar um projetor multimídia, disposto no centro da sala, junto à mesa onde fica o Planetário. Porém, o uso desse aparelho prejudicou o fundo de estrelas, pois clareava muito a cúpula. Para amenizar a situação, usamos filtros na abertura desse datashow. O uso de um projetor de estrelas digital facilitaria a produção da sessão, permitindo uma maior movimentação das imagens de modo a

proporcionar aos participantes uma maior imersão na sessão, além de uma visualização dos fenômenos físicos apresentados mais próxima da realidade.

Apesar desses problemas, reconhecemos que o resultado de nossa proposta foi satisfatório, o que se reforçou com os apontamentos dos alunos, registrados nos questionários.

Desenvolvemos essa pesquisa devido à escassez de conteúdo bibliográfico sobre a construção de sessões de cúpula, como também por considerar a importância de uma investigação a respeito desse processo de construção. Acreditamos que as discussões levantadas na presente dissertação são significativas para os profissionais que atuam em Planetários, auxiliando-os no atendimento aos visitantes, e também no aprimoramento metodológico em relação à construção e apresentação das sessões de cúpula, visando uma divulgação científica e um ensino de conteúdos científicos. No campo acadêmico, essa investigação pode frutificar em novas linhas de pesquisa nos campos da produção audiovisual, da Didática das Ciências e do ensino não-formal.

Para finalizar, anunciamos que com as alterações na sessão de cúpula foram efetivadas, futuras aplicações com novos alunos do Ensino Médio serão agendadas, nas quais objetivamos continuar nossas investigações a respeito do tipo de influência, contribuição e potencial educativo de uma sessão de cúpula no ensino de conceitos e conteúdos científicos.



*Radiotelescópio
Arecibo (1963)*

REFERÊNCIAS

ADÚRIZ-BRAVO, A. **Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciências**. 2001. Tese (Doctorat em didàctica de les Ciències Experimentals) – Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 2001.

ARECIBO OBSERVATORY. **About**. Disponível em: <http://www.naic.edu/outreach/describe_fset.htm>. Acesso em: 12 mar. 2011.

ASIMOV, I. **Como descobrimos Netuno**. São Paulo: Manole Dois, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PLANETÁRIOS. **Planetários**. Disponível em: <<http://planetarios.org.br/planetarios>>. Acesso em: 2 jul. 2010.

BACHELARD, G. **Le nouvel esprit scientifique**. Paris: Universitaires de France, 1983.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3. Ed. Lisboa: Ed. 70, 2004.

BARRIO, J. B. M. **El planetário: um recurso didático para la enseñanza de la astronomia**. 2002. Tese (Tesis Doctoral) - Universidad de Valladolid, Facultad de Educación y Trabajo Social, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Geodinámica, Valladolid, 2002.

_____. A investigação educativa em astronomia: os planetários como espaços de ensino e aprendizagem. In: LONGHINI, M. D. (Org.) **Educação em astronomia: experiências e contribuições**. Campinas: Átomo, 2010. p. 159-178.

BATISTA, I. L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.

BATISTA, I. L.; ARAMAN, E. M. Uma abordagem histórico-pedagógica para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 466-489, 2009.

BAXTER, J. Children's understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 11, n. 5, p. 502-513, 1989.

BECKERS, J. M. Adaptive optics for astronomy: principles, performance and applications. **Annual Review of Astronomy and Astrophysics**, n. 31, p. 13-62, 1993.

BENNETT, J. The era of Newton, Herschel and Lord Rosse. **Experimental Astronomy**, n. 25, p. 33-42, 2009.

BISHOP, J. E. The educational value of the planetarium. **Planetarian**, v. 8, p. 1-6, 1979.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto, 1994.

BRAUND, M.; REISS, M. Towards a more authentic science curriculum: the contribution of out-of-school learning. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 12, p. 1373-1388, 2006.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1996.

_____. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

BROWN, H. I. Galileo on the telescope and the eye. **Journal of the History of Ideas**, p. 487-501, 1985.

CAMINO, M. Ideas previas y cambio conceptual em astronomia: um estúdio com maestros de primaria sobre el dia y la noche, lãs estaciones y lãs fases de la luna. **Enseñaza de Las Ciências**, v. 13, n. 1, p. 81-96, 1995.

CANALLE, J. B.; LATTARI, C. J.; TREVISAN, R. H. Assessoria na avaliação do conteúdo de astronomia nos livros de ciências do primeiro grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p. 101-106, 2000.

CHAGAS, I. Aprendizagem não formal/formal das ciências: relações entre os museus de ciência e as escolas. **Revista de Educação**, v. 3, p. 51-59, 1993.

DELORS, Jacques et al. **Educação**: um tesouro a descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez, 1996. Disponível em:
<<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000009.pdf>> Acesso em: 12 nov. 2010.

DE MANUEL BARRABÍN, J. Por qué hay veranos e inviernos? representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 13, n. 2, p. 227-236, 1995.

DIB, C. Z. Formal, non-formal and informal education: concepts/applicability. **AIP Conference Proceedings**, v. 173, p. 300-315, 1988.

DIERKING, L. D. Lessons without limit: how free-choice learning is transforming science and technology education. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 12, p. 145-160, 2005.

DIERKING, L. D.; FALK, J. H. **Community connections for science education: history and theory you can use**. Virginia: NSTA Press, 2001.

DRAKE, S. **Galileo at work**: his scientific biography. Chicago: University of Chicago Press, 1978.

EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY. **ESO, the European Southern Observatory, builds and operates a suite of the world's most advanced ground-based astronomical telescopes**. Disponível em: <<http://www.eso.org/>>. Acesso em: 15 out. 2009.

FALK, J. H. The contribution of free-choice learning to public understanding of science. **INCI**, v. 27, n. 2, p. 62-65, 2002. Disponível em:
<http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442002000200003&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 12 out. 2009.

FALK J. H.; STORKSDIECK, M. Learning science from museums. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 12, p. 117-143, 2005.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

GADOTTI, M. A questão da educação formal/não-formal. In: INSTITUT INTERNATIONAL DES DROITS DE L'ENFANT (IDE). **Droit à l'éducation: solution à tous les problèmes ou problème sans solution?** Sion (Suisse), 2005. p.1-11.

GALILEI, G. **Sidereus nuncius or the sidereal messenger**. Rio de Janeiro: Duetto, 2009.

GEMINI OBSERVATORY. **Journey through the universe: seven years of exploration**. Disponível em: <<http://www.gemini.edu>>. Acesso em: 19 set. 2010.

GEMINI OBSERVATORY. **Telescope**. Disponível em: <http://www.gemini.edu/images/pio/telescope_images/20070821_gn_mk_3d_tl_0821-2207_c2191.jpg>. Acesso em: 19 set. 2010.

GEYMONAT, L. **Galileu galilei**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

GIACOMANTONIO, M. **O ensino através dos audiovisuais**. São Paulo: USP, 1981.

GIL, D. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, p. 111-121, 1986.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GOHN, M. G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 14, n. 50, p. 27-38, 2006.

GRECO, V.; MOLESINI, G.; QUERCIOLI, F. Telescopes of Galileo. **Applied Optics**, v. 32, n. 31, p. 6219-6226, 1993.

HAKKILA, J. E.; RICHARDSON, A. **Hubble Space Telescope**. Mankato: Smart Apple Media, 2000.

HENRIQUE, Lucas. **Revelando Júpiter: o segredo de um gigante**. 2008. Disponível em: <<http://www.observatorio.ufmg.br/dicas09.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

HODSON, D. Towards a phylosophically more valid science curriculum. **Science Education**, v. 72, p. 19-40, 1988a.

_____. Filosofía de la ciencia y educación científica. In: PORLAN, R. et al. (Comp.). **Constructivismo y enseñanza de las ciencias**. Sevilla: Diada, 1988b.

HUBBLE, E. P. A spiral nebula as a stellar system, Messier 31. **Astrophysics Journal**, n. 69, p. 103-158, 1929.

_____. Effects of red shifts on the distribution of nebulae. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 22, n. 11, p. 621-627, 1936.

HUBBLE SITE. **Spacecraft Hubble: bidding Hubble farewell**. 2009. Disponível em: <<http://hubblesite.org/gallery/spacecraft/25/>>. Acesso em: 19 set. 2010.

_____. The James Webb Space Telescope. Disponível em:

<http://webbtelescope.org/webb_telescope/>. Acesso em: 19 set. 2010.

HUYGENS, C. **Systema Saturnium; sive, de causis mirandorum Satvrni phænomenôn, et comite ejus planeta nova**. Hagae-Comitis, 1659.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE. **Rádio Observatório Espacial Do Nordeste**. Disponível em: <<http://www.roen.inpe.br/frames/roen.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

_____. **Rádio Observatório do Itapetinga**. Disponível em: <<http://www.das.inpe.br/radio/observatorio.html>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

INSTITUTE AND MUSEUM OF THE HISTORY OF SCIENCE. Galileo. Disponível em: <<http://www.imss.fi.it/>>. Acesso em: 23 out. 2009.

JOINT ASTRONOMY CENTRE. **James Clerk Maxwell telescope**. Disponível em: <<http://www.jach.hawaii.edu/JCMT>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

KANTOR, C. A. **Aspectos emocionais nas sessões de planetários: como categorizar?** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. 18, 2009, Vitória. **Resumos...** Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/programa/lista_trabalho.asp?seid=46>. Acesso em: 26 fev. 2010.

KECK OBSERVATORY. **The two Keck 10-meter (33 feet) telescopes**. Disponível em: <<http://keckobservatory.org/gallery/full/109/>>. Acesso em: 19 set. 2010.

KING, H. **The history of the telescope**. London: Charles Griffin, 1955.

KUHN, T. First philosophy and first-and second-order discourse. In: MARGOLIS, J.; CATUDAL, J. **The quarrel between invariance and flux: a guide for philosophers and other players**. Pensilvania: Pennsylvania State University Press, 2001. p. 116-130.

_____. **Estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2007.

LABELLE, T. J. An introduction to the nonformal education of children and youth. **Comparative Education Review**, v. 25, n. 3, p. 313-329, 1981.

LACEY, H. Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais? **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 121-149, 2003.

_____. **Valores e atividade científica**. 2. ed. São Paulo: Ed. 34, 2008.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – UNESP, Bauru, 2004.

LANGHI, R.; NARDI, R. À procura de um programa de educação continuada em astronomia adequado para professores dos anos iniciais do ensino fundamental. **ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA**, 11, P.1-12, Curitiba, 2008.

LEQUEUX, J. The great nineteenth century refractors. **Experimental Astronomy**, n. 25, p. 43-61, 2009.

LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davidov. **Revista Brasileira de Educação**, n. 27, p. 5-24, 2004.

LIMA, E. J. M. **A visão do professor de ciências sobre as estações do ano**. 2006. 119 f. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências e educação matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2001.

MARANDINO, M. Interfaces na relação museu-escola. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 1, p. 85-100, 2001.

_____. Transposição ou recontextualização? sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. **Revista Brasileira de Educação**, n. 26, p. 95-108, 2004.

_____. A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciências. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 12, p. 161-181, 2005.

MARICONDA, P. R. O diálogo de Galileu e a condenação. **Caderno de História e Filosofia da Ciência**, v. 10, n. 1, p. 77-160, 2000.

MARTINS, V. Prática de valores na escola. In **Construir Notícias**. Recife, Criarp, nº 24, 2005. p. 6-11, 2005. Disponível em: <http://abec.ch/Portugues/subsidios-educadores/artigos/categorias/artigos-ed-paz/ARTIGO_A_PRATICA_DE_VALORES_NA_ESCOLA%20Versao25_11_04.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2011.

MARTINS, A. F. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, C. **O planetário: espaço educativo não-formal qualificando professores da segunda fase do ensino fundamental para o ensino formal.**

2009. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

MATTHEWS, M. R. **Science teaching: the role of history and philosophy of science.** New York: Routledge, 1994.

_____. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MCCOMBS, B. L.; WHISLER, J. S. The role of affective variables in autonomous learning. **Educational Psychologist**, v. 24, p. 277-306, 1989.

MCCOMBS, B. L. Motivation and lifelong learning. **Educational Psychologist**, v. 26, p. 117-127, 1991.

MEDEIROS, A. A história da ciência e o ensino de física moderna. In: NARDI, R. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes.** São Paulo: Escrituras, 2007. p. 273-292.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica: indivisa. **Boletín de Estudios e Investigación**, n. 6, p. 83-101, 2005.

MOURÃO, R. R. F. **O livro de ouro do universo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.

_____. **Manual do astrônomo.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.

MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS. **Luneta: histórico**. Disponível em: <http://www.mast.br/multimedia_instrumentos/luneta_historico.html>. Acesso em: 12 mar. 2011.

NASCIMENTO, S. S. A imagem na popularização das ciências: a astronomia popular de Camille Flammarion. **Educação Temática Digital**, v. 9, p. 15-30, 2008.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **COROT space telescope**. Disponível em: <<http://astrobiology.nasa.gov/missions/current/corot-space-telescope/>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

_____. **Gallery**. Disponível em: <<http://sohowww.nascom.nasa.gov/gallery/Spacecraft/SOHOLower2.html>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

_____. **Messenger: mission to mercury**. Disponível em: <http://www.nasa.gov/mission_pages/messenger/main/index.html>. Acesso em: 12 mar. 2011.

_____. **Spacecraft**. Disponível em: <<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/index.html>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

NATIONAL ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF JAPAN. **Subaru Gallery**. Disponível em: <http://www.naoj.org/Gallery/gallery_images/subarutele2.jpg>. Acesso em: 20 set. 2010.

NATIONAL GEOGRAPHIC. **If the stones could speak**. Disponível em: <<http://ngm.nationalgeographic.com/2008/06/stonehenge/geiger-photography>>. Acesso em: 28 set. 2009.

NATIONAL RADIO ASTRONOMY OBSERVATORY. **Vla south**. Disponível em: <<http://images.nrao.edu/Telescopes/VLA/90>>. Acesso em 12 mar. 2011.

NETO, J. M., FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

NETO, J. M.; PACHECO, D. In: NARDI, R. **Pesquisas no ensino de física**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

OBSERVATÓRIO NACIONAL. **Refrator ou refletor**. Disponível em <<http://astro.if.ufrgs.br/telesco/node2.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

O'DELL, C. R. Creation of the Hubble space telescope. **Experimental Astronomy**, n. 25, p. 261-272, 2009.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

OMNIS LUX – ASTRONOMIA & PROJETOS CULTURAIS. **O que um planetário oferece**. Disponível em: <<http://www.omnislux.com.br/planetarios/oferece.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

OTHMAN, M. Science education in a planetarium. **Astronomical Society of Australia**. v. 9, n. 1, p. 69-71, 1991.

PARANÁ. **Diretrizes curriculares de física para o ensino médio**. Curitiba: Secretaria Estadual de Educação, 2008.

PARRA, N. **Metodologias dos recursos audiovisuais**. São Paulo: Saraiva, 1977.

PIAGET, J. **A epistemologia genética: sabedoria e ilusões da filosofia; problemas de psicologia genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

PUZZO, D. **Um estudo das concepções alternativas presentes em professores de ciências de 5ª série do ensino fundamental sobre fases da lua e eclipses**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

QUEIROZ, V. **A astronomia presente nas séries iniciais do ensino fundamental das escolas municipais de Londrina**. 2008. Dissertação

(Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

RODRIGUES, M. I. R.; CARVALHO, A. M. P. Professores – pesquisadores: reflexão e mudança metodológica no ensino de física – o contexto da avaliação. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p. 39–53, 2002.

ROMANZINI, J.; QUEIROZ, V. **Você sabia que existe um tipo de poluição que ofusca o brilho das estrelas? Ciência Hoje das Crianças**, n. 208, p. 20, 2009.

ROSA, P. R. S. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p. 33-49, 2000.

SALTIEL E.; VIENNOT, L. What do we learn from similarities between historical ideas and the spontaneous reasoning of students? In: LIJNSE, P. (Ed.). **The many faces of teaching and learning mechanics**. Utrecht: GIREP, 1985. p. 199-214.

SALVI; R.; BATISTA, I. L. Perspectiva pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: pensamento complexo e reconciliação integrativa. **Ensaio**, v. 8, n. 2, p. 147-160, 2006.

SANCHÉZ BLANCO, G.; VALCÁRCEL PÉREZ, M. V. Diseño de unidades didácticas en el area de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, p. 33-44, 1993.

SANCHÉZ BLANCO, G.; DE PRO BUENO, A.; VALCÁRCEL PEREZ, M. A. V. La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones em la educación secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, p. 35-50, 1997.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o ensino de física na escola média: algumas possibilidades de desenvolver o tema produção de energia elétrica em larga escala em uma situação de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 3, p. 342-352, 2002.

STRANO, G. La lista della spesa di Galileo: um documento transcurato sul perfezionamento del telescópio. **Galilaeana**, v. 6, p. 163-177, 2009.

STUCHI, A., FERREIRA, N. C. Análise de uma exposição científica e proposta de intervenção. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 207-217, 2003.

TELESCOPES FROM THE GROUND UP. **Herschel's 20 foot-long reflector**.

Disponível em: <<http://amazing-space.stsci.edu/resources/explorations/groundup/lesson/scopes/herschel/scope.php>>. Acesso em: 14 abr. 2010.

_____. **The yerkes 40-inch refractor**. Disponível em: <<http://amazing-space.stsci.edu/resources/explorations/groundup/lesson/scopes/yerkes/scope.php>>. Acesso em: 14 abr. 2010.

TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B.; CANALLE, J. B. G. Assessoria na avaliação do conteúdo de astronomia dos livros de ciências do primeiro grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 1, p. 7-16, 1997.

TRUMPER, R. A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 11, p. 1111-1123, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Planetário UFRGS. **A máquina do céu**. Disponível em: <<http://www.planetario.ufrgs.br/maqceu.html>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

VAN HELDEN, A. "Annulo cingitur": the solution of the problem of Saturn. **Journal for the History of Astronomy**, v.5, p. 155-174, 1974.

_____. The beginnings, from Lippershey to Huygens and Cassini. **Experimental Astronomy**, n. 25, p. 3-16, 2009.

VIEIRA, F. **Identificação do céu**. 3. ed. Rio de Janeiro: Fundação Planetário da cidade do Rio de Janeiro, 2002.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Educação**, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 3, p. 187-209, 2003.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

ZANETIC, J. **Evolução dos conceitos da física: alguns tópicos de história da física**. São Paulo: IFUSP, 1989.

YU, K. C.; SAHAMI, K. Visuospatial astronomy education in immersive digital planetariums. **Communicating Astronomy with the Public**, 2007. p. 242-245.



*Telescópio Espacial
Hubble (1990)*

APÊNDICE 1. QUESTIONÁRIO PRÉ-ATIVIDADE

Caro aluno,

O questionário a seguir será utilizado em posterior análise para uma Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual de Londrina orientada pela Prof^a. Dra. Irinéa de Lourdes Batista. Todas as informações cedidas por meio deste questionário serão tratadas de forma a não prejudicar de qualquer maneira a pessoa que o responder. Dados pessoais como nome, idade, escola e outros não serão publicados sem autorização prévia.

Grata por sua compreensão e colaboração

Juliana Romanzini

Planetário de Londrina/UEL



Nome do Aluno (a) _____

Questionário Pré-Atividade

1. Um dos conteúdos estudados no 2º ano do Ensino Médio é a Óptica Geométrica. Você já estudou Óptica nessa série? Em caso positivo, quais conteúdos dessa área você estudou?

R.: _____

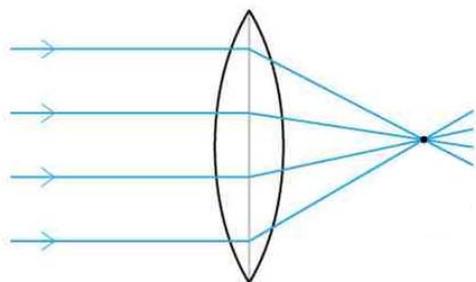
2. Um dos conceitos da Óptica é a Refração da Luz. O que você sabe sobre isso?

R.: _____

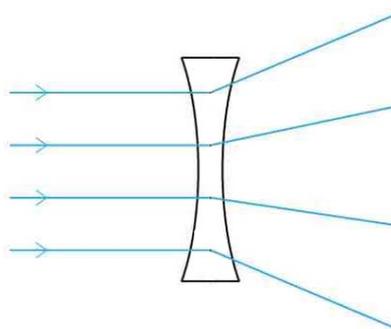
3. Outro conceito também estudado na Óptica é a Reflexão da Luz. O que você sabe sobre isso?

R.: _____

4. A luz, ao passar por uma lente, sofre um desvio em sua trajetória. Explique o que está acontecendo com os raios de luz nos esquemas abaixo, identificando o tipo de lente usado em cada caso.



a)



b)

R.: _____

5. O que é um Telescópio? Você pode citar o nome de algum Telescópio conhecido?

R.: _____

6. Você conhece a história da invenção do primeiro Telescópio? Quais fatos você acha relevantes?

R.: _____

7. Você acha que estudando a história de um conceito científico fica mais fácil compreendê-lo? Justifique e exemplifique se possível.

R.: _____

8. Qual a importância da tecnologia para a Ciência?

R.: _____

9. Qual a importância da tecnologia para a sua vida?

R.: _____

10. Cite aspectos positivos e negativos de atividades realizadas fora da sala de aula.

R.: _____

11. Sua turma já participou de atividades fora da sala de aula? Quais?

R.: _____

12. Essas atividades foram favoráveis para um melhor entendimento dos conceitos estudados na sala de aula? Justifique.

R.: _____

APÊNDICE 2. QUESTIONÁRIO PÓS-ATIVIDADE

Nome: _____

Questionário Pós-Atividade

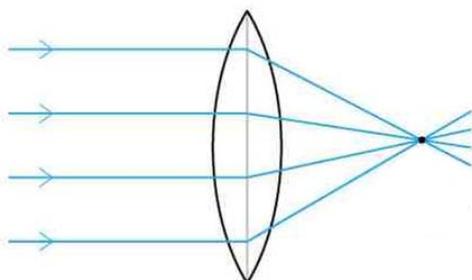
1. Um dos conceitos da Óptica é a Refração da Luz. O que você sabe sobre isso?

R.: _____

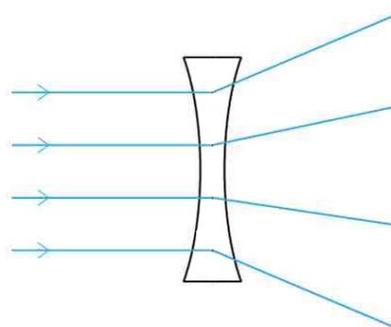
2. Outro conceito também estudado na Óptica é a Reflexão da Luz. O que você sabe sobre isso?

R.: _____

3. A luz, ao passar por uma lente, sofre um desvio em sua trajetória. Explique o que está acontecendo com os raios de luz nos esquemas abaixo, identificando o tipo de lente usado em cada caso.



a)



b)

R.: _____

4. O que é um Telescópio? Você pode citar o nome de algum Telescópio conhecido?

R.: _____

5. Quem pode ter sido um dos inventores do primeiro Telescópio?

R.: _____

6. Você acha que estudando a história de um conceito científico fica mais fácil compreendê-lo? Justifique.

R.: _____

7. Qual a importância da tecnologia para a Ciência?

R.: _____

8. Qual a importância da tecnologia para a sua vida?

R.: _____

9. Em sua opinião, uma atividade fora da sala de aula pode contribuir para a aprendizagem de um conceito científico? Justifique.

R.: _____

10. Sua turma já participou de atividades fora da sala de aula? Quais?

R.: _____

11. Essas atividades foram favoráveis para um melhor entendimento dos conceitos estudados na sala de aula? Justifique.

R.: _____

12. Você já havia visitado um Planetário antes?

R.: _____

13. O que você tem a dizer sobre sua visita ao Planetário?

R.: _____

14. Comente suas impressões a respeito da sessão de Planetário. Você acha que algo deveria ser mudado na mesma?

R.: _____

15. Em sua opinião, as sessões de Planetário podem auxiliar na compreensão dos conceitos científicos estudados na sala de aula? De que forma?

R.: _____

16. Após a visita ao Planetário você sentiu curiosidade em conhecer melhor algum conceito físico? Qual? Por quê?

R.: _____

17. Você se sente motivado (a) a voltar ao Planetário em outras ocasiões? Por quê?

R.: _____

**APÊNDICE 3. RESPOSTAS DOS ALUNOS AOS QUESTIONÁRIOS PRÉ E PÓS-
ATIVIDADE**

Para ter acesso ao conteúdo entrar em contato com a autora pelo email juromanzini@hotmail.com

APÊNDICE 4. ALTERAÇÕES FEITAS NA SESSÃO DE CÚPULA

Para ter acesso ao conteúdo entrar em contato com a autora pelo email juromanzini@hotmail.com