



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Astronomia Multimídia
A Construção da Exposição Virtual
“Astronomia – Uma Viagem Inesquecível”

CARLOS EDUARDO QUINTANILHA VAZ DE OLIVEIRA

Brasília – DF

MARÇO
2010



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Astronomia Multimídia
A Construção da Exposição Virtual
“Astronomia – Uma Viagem Inesquecível”

Carlos Eduardo Quintanilha Vaz de Oliveira

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Cássio Costa Laranjeiras e co-orientação do Prof. Dr. José Leonardo Ferreira e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração Ensino de Física, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília, DF

MARÇO
2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Quintanilha, Carlos Eduardo

Astronomia Multimídia: A Construção da Exposição Virtual “Astronomia – Uma Viagem Inesquecível”/ Carlos Eduardo Quintanilha – Brasília, 2010.

87f.

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências da Universidade de Brasília/UnB. Área de concentração: Ensino de Física.

1. Astronomia. 2. Ensino de Astronomia. 3. Ensino de Física 4. Divulgação da Astronomia. I. Título.

Carlos Eduardo Quintanilha Vaz de Oliveira

**Astronomia Multimídia: A Construção da Exposição Virtual
“Astronomia – Uma Viagem Inesquecível”**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração Ensino de Física, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 26 de março de 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cássio Costa Laranjeiras
(Presidente)

Prof. Dr. Gilberto Lacerda dos Santos
(PPGE/UnB)

Prof. Dr. Paulo Eduardo de Brito
(FUP/UnB)

Prof. Dr. Ivan Soares Ferreira - Suplente
(IF/UnB)

A minha família.

Agradecimentos

A todos, muito obrigado!

Agradecimento especial ao CNPq por financiar o desenvolvimento da Exposição Virtual de Astronomia no Museu de Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília.

RESUMO

Ensinar Astronomia é tão fascinante quanto aprender. A motivação deste trabalho acerca de novas maneiras de se ensinar a ciência mais antiga aos mais jovens. O objetivo deste trabalho é apresentar alicerces e método que fundamentaram a construção da “Exposição Virtual ***Astronomia: Uma viagem inesquecível***”. A exposição virtual sobre Astronomia foi desenvolvida desde novembro de 2007 com a colaboração do "Projeto Astronomia para Principiantes", com o objetivo de divulgar a Astronomia, popularizando a Ciência e a Tecnologia, democratizando o conhecimento e promovendo a inclusão social por meio do acesso ao conhecimento, mediante atividades educativas apoiadas em abordagens interativas, experimentais e lúdicas. Nesse sentido, o museu virtual promove a aprendizagem para muito além da estrutura escolar tradicional. A exposição proporciona aos visitantes conhecimentos gerais sobre os componentes do Universo, tais como as galáxias, as estrelas e os sistemas planetários, além de uma seção voltada para o Sistema Solar e outra para alguns grandes nomes da Astronomia. Para reforçar os ensinamentos e atingir também pessoas que não possuem acesso à internet, foram inseridas as atividades do Gnomon, do Relógio de Sol e dos movimentos e fases da Lua, além de um jogo da memória e uma cruzadinha cujos conteúdos estão imersos na exposição virtual, as quais podem ser impressas com a finalidade de que os alunos possam desenvolvê-las fora do ambiente virtual. O Museu Virtual de Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília é patrocinado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e está acessível no *site*: [HTTP://www.museuvirtual.unb.br](http://www.museuvirtual.unb.br)

Palavras-chave: Astronomia; Ensino de Astronomia; Ensino de Física; Divulgação Científica.

ABSTRACT

Teaching Astronomy is as fascinating as learning it. This motivation made possible this work about the new ways of teaching the oldest science to the young. The objective of this work is to present the fundamenting bases and the construction method of the Virtual Exposition "**Astronomy: An Unforgettable Voyage**". The Astronomy virtual exposition was developed since november 2007 in collaboration with the "Project Astronomy for Beginners". It was conceived to popularize and divulgate Astronomy, Space Sciences and related technologies, in order democratize knowledge through ludic didactic activities based in interactive and experimental approaches. In this sense, the virtual museum brings learning far away beyond the traditional scholar structure. The exposition about Astronomy brings to the visitor general knowledges from components of the Universe, just as the galaxies, the stars and planetary systems, a section for the Solar System and another with a few big names of Astronomy. To improve the learning and also reach people that can't access the internet, there are activities as the Gnomon, the Sun clock, earth motions and visual aspects of the Moon. It also has a memory and cross-word games such that the contents are inside the virtual exposition, which can be printed for using outside de virtual ambient. The exposition is being filled with a special section dedicated to the 400th anniversary of the Galileu's observations together with others highlights of the 2009 International Astronomical Year. The Virtual Museum is sponsored by the Ministry of Science and Technology (MCT) and by the Nacional Science and Technology Development Council (CNPq). The web adress is: <http://www.museuvirtual.unb.br>

Key words: Astronomy; Astronomy teaching; Physics teaching; Elementary school

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEB	Agência Espacial Brasileira
GPS	Global Positioning System
ECSS	European Cooperation on Space Standardization
LADEF	Laboratório Didático de Ensino de Física
MEC	Ministério da Educação
OBA	Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
SAB	Sociedade Astronômica Brasileira
SNCT	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
UAI	União Astronômica Internacional
UnB	Universidade de Brasília
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

Introdução.....	11
Capítulo 1. Novas Tecnologias no Processo Ensino-Aprendizagem da Astronomia.....	19
Capítulo 2. Referencial Teórico.....	30
2.1 Alicerce Pedagógico.....	30
2.2 Alicerce Epistemológico.....	33
2.3 Alicerce Cognitivista.....	38
Capítulo 3. Do Método de Construção da Exposição.....	42
Conclusões Finais.....	57
REFERÊNCIAS.....	59
ANEXO I: Roteiro da Exposição Virtual.....	61
ANEXO II: CD CONTENDO ARQUIVO DA EXPOSIÇÃO VIRTUAL	

Introdução

A imensidão do Cosmos é a menina dos olhos de todos os astrônomos. Tem-se esta certeza quando se observa um astrônomo dando explicações. De uma maneira geral, é também notória a fascinação do público com relação às questões acerca do céu – Todos se perguntam, ao menos uma vez, quantas estrelas existem, porque o céu é azul, e a observação de eclipses sempre é um momento emocionante. O sonho do astrônomo é que todas as pessoas conheçam a beleza que existe na ciência mais antiga da humanidade. Prova disto é a celebração dos quatrocentos anos das observações de Galileu por meio da criação do Ano Internacional da Astronomia em 2009 (www.iaay2009.org.br).

A Reunião da União Astronômica Internacional (UAI) foi realizada em agosto de 2009 na cidade do Rio de Janeiro e entre suas metas vamos encontrar a de incentivar o maior número possível de pessoas a olhar para o céu, descobrir ou redescobrir (para aqueles que já o fazem com certa sistemática) suas belezas e quem sabe, pela primeira vez, fazê-lo através de um telescópio. Afinal de contas, há 400 anos Galileu Galilei nos deu o exemplo (utilizando um instrumento bem rudimentar para os padrões atuais) num momento em que o questionamento e a ousadia intelectual poderiam engendrar enormes dificuldades na trajetória de vida de uma pessoa interessada nesses temas. Esta causa reuniu astrônomos profissionais e amadores, além de divulgadores e popularizadores da ciência e da tecnologia de todo o mundo. Foram realizadas observações públicas, sessões em planetários, exposições, palestras, cursos e oficinas de Astronomia em comemoração às observações de 1609. O encontro foi, sem dúvida, uma grande oportunidade de aprendizado, de desenvolvimento do gosto pela ciência para milhares de pessoas e um grande esforço em prol da formação de uma cultura científica e, sobretudo no Brasil, ainda tão carente dessa perspectiva.

Nesse contexto, é natural que o ensino de astronomia (ou a sua ausência) ganhe destaque, e a sua conseqüente e necessária revisão passe a ser considerada. Diferentes pesquisas indicam a necessidade de revisão da formação do professor responsável pelo ensino de astronomia na educação básica, visto que em sua grande maioria eles não receberam nenhuma formação em Astronomia ao longo da

sua graduação e que geralmente tomam o livro didático como referência para o seu trabalho de preparação de aulas (AMARAL, 2008).

O Ministério da Educação (MEC) desenvolve um importante programa (Programa Nacional do Livro Didático, PNLD) de avaliação e seleção de livros didáticos destinados aos estudantes da rede pública de ensino. Pesquisas mostram que após a implantação do PNLD o conteúdo de Astronomia presente nestes livros vem sendo melhorado, tanto nas informações quanto nas ilustrações (de grande relevância nesta área do conhecimento) e atividades práticas (AMARAL E QUINTANILHA, 2008; LANGHI E NARDI, 2007; LEITE E HOUSOUME, 2005; SOBREIRA, 2002; CANALLE, 1997).

No que diz respeito aos conteúdos propriamente ditos é nítida a atualização da qual o ensino formal tem sido objeto. Há uma preocupação específica com os professores responsáveis pela disciplina de Ciências da Natureza nos anos finais do Ensino Fundamental, o que originou a criação de cursos de licenciatura em Ciências Naturais. Contribuições não menos importantes têm surgido a partir de cursos de extensão em Universidades e Centros de Ciência e Pesquisa, e também da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), que vem desenvolvendo sistematicamente oficinas e materiais de apoio ao professor, com apoio do MEC e da Agência Espacial Brasileira (AEB).

Concomitantemente a isto tudo, o Ministério de Ciência e Tecnologia fomenta projetos e programas de difusão e popularização da Ciência. Esta maneira de ensinar a Ciência tem se mostrado bastante eficiente no Brasil. Existem atividades voltadas para todo o público, desde crianças a idosos, e também as feiras e encontros científicos. Certamente o maior evento deste tipo no Brasil é a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), que conta com atividades em todos os estados da Federação. A visitação na SNCT, especialmente em Brasília, é muito grande e formada por um amplo espectro de público – alunos da educação básica (Ensino Fundamental e Médio), pais com filhos, entusiastas da tecnologia, casais de namorados, e etc.

Por esta perspectiva é possível encontrar diferenciados contextos educacionais em um evento dessa natureza, onde a difusão e a popularização da

ciência e da tecnologia são os focos centrais. A turma forçada a produzir relatórios e textos sobre o evento se encontra em um contexto estritamente formal de aprendizado – a despeito de estar fora da escola. Mesmo que nem todos os momentos dentro de uma sala de aula sejam de aprendizado formal. O entendimento sobre educação formal aqui é aquele no qual o educando é submetido a um processo formal (*stricto sensu*) de avaliação.

Nas primeiras séries da alfabetização a Astronomia é utilizada como um agente de abertura de diálogos para a escolarização das crianças. Isto é, os educadores se aproveitam da familiaridade existente entre os educandos e o Sol, as estrelas, os planetas, etc. A partir daí ensinam conceitos como o dia e a noite, as cores e um dos mais importantes conceitos que carregamos conosco: o Tempo.

Temos que considerar ainda o processo de inclusão digital dos professores, escolas e estudantes. Parte do público escolar possui acesso a computadores e alguns o utilizam de alguma forma para aprender Astronomia. Para este público o computador é uma tecnologia diferente da comumente encontrada nas salas de aula e neste sentido é considerada uma Nova Tecnologia. Trabalhos anteriores citam essas novas tecnologias como de informação ou audiovisual, esta classificação se refere basicamente ao computador pessoal e ao vídeo cassete com infotextos e documentários, respectivamente. Atropelando essa dicotomia, no momento, é possível perceber que em todos os casos há trânsito de informações em vários níveis.

O papel dessas novas tecnologias vai além do “produto final” apresentado aos estudantes dentro do ambiente escolar. Para que o produto esteja disponível no mercado, diversas pessoas participaram de sua criação. Certamente essas pessoas acabaram por aprender diversos conteúdos referentes ao tema e também alguns que não são específicos do tema, mas se fazem necessários para o desenvolvimento do produto. Um exemplo muito claro pode ser analisado: A pessoa que decide montar uma página na Internet deve ter conhecimentos sobre a computação necessária para desenvolver a página e conhecimento sobre os conteúdos os quais se deseja compartilhar na rede de computadores.

Nessas novas tecnologias há um espaço completamente aberto para o diálogo de variadas formas, com as informações transitando praticamente livremente a qualquer momento, que são capazes de transformar os leitores e também quem as expõe na rede. A Educação exige um permanente pensar crítico em torno de sua ação transformadora e dos resultados que dela podem ser obtidos, em especial na área de Educação Científica. Deve-se constantemente inovar em cima de algo que já é considerado novo sem perder o caráter científico e o contexto histórico-social no qual o conhecimento foi concebido, explicitando fatos e meios pelos quais o conhecimento avançou.

No caso da Astronomia, as tecnologias inovadoras certamente começaram com os planetários, com seus projetores de múltiplas lentes e cúpulas em forma de semi-esferas. Os Planetários certamente constituem a ferramenta mais aplicada do Ensino de Astronomia ao longo do século XX. Foram desenvolvidos diversos modelos de variados tamanhos e capacidade de atendimento, de forma que a maioria das grandes cidades possui um planetário e as escolas aproveitam para levar suas turmas em visitas com o intuito de propiciar um contato mais próximo dos estudantes com a Astronomia. As visitas aos planetários são, de uma maneira geral, experiências fantásticas, marcantes pelo clima de cinema com projeções de imagens maravilhosas em uma cúpula. Atualmente já existem planetários com projetores digitais, ligados a um computador portátil, e cúpula inflável, de forma que qualquer espaço coberto, com as dimensões adequadas e instalação elétrica pode realizar sessões de planetário.

Um exemplo brasileiro é o de um grupo que desenvolveu um projetor “alternativo” para planetários ao conectar uma lente “olho-de-peixe” no local da lente tradicional de um projetor digital tradicional, barateando consideravelmente os custos de um sistema similar comercializado e suas primeiras sessões foram dedicadas à Etnoastronomia, onde em um programa de computador existiam os contornos das constelações indígenas sobre as quais eram feitas as explanações daquela sessão (DUARTE E SOUZA, 2009). Esta é uma forma de inovar no novo dando ênfase a um diálogo em torno dos grupos indígenas que compõem nossa sociedade.

Nas situações expostas o produto demanda o esforço de diversos atores, participantes que aprenderão conteúdos específicos e outros conhecimentos que

podem lhes ser úteis em momentos futuros da vida profissional. Enquanto tem a chance de tomar contato próximo com as novas tecnologias, seja como um dos atores da produção ou como leitor, um indivíduo tem a oportunidade de se distanciar do que Paulo Freire denomina de educação “bancária”, na qual o educando é praticamente um ente passivo. No caso de ser um ator da produção, justamente por ser parte de um todo, o processo é maior e neste caso a eficiência não se demonstra em habilidades com uma caneta nas mãos respondendo perguntas sem poder consultar e em um determinado tempo, mas sim em conversar com os outros atores e ser capaz de implementar todos os conceitos de forma acertada com suas intencionalidades pedagógicas.

É nesse contexto geral da educação científica, mais especificamente, no processo de difusão e popularização da Astronomia que surge aqui o objeto de estudo do presente trabalho. Como parte das ações neste campo a Universidade de Brasília desenvolveu, sob a coordenação do Prof. Dr. Gilberto Lacerda (Faculdade de Educação/UnB), o seu ***Museu Virtual de Ciência e Tecnologia***, que se caracteriza por ser um instrumento de popularização da Ciência e da Tecnologia, de democratização dos conhecimentos e de promoção da inclusão social por meio de acesso a conhecimentos, mediante atividades educativas apoiadas em abordagens interativas, experimentais e lúdicas. Suas exposições são pensadas para serem contextualizadas e de fácil acesso para professores e alunos de todos os níveis de ensino. Nesta direção, fica explicitado o seu caráter de instrumento de apoio à educação científica formal e informal em seus diferentes níveis.

Como uma das exposições desenvolvidas para este Museu, “***Astronomia – Uma Viagem Inesquecível***” procurou explorar aspectos relevantes para a educação científica no campo da Astronomia tanto para estudantes da educação básica como para um público geral interessado no tema. Seu processo de construção reúne elementos significativos, tanto do ponto de vista dos conteúdos apresentados quanto da metodologia de trabalho envolvida neste importante instrumento de difusão e popularização da ciência.

Aproveitando os conceitos de desenvolvimento de projetos espaciais formulado pela European Cooperation on Space Standardization (ECSS) é possível observar alguns aspectos comuns entre o desenvolvimento de projetos espaciais e

educativo-virtuais. Pode-se dividir o desenvolvimento em sete fases, com as seguintes ênfases:

Fase 0 – Identificação das necessidades;

Fase A – Viabilidade;

Fase B – Definições Preliminares;

Fase C – Definições Detalhadas;

Fase D – Qualificação e Produção;

Fase E – Utilização; e

Fase F – Término.

Um pequeno esboço da identificação da etapa de desenvolvimento da exposição virtual, com datas reais, nas fases descritas pela ECSS nos leva à seguinte figura:

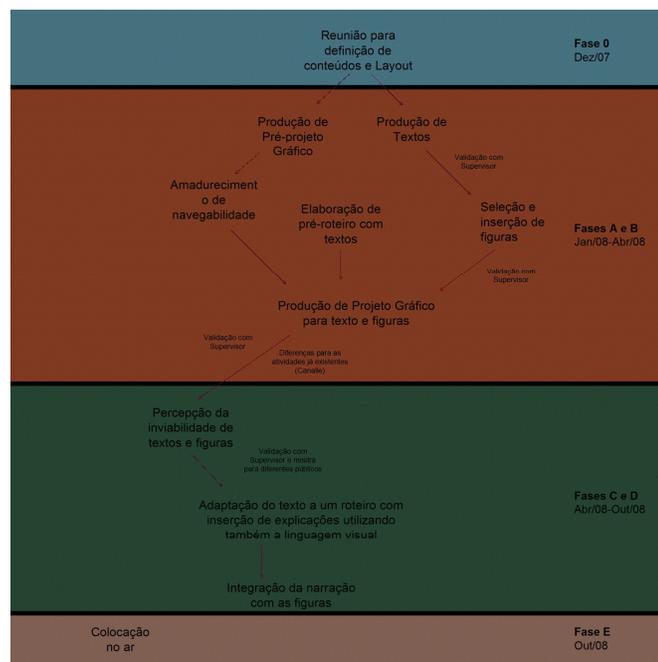


Figura 1: Identificação das etapas de desenvolvimento da Exposição nas fases da ECSS.

As Fases 0, A e B possuem foco em:

- Elaboração de requerimentos primários e identificação de conceitos que se alinhem aos objetivos do Museu.
- Identificação de todas as atividades e fontes necessárias para desenvolver o projeto.
- Iniciação de atividades pré-desenvolvimento

As Fases C e D constituem todas as atividades de concepção e desenvolvimento do Projeto.

A Fase E constitui a atividade de uso e manutenção do Projeto.

A Fase F constitui a ação de fechamento do Projeto.

Convém ressaltar que a Fase F, de descarte, simplesmente não aparece no diagrama pelo fato de não haver, em teoria, uma vida útil para a Exposição. Mais do que isto, a Exposição deve ser revisitada e atualizada sempre que possível pela equipe, o que deve ser feito em breve.

Quanto à equipe envolvida no processo, coordenada pelo Prof. Gilberto Lacerda, vale lembrar que ela reunia além do especialista em conteúdo (papel desempenhado por mim, orientado pelo Prof. José Leonardo Ferreira), programadores visuais, de software, professores.

Ao longo deste trabalho nos debruçaremos sobre este processo, buscando a sua identidade constitutiva. No **Capítulo 1**, a guisa de localização contextual, abordaremos o papel e a contribuição das novas tecnologias no processo de Ensino-Aprendizagem da ciência, dando ênfase à Astronomia.

O **Capítulo 2** estará dedicado a explicitar referenciais teóricos utilizados ao longo deste processo de construção da exposição na perspectiva do produtor de conteúdos.

O **Capítulo 3** pretende explicitar a dimensão metodológica do processo de construção da exposição. Isso se justifica, tendo em vista a sua importância como

subsídio ao processo de construção de novas exposições com intencionalidades pedagógicas no campo da difusão e popularização da ciência, advertindo para o processo de atualização e reconstrução.

Ao longo das **Conclusões Finais** sinalizo aspectos que bem podem ser considerados como um inventário de lições apreendidas.

Como Anexo, na forma de material produzido, com suporte multimídia, reúno a exposição propriamente dita, na forma de material de apoio ao professor interessado em explorar a temática da Astronomia na sala de aula.

Capítulo 1

Novas Tecnologias no Processo Ensino-Aprendizagem da Astronomia

Pode-se afirmar que, de uma maneira geral, o brasileiro tem, desde cedo na escola básica, algum tipo de contato com a astronomia. Ela acaba aparecendo, seja nas discussões em torno do descobrimento do Brasil por Cabral, quando na época das Grandes Navegações, nos símbolos utilizados na bandeira nacional, nas tradicionais referências, muitas vezes equivocadas, dos signos do zodíaco etc.. Até mesmo nos uniformes dos times de futebol e de outras modalidades esportivas as tradicionais estrelinhas acabam marcando presença.

Ainda nas primeiras séries do Ensino Fundamental as crianças comumente fazem uma visita ao planetário da região (naquelas cidades que reconhecem a importância desse espaço e o mantém funcionando), no horário da aula e bastante supervisionados pela equipe da escola. É um momento muito especial porque é uma das poucas chances que este aprendiz terá oportunidade de encontrar-se com conceitos de Astronomia no ambiente escolar. Adicionalmente à visita ao planetário, algumas escolas costumam levar alunos a feiras de ciências e outros eventos, tais como a SNCT, onde provavelmente os estudantes poderão ter algum contato orientado com a Astronomia.

Todos os dias, somos bombardeados com informações sobre o Tempo e o Clima, simplesmente este serviço é o único com espaço garantido em telejornais de qualquer emissora – e sempre são mostradas imagens de satélites com ou sem nuvens cobrindo o território nacional. Temos um exemplo de serviço de satélite para uso pessoal, o Sistema de Posicionamento Global (GPS, sigla em inglês) que até mesmo alguns modelos de aparelhos de telefonia celular estão se conectando.

A Astronomia, como todo e qualquer conhecimento científico, foi concebida inicialmente pela humanidade como resposta a alguma pergunta. Cabe ao professor resgatar esse “*espírito da pergunta*” no estudante, tornando o conhecimento significativo para o mesmo em um contexto diferente daquele da avaliação formal.

Quando o estudante percebe a importância do conhecimento ele se esforça para entendê-lo a qualquer custo, sem medir esforços.

O texto do “Joãozinho da Maré” publicado no Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) ilustra muito bem o que se passa no Ensino de Astronomia no Brasil. O mais curioso é que o texto foi escrito no início da década de 1980, mas continua extremamente condizente com a realidade da Educação dos dias de hoje – os professores continuam referenciando-se pelo livro didático e reprimindo questionamentos espontâneos de busca por um entendimento nos estudantes. É bastante apropriada a leitura do texto (transcrito na íntegra a seguir) para um entendimento mais completo das condições do Ensino de Astronomia no Brasil.

ATO DE FÉ OU CONQUISTA DO CONHECIMENTO?

Um episódio na vida de Joãozinho da Maré

Professor Rodolpho Caniato

O Joãozinho de nossa história é um moleque muito pobre que mora numa favela sobre palafitas espetadas em um vasto mangue. Nosso Joãozinho só vai à escola quando sabe que vai ser distribuída merenda, uma das poucas razões que ele sente para ir à escola. Do fundo da miséria em que vive, Joãozinho pode ver bem próximo algumas das conquistas de nossa civilização em vias de desenvolvimento (para alguns). Dali de sua favela ele pode ver bem de perto uma das grandes Universidades onde se cultiva a inteligência e se conquista o conhecimento. Naturalmente esse conhecimento e a ciência ali cultivadas nada tem a ver com o Joãozinho e outros milhares de Joãozinhos pelo Brasil afora.

Além de perambular por toda a cidade, Joãozinho, de sua favela, pode ver o aeroporto internacional do Rio de Janeiro. Isso certamente é o que mais fascina os olhos de Joãozinho. Aqueles grandes pássaros de metal sobem imponentes com um ruído de rachar os céus. Joãozinho, com seu olhar curioso, acompanha aqueles pássaros de metal até que, diminuindo, eles desapareçam no céu.

Talvez, por freqüentar pouco a escola, por gostar de observar os aviões e o mundo que o rodeia, Joãozinho seja um sobrevivente de nosso sistema educacional. Joãozinho não perdeu aquela curiosidade de todas as crianças; aquela vontade de saber os como e os porque, especialmente em relação às coisas da natureza; a curiosidade e o gosto de saber que se vão extinguindo em geral, com

a freqüência à escola. Não há curiosidade que agüente aquela decoreba sobre o corpo humano, por exemplo.

Sabendo por seus colegas que nesse dia haveria merenda, Joãozinho resolve ir à escola. Nesse dia, sua professora se dispunha a dar uma aula de Ciências, coisa que Joãozinho gostava. A professora havia dito que nesse dia iria falar sobre coisas como o Sol, a Terra e seus movimentos, verão, inverno, etc.

A professora começa por explicar que o verão é o tempo do calor, o inverno é o tempo do frio, a primavera é o tempo das flores e o outono é o tempo em que as folhas ficam amarelas e caem.

Em sua favela, no Rio de Janeiro, Joãozinho conhece calor e tempo de mais calor ainda, um verdadeiro sufoco, às vezes.

As flores da primavera e as folhas amarelas que caem ficam por conta de acreditar. Num clima tropical e quente como do Rio de Janeiro, Joãozinho não viu nenhum tempo de flores. As flores por aqui existem ou não, quase independentemente da época do ano, em enterros e casamentos, que passam pela Avenida Brasil, próxima à sua favela.

Joãozinho, observador e curioso, resolve perguntar porque acontecem ou devem acontecer tais coisas. A professora se dispõe a dar a explicação.

- Eu já disse a vocês numa aula anterior que a Terra é uma grande bola e que essa bola está rodando sobre si mesma. É sua rotação que provoca os dias e as noites. Acontece que, enquanto a Terra está girando, ela também está fazendo uma grande volta ao redor do Sol. Essa volta se faz em um ano. O caminho é uma órbita alongada chamada elipse. Além dessa curva ser assim alongada e achatada, o Sol não está no centro. Isso quer dizer que, em seu movimento, a Terra às vezes passa perto, às vezes passa longe do Sol. Quando passa perto do Sol é mais quente: é VERÃO. Quando passa mais longe do Sol recebe menos calor: é INVERNO.

Os olhos de Joãozinho brilhavam de curiosidades diante de um assunto novo e tão interessante.

- Professora, a senhora não disse antes que a Terra é uma bola e que está girando enquanto faz a volta ao redor do Sol?

- Sim, eu disse. - respondeu a professora com segurança.

- Mas, se a Terra é uma bola e está girando todo dia perto do Sol, não deve ser verão em toda a Terra?

- É, Joãozinho, é isso mesmo.

- Então é mesmo verão em todo lugar e inverno em todo lugar, ao mesmo tempo, professora?

- Acho que é, Joãozinho, vamos mudar de assunto.

A essa altura, a professora já não se sentia tão segura do que havia dito. A insistência, natural para o Joãozinho, já começava a provocar uma certa insegurança na professora.

- Mas, professora, - insiste o garoto - enquanto a gente está ensaiando a escola de samba, na época do Natal, a gente sente o maior calor, não é mesmo?

- É mesmo, Joãozinho.

- Então nesse tempo é verão aqui?

- É, Joãozinho.

- E o Papai Noel no meio da neve com roupas de frio e botas? A gente vê nas vitrinas até as árvores de Natal com algodão. Não é para imitar a neve? (A 40º no Rio).

- É, Joãozinho, na terra do Papai Noel faz frio.

- Então, na terra do Papai Noel, no Natal, faz frio?

- Faz, Joãozinho.

- Mas então tem frio e calor ao mesmo tempo? Quer dizer que existe verão e inverno ao mesmo tempo?

- É, Joãozinho, mas vamos mudar de assunto. Você já está atrapalhando a aula e eu tenho um programa a cumprir.

Mas Joãozinho ainda não havia sido domado pela escola. Ele ainda não havia perdido o hábito e a iniciativa de fazer perguntas e querer entender as coisas. Por isso, apesar do jeito visivelmente contrariado da professora, ele insiste.

- Professora, como é que pode ser verão e inverno ao mesmo tempo, em lugares diferentes, se a Terra, que é uma bola, deve estar perto ou longe do Sol? Uma das duas coisas não está errada?

- Como você se atreve, Joãozinho, a dizer que a sua professora está errada? Quem andou pondo essas suas idéias em sua cabeça?

- Ninguém, não, professora. Eu só tava pensando. Se tem verão e inverno ao mesmo tempo, então isso não pode acontecer porque a Terra tá perto ou tá longe do Sol. Não é mesmo, professora?

A professora, já irritada com a insistência atrevida do menino assume uma postura de autoridade científica e pontífica:

- Está nos livros que a Terra descreve uma curva que se chama elipse ao redor do Sol, que este ocupa um dos focos e, portanto, ela se aproxima e se afasta do Sol. Logo, deve ser por isso que existe verão e inverno.

Sem dar conta da irritação da professora, nosso Joãozinho lembra-se de sua experiência diária e acrescenta:

- Professora, a melhor coisa que a gente tem aqui na favela é poder ver avião o dia inteiro.

- E daí, Joãozinho? O que tem a ver isso com o verão e o inverno?

- Sabe, professora, eu acho que tem.

- A gente sabe que um avião tá chegando perto quando ele vai ficando maior. Quando ele vai ficando pequeno é porque ele tá ficando mais longe.

- E o que tem isso a ver com a órbita da Terra, Joãozinho?

- É que eu achei que se a Terra chegasse mais perto do Sol, a gente devia ver ele maior. Quando a Terra estivesse mais longe do Sol, ele deveria aparecer menor. Não é, professora?

- E daí, menino?

- A gente vê o Sol sempre do mesmo tamanho. Isso não quer dizer que ele tá sempre da mesma distância? Então verão e inverno não acontecem por causa da distância.

- Como você se atreve a contradizer sua professora? Quem anda pondo minhocas na sua cabeça? Faz quinze anos que eu sou professora. É a primeira vez que alguém quer mostrar que a professora está errada.

A essa altura, já a classe se havia tumultuado. Um grupo de outros garotos já havia percebido a lógica arrasadora do que Joãozinho dissera. Alguns continuaram indiferentes. A maioria achou mais prudente ficar do lado da autoridade. Outros aproveitaram a confusão para aumentá-la. A professora havia perdido o controle da classe e já não conseguia reprimir a bagunça nem com ameaças de castigo e de dar zero para os mais rebeldes.

Em meio àquela confusão tocou o sinal para o fim da aula, salvando a professora de um caso maior. Não houve aparentemente nenhuma definição de vencedores e vencidos nesse confronto.

Indo para casa, a professora, ainda agitada e contrariada, se lembrava do Joãozinho que lhe estragara a aula e também o dia. Além de pôr em dúvida o que ela ensinara, Joãozinho dera um mau exemplo. Joãozinho, com seus argumentos ingênuos, mas lógicos, despertara muitos para o seu lado.

- Imagine se a moda pega... - pensa a professora. - O pior é que não me ocorreu qualquer argumento que pudesse enfrentar o questionamento do garoto.

- Mas foi assim que me ensinaram. É assim que eu também ensino- pensa a professora. - Faz tantos anos que eu dou essa aula, sobre esse assunto...

À noite, já mais calma, a professora pensa com os seus botões:

- Os argumentos do Joãozinho foram tão claros e ingênuos... Se o inverno e o verão fossem provocados pelo maior ou menor afastamento da Terra em relação ao Sol, deveria ser inverno ou verão em toda a Terra. Em sempre soube que enquanto é inverno em um hemisfério, é verão no outro. Então tem mesmo razão o Joãozinho. Não pode ser essa a causa do calor ou frio na Terra. Também é absolutamente claro e lógico que se a Terra se aproxima e se afasta do Sol, este deveria mudar de tamanho aparente. Deveria ser maior quando mais próximo e menor quando mais distante.

- Como eu não havia pensado nisso antes? Como posso ter aprendido coisas tão evidentemente erradas? Como nunca me ocorreu, sequer, alguma dúvida sobre isso? Como posso eu estar durante tantos anos ensinando uma coisa que eu julgava Ciência, e que, de repente, pode ser totalmente demolida pelo raciocínio ingênuo de um garoto, sem nenhum outro conhecimento científico?

Remoendo essas idéias, a professora se põe a pensar em tantas outras coisas que poderiam ser tão falsas e inconsistentes como as causas para o verão e o inverno.

- Haverá sempre um Joãozinho para levantar dúvidas? Por que tantas outras crianças aceitaram sem resistência o que eu disse? Por que apenas o Joãozinho resistiu e não engoliu? No caso do verão e do inverno a inconsistência foi facilmente verificada. Se engolimos coisas tão evidentemente erradas, devemos estar engolindo coisas mais erradas, mais sérias e menos evidentes. Podemos estar tão habituados a repetir as mesmas coisas que já nem nos damos conta de que muitas delas podem ter sido simplesmente acreditadas; muitas podem ser simples "atos de fé" ou credence que nós passamos adiante como verdades científicas ou históricas.

Este entendimento a qualquer custo, a vontade de aprender que existe nos estudantes, explicitada no texto pelo próprio Joãozinho, é o que irá, mais tarde – sob uma visão freireana, libertá-los de seus preconceitos sobre os diferentes temas que estudarão. Conhecimento só é de fato conhecimento quando está associado a alguma capacidade crítica, um *que pensar* ou um *que fazer*. Em um exemplo bastante pragmático, de nada adianta decorar a tabuada se não for para aplicá-la a multiplicações no cotidiano.

Para mudar a relação dentro da sala de aula é que tem se esforçado as pessoas que tentam inovar de alguma maneira a forma de apresentar, expor e explicar os conteúdos. O aprendizado proveniente de visitas espontâneas a Centros de Divulgação, feiras científicas, exposições, palestras e outras ações de difusão e popularização das ciências, principalmente na internet, promove a autonomia e

espírito crítico dos estudantes além de aumentar neles a autoconfiança. Visitas descompromissadas e lúdicas incentivam a curiosidade dos jovens, promovem o diálogo em temas que podem não estar contidos no currículo escolar e tem o potencial de despertar vocações.

Os principais responsáveis pela inserção das novas tecnologias para o Ensino de Astronomia têm sido as Universidades, os Centros de Pesquisas e os Centros de Divulgação. Estes são os principais atores da inovação do Ensino de Astronomia, seja por meio do desenvolvimento de atividades com a presença física de seus executores ou pelo desenvolvimento de ferramentas que podem ser utilizadas sem a presença de quem as criou. É comum que estes institutos possuam suas equipes de estudantes em formação profissional quando da realização das atividades presenciais. O contato dos estudantes responsáveis pela apresentação, comumente denominados monitores, com o especialista coordenador das atividades é um dos momentos pedagógicos de maior importância para a formação profissional dos jovens. No Brasil, o número de Centros de Divulgação da Ciência e Tecnologia ainda é bastante pequeno e restrito às regiões de grande população, a tendência é o aumento do número de institutos de divulgação da Ciência e Tecnologia e a criação de novas unidades de centros já conhecidos em cidades de população cada vez menor. O aspecto mais importante a ser destacado no papel de formação de profissionais dentro das ações em um contexto informal, para os monitores, é o desenvolvimento da capacidade de comunicação oral ao público. Com efeito, não é trivial se expor a apresentar conteúdos tão específicos e científicos como os que comumente aparecem nos eventos a uma platéia que pode questionar e pedir explicações mais detalhadas dos conteúdos. Neste aspecto é aperfeiçoado, além da capacidade oratória já exposta, o leque de conhecimentos científicos do estudante que apresenta a explanação e esta interação com o público pode ser decisiva na escolha deste estudante por um curso ligado à Licenciatura na área de ciências da natureza.

Como já foi visto anteriormente, a nova tecnologia mais utilizada para o Ensino da Astronomia é o Planetário, em suas mais diversas formas. Ora, o objetivo deste capítulo é analisar o Processo Ensino-Aprendizagem por meio das novas tecnologias, que foram classificadas como sendo da informação ou áudio-visual, classificação que não se faz suficiente no âmbito dos Planetários. A visita a um

planetário ocorre quase como se fosse uma sessão de cinema, onde é apresentado um “documentário” sobre a Astronomia, o que se encaixaria praticamente perfeitamente na classificação de Nova Tecnologia Áudio-Visual, a discrepância entre a atividade e a classificação acontece quando não há interferência no andamento da atividade para sanar dúvidas e responder questionamentos. Em geral, planetários “antigos” seguem o esquema de documentário quase cinematográfico, no qual comumente procura contextualizar um mito ancestral a algum fenômeno astronômico para depois “passear” um pouco pelas constelações no céu.

Os planetários “modernos”, modernos em concepção pedagógica – não obrigatoriamente em tecnologia, tem suas sessões mais flexíveis. Para comprovar esta afirmação, é necessário evocar a forma de apresentação existente nestes planetários. Existem dois tipos de planetários itinerantes, ambos utilizando uma cúpula inflável, mas bastante diferenciados quanto ao sistema (mecanismo) de projeção. Enquanto um modelo se utiliza de uma luz “puntual” na qual um cilindro com diferentes orifícios é posto em rotação, o outro é dotado de um computador ligado a um projetor esférico digital. Nos dois casos a sessão é apresentada por uma pessoa, mesmo que haja uma gravação padrão a ser executada, e o apresentador constantemente faz perguntas que devem ser respondidas pelos visitantes, tornando a sessão ainda mais dialógica, dinâmica e, (por que não?), personalizada. Esta concepção de atividade tem apresentado excelentes resultados, em termos de aproveitamento não só dos visitantes, mas principalmente dos monitores da equipe, que acabam por se engajar no projeto e, eventualmente, chegam a trocar de cursos estimulados pelas ações desenvolvidas.

Há uma interação entre os estudantes que compõem a equipe dos Projetos de Extensão e até mesmo dos Planetários. Normalmente são pessoas interessadas em Astronomia que participam de projetos de extensão, programas de iniciação científica, etc. Enquanto conversam nas atividades sempre trocam informações sobre constelações, localização de estrelas, novidades científicas e até mesmo sobre teclas de atalho para detalhar nomes de constelações e estrelas, a eclíptica e vários outros recursos no programa responsável por gerar as apresentações da sessão. De fato, estes encontros são possibilidades de aprender e ensinar com todos os outros membros da equipe. Se fôssemos analisar somente este diálogo existente durante as atividades de extensão provavelmente nos depararíamos com a Teoria de

Aprendizagem formulada por Vygotsky. Nesta teoria, um grande fator a ser levado em conta quando se trata da aprendizagem está nas relações sociais no momento da possibilidade do aprendizado. Um aspecto bastante interessante desta interação é que não há uma competição entre os membros da equipe. Naturalmente a equipe toda se esforça para que tudo ocorra bem ao longo da sessão. Até mesmo há um rodízio de forma a “obrigar” todos a apresentar a sessão e também “cuidar” do planetário e atender aos questionamentos do público que está do lado de fora.

Assim termina a descrição da principal nova tecnologia utilizada para o Ensino de Astronomia. Pode-se começar a imaginar maneiras de inovar o Ensino de Astronomia em uma espécie de “tronco comum” agora, afinal os Planetários são úteis especialmente para a Astronomia.

Junto a estes planetários é comum a existência de espaços de exposições, filmes, documentários e palestras sobre temas ligados à Astronomia. Estes espaços dedicados à difusão e popularização da Ciência atualmente procuram explorar a interatividade para atrair visitantes que estão em um contexto lúdico. O Instituto de Física da UnB possui dois espaços desta categoria, a Experimentoteca, que funciona de forma perene e atende a diversas escolas ao longo do ano e está integrada ao programa de tour no Campus, e o Laboratório Didático do Ensino da Física (LADEF), no qual são montadas, periodicamente, exposições interativas.

A equipe do projeto “Astronomia para Principiantes” desenvolveu softwares para a utilização em diversos contextos no ensino da Astronomia. Onde o diálogo permitiu o florescer de um conjunto de idéias e intenções, uma destas idéias (certamente um dos grandes desafios) foi a exposição “Astronomia: Uma Viagem Inesquecível”, a qual tem a intenção de cobrir um vasto território na área das Ciências Espaciais, difundindo os conhecimentos acerca do Universo pela internet, sem fronteiras físicas para a aquisição de conhecimentos por parte dos visitantes.

A exposição tem o formato bastante parecido com os documentários apresentados nos sistemas audiovisuais das escolas, provavelmente a nova tecnologia mais avançada utilizada por professores da educação formal. Certamente os documentários, sejam eles apresentados em sala de aula ou assistidos na TV, constituem uma importante forma de difusão da informação e contribuem para despertar vocações nos jovens.

Um documentário tem a obrigação de transmitir sua mensagem para um leitor que não é passivo, pois o tema é o próprio meio construtor da ponte necessária para o diálogo acontecer. A equipe responsável pela produção do documentário tem a obrigatoriedade de dominar tanto os conteúdos a serem apresentados quanto a melhor forma de apresentá-los, passando pelos meios necessários para a implementação das idéias.

Os meios de implementação das idéias possuem a propriedade de conter uma diversidade muito grande de soluções, aumentando a capacidade da equipe de se adaptar para resolver novos desafios e desenvolver novos aprendizados de maneira autônoma.

Essas capacidades são obtidas com o desenvolvimento de recursos didáticos em meios tradicionais, ainda que redimensionados tecnologicamente, como hipertextos. Existem diversas maneiras de tornar disponível aos internautas os textos produzidos. Provavelmente a maior revolução nesta prática tenha sido a criação do Moodle. Este ambiente é realmente uma simulação de um ambiente escolar, compilando as melhores maneiras de comunicação. Se usado seriamente tem um potencial enorme de catalogação e disponibilização de materiais pertinentes a um determinado tópico.

Recentemente o ambiente virtual do Moodle tem sido complementado com encontros periódicos para acompanhamento do processo ensino-aprendizagem, esta forma de trabalho tem se mostrado bastante eficiente na formação das novas gerações. É sabido que pessoas diferentes possuem variados padrões de relógios biológicos, há pessoas que preferem estar ativas pela manhã e outras durante a madrugada, aulas formais não aceitam esta configuração, porém, com o advento do Moodle, há o respeito destas características pessoais. Por outro lado é possível que estudantes abandonem cursos no ambiente virtual sem que haja uma maneira dos organizadores do curso procurem contornar esta situação. Mas estes problemas não são focos na abordagem deste trabalho.

A forma de nova tecnologia mais utilizada no ensino formal certamente é, ainda, as tecnologias audiovisuais, comumente denominadas documentários e vídeos educativos. A tendência é a diminuição do uso do curto tempo das aulas com o deslocamento a uma sala preparada para a visualização do vídeo e a substituição

do momento em que o vídeo é apresentado. Na medida em que se tornam mais eficientes as tecnologias de disseminação da informação, como o DVD e a internet banda larga, cada vez mais professores e estudantes poderão otimizar os momentos dos encontros presenciais entre eles de forma a possibilitar um aumento da eficácia do processo ensino-aprendizagem dos temas.

Para que essa transição seja suave é necessária uma adequação do recurso audiovisual ao público destinado. No caso do desenvolvimento voltado para os estudantes é importante contemplar referenciais que norteiem as escolhas da forma e do método de se apresentar o tema. A seguir serão apresentados os alicerces teóricos utilizados na construção do recurso audiovisual em análise nesta dissertação, a saber, a exposição virtual sobre Astronomia do Museu Virtual de Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília intitulada “Astronomia: Uma Viagem Inesquecível”.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 Alicerce Pedagógico

Quando se encontra o caminho do conhecimento, melhor, do prazer de conhecer algo novo, seus esforços, na qualidade de aprendiz, tornam-se focados somente no objetivo de conhecer e aprender mais, correndo o risco, inclusive, de perceber incoerências na teoria. O pesquisador em ciências realiza sua ação na busca de uma nova ação, na perspectiva de Paulo Freire em seu livro *Ação Cultural para a Liberdade*:

“Para que a ação seja trabalho, é preciso que dela resultem produtos significativos que, separando-se do produtor, se podem dar à sua reflexão crítica ao mesmo tempo em que o condicionam.”

O busca do cientista é exatamente continuar seus estudos, ampliar horizontes para si e colegas de profissão para mais tarde tornar esta descoberta uma maneira de melhorar o entendimento do mundo. Mas na medida em que avança em sua formação o jovem cientista é forçado a montar modelos e resolver diversificados problemas utilizando-se do rigor no método. No final de sua formação o cientista deve carregar consigo experiência suficiente para trabalhar com modelos novos a fim de alavancar o avanço das pesquisas.

Ao ampliar seus horizontes do conhecimento o aprendiz deve atender ou despertar o espírito de aprofundamento de seus conhecimentos e cabe este delicado (decisivo) papel à bibliografia de referência. Paulo Freire afirma que caso uma bibliografia não cumpra este papel ela se tornará inútil, entre outros, perdida nas gavetas das escrivaninhas. Hoje em dia, no âmbito de um conteúdo exposto na internet, caso este papel não seja cumprido o risco é um número baixo de acessos. Isto não significa que o que está exposto deve ser “mastigado”, pré-digerido pelo autor. O estudante deve se sentir desafiado, deve-se exigir dele uma postura crítica, sistemática, a qual não se aprende a não ser que seja praticando. Esta postura

crítica requer que o estudante se assuma como sujeito (único) presente no ato e que o ato de estudar seja, na verdade, uma atitude em frente ao mundo.

Para Freire, “a atitude crítica que deve ser tomada no estudo é a mesma que deve ser tomada diante do mundo, da realidade, da existência”. Encontramos aqui uma referência ao próprio ser humano, para que a reflexão mais importante de sua vida como mente pensante seja realizada. Buscar conhecimentos sobre um conhecimento é procurar as relações entre o conteúdo e as outras dimensões afins do conhecimento, é perceber o condicionamento histórico-sociológico do conhecimento. Caso não haja essa percepção das relações não haverá compreensão, e sim, certamente, uma clara memorização e a fonte (Paulo Freire se refere como texto, mas atualmente há tantos meios de leitura e aprendizado que acredito substituir por fonte não acarreta danos ao significado algum) não terá cumprido o seu papel de fazer o aprendiz responder aos desafios existentes.

No outro sentido desta via está a necessidade de se transformarem em conhecedores os, no momento, aprendizes. Conhecedores não só no sentido de ter informações, mas de saber relacionar estas informações com o mundo, com a realidade, com a existência. Estudar é uma atitude de adentramento ao mundo do conhecimento, das relações entre os subconjuntos, de forma que se alcance um grau cada vez mais lúcido de elaboração de relações.

Um tema bem estudado obriga a obtenção do conhecimento em variados níveis, permitindo uma compreensão global e o retorno a suas delimitações parciais. Assim é com todo o conhecimento, e também com a Astronomia, assim foi pensado ao longo da criação da Exposição apresentada nesta dissertação. Da mesma forma que o ato de estudar não se reduz a uma relação estudante-fonte, a fonte, na verdade, reflete o enfrentamento de seus autores com o mundo, e expressam este enfrentamento, mesmo quando há fuga da realidade concreta. Um autor sério conhece o momento apropriado para a fuga da realidade, todos possuem suas intencionalidades pedagógicas fincadas em suas mentes, e serve para “convidar” o estudante a pensar a prática e entender os porquês, inclusive, da prática.

Neste contexto, o estudante não deve perder a postura de um curioso, daquele que indaga, observa, questiona, busca. O exercício da postura curiosa é a responsável por tornar a curiosidade um grande trunfo – uma carta imbatível. Foi

esta a postura de Joãozinho da Maré. Quem dera todos os estudantes continuassem com esta postura ao longo de sua formação, mas a educação “burocrática” tem cumprido bem o papel de matar este espírito existente nas crianças.

Estudar, adentrar o mundo dos conhecimentos, exige se por a par da referência do tema específico, e na maioria das vezes, ao se transformarem em objetos de reflexão e condicionamento remetem a fontes diferentes para que o estudante possa se instrumentalizar para o diálogo, para prosseguir a reflexão. Isto porque ao estudar se assume uma relação de diálogo com os autores, a mediação deste diálogo é exatamente o tema exposto. Isto não quer dizer que o leitor deve aceitar como verdade tudo dito pelo autor, caso não concorde deve refletir, deve ser humilde o suficiente para assumir uma atitude coerente com a postura crítica, não se sentir diminuído pelas dificuldades encontradas e penetrar nas significações mais profundas expostas pelos autores. O crítico deve saber que algumas vezes a fonte expõe conhecimentos cujos enfrentamentos podem estar além de sua capacidade de respostas, nem todas as informações são facilmente absorvidas.

Um conhecimento, o saber e as relações existentes entre os temas não são algo que se receba de presente, exigem trabalho paciente de quem, por algum ou até mesmo qualquer motivo, se sente problematizado. Estudar não é um ato de consumir idéias, mas sim, de recriá-las – da mesma forma que fazer ginástica em uma academia não deve se constituir em mera observação do esforço dos outros, mas em um envolvimento pessoal, intransferível.

Problematizar alguém, sensibilizar um indivíduo para que adentre o mundo dos conhecimentos é uma tarefa extremamente delicada, é como uma analogia entre caçadores onde a tecnologia da pólvora faz o papel de conhecimento como um todo. Um caçador indígena com arco e flecha não pode precisar dominar a tecnologia da espingarda pelo simples fato de que ele não conhece aquele artefato. Problematizar alguém é o ato de instigar a curiosidade, de oferecer a oportunidade inicial da percepção da necessidade de conhecimento e interpretação crítica daquele saber ou tema. Alguns não gostam do termo, mas problematizar é um primeiro contato com a alfabetização ou letramento científico.

2.2 Alicerce Epistemológico

A abstração é a ligação do mundo real (do número de lápis em uma caixa, por exemplo) com o mundo da imaginação, das suposições e do raciocínio lógico. Para uma pessoa autônoma, não precisa existir uma caixa de lápis para que ela consiga “visualizar” ou simplesmente abstrair a caixa com um número X de lápis. Isso é a Ciência, a capacidade de sair do mundo das abstrações com leis e princípios que encontrem alguma correspondência com mundo real. Em última instância, para um pesquisador teórico em propriedades de moléculas, a molécula em questão pode nem existir para ser feita uma medida com vistas a aferir a exatidão do modelo teórico – o próprio desenvolvimento do modelo teórico é a ciência sendo desenvolvida naquele trabalho.

A abstração aparece para se ligar uma quantidade representada tanto a uma outra abstração quanto ao concreto representado. Para se alcançar esta quantidade representada é necessário delinear os fenômenos e ordenar em série os acontecimentos decisivos de uma experiência. E de fato esta é a tarefa do cientista, ou do que aspira à Ciência, enriquecer o seu espírito científico. O espírito científico esteve presente em civilizações da antiguidade e foi resgatado nos séculos do Renascimento, sendo “subjugado” pelo estado científico, que se estendeu pelos sec. XIX e início do sec. XX até aparecerem as publicações de Einstein, em 1905.

O novo espírito científico, como adverte G. Bachelard nasce no momento em que a Relatividade de Einstein deforma (ou reforma) conceitos primordiais que eram tidos como fixados para sempre. A partir daí, quando os cientistas da época puderam ousar a liberdade de colocar abaixo dogmas científicos surgiu uma ciência baseada nas abstrações, no delineamento dos fenômenos nos pensamentos, numa ciência onde o concreto, o espaço sensível, é somente um dos espaços de configuração (assim chamou Bachelard, em meus estudos me deparava com os espaços de fase – somente nomes diferentes), e um espaço bastante pobre. O matematismo na ciência é fundamental, os porquês procurados não são mais fenomenológicos, e sim matemáticos, ao menos nos campos das ciências exatas e da Terra.

O dever do educador é criar e manter um interesse vital pela pesquisa desinteressada, não descompromissada, em todos os estágios da formação. O

motivo pessoal, o interesse, o aspecto afetivo da cultura intelectual não foi suficientemente estudado, embora existam muitos intelectuais procurando respostas para estas perguntas científicas. Bachelard pondera que “quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado” (BACHELARD, 1996, p. 17). Um educando com dificuldades nas áreas das ciências, dificuldade de abstrair, é entregue ao pensamento mundano ainda aristotélico, preso às induções passíveis de erros e imperfeitas. As razões que levam o indivíduo ao abandono do espírito científico, da privação ao direito de abstrair é o chamado obstáculo epistemológico.

Os obstáculos epistemológicos aparecem como obstáculos internos do indivíduo, não exatamente das dificuldades intrínsecas da ciência pesquisada. Estagnações e até mesmo regressões são esperadas em uma pessoa cujo espírito científico não está devidamente maturado, as causas destas inércias estão nos obstáculos epistemológicos daquele estudante. Se deixar levar pelo espírito científico não é exatamente criar um espírito científico, ele já deve existir e possuir certos preconceitos, para que possa se modificar. Aceder à ciência é aceitar uma brusca mudança que contradiz o passado dos conhecimentos habituais, presos ao perigoso indutivismo. O conhecimento real, segundo Bachelard “é luz que projeta sombras. O real não é o que se poderia achar, mas sim o que se deveria ter pensado” (BACHELARD, 1996, p. 17).

O conhecimento científico proíbe que tenhamos opinião sobre o que não conhecemos, sobre as questões as quais não tenhamos uma formulação clara. Na busca deste sentido do problema é que reside o verdadeiro espírito científico, todo conhecimento nasce como resposta a alguma pergunta, o espírito científico busca formular questões de forma que apareçam claramente as respostas, se não há perguntas, não há respostas, portanto, não há conhecimento. O questionamento deve sempre estar presente na vida dos cientistas, isto porque um obstáculo epistemológico tende a se incrustar justamente no conhecimento não questionado. Partindo da idéia de que se utilizam mais conhecimentos mundanos do que científicos, nosso espírito tende a considerar mais claro o conhecimento que mais utilizamos. Desta maneira o conhecimento adquirido pelo esforço científico pode declinar.

Algumas idéias possuem energia suficiente para polarizar o mundo das idéias, conseqüentemente os espíritos de toda uma comunidade. Por vezes, essas idéias chegam a se transformar em verdadeiros dogmas científicos, os quais os cientistas mais antigos, mais conservadores, hesitam demais em se livrar de seus domínios. Isto acontece quando o espírito científico prefere aquela idéia que confirma o seu saber do que aquela idéia que o contradiz. Estas crises de crescimento do pensamento implicam uma reorganização total do saber.

A busca do saber torna o homem em uma espécie que está em constante mudança, capaz de sofrer se não mudar. Por outro lado, toda ciência tem seu núcleo fixo, o qual o cientista não abandonará de forma alguma ao longo de sua “criação” do saber, mesmo que alguns destes pensamentos sejam delimitados a uma área extremamente específica do saber, é mérito do cientista saber que, normalmente, não é proveitoso utilizar conceitos de uma área em outra – o espírito, ou o instinto do espírito, é o responsável por selecionar as inter-aplicações que poderão ser proveitosas.

A atenção do pesquisador deve estar retida no esforço da racionalidade e de criação. Quem raciocina não entende como uma outra pessoa não compreende os conceitos, é difícil se deter na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão. É como uma aula de física, o estudante já possui certos conhecimentos empíricos e, ao longo da aula, o dever do professor não é destruir o conhecimento do estudante para recriar um conhecimento científico, mas sim mudar a cultura experimental dos indivíduos, que por vezes tende a unificar fenômenos não comumente associados nos conhecimentos mundanos.

A dificuldade em entender o fracasso alheio no âmbito de um tema vem, em parte, ao se colocar o professor como mestre, o qual desconhece o senso do fracasso. Esta falta de sensibilidade para o fracasso é quem impede o professor de mudar seus métodos pedagógicos, dificultando a postura da cultura científica em um estado de mobilização permanente, substituindo o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico. Para que a relação professor-aluno não seja uma relação patogênica é necessária uma detecção e uma delimitação dos obstáculos epistemológicos em uma espécie rudimentar de psicanálise da razão.

O espírito científico avança em progressão aritmética, mas para tanto é necessário vencer algumas etapas. A primeira etapa a ser vencida é a observação primeira, pitoresca, concreta, natural, fácil. Deve ser explícita a diferença entre a observação e a experimentação, é preciso que o pensamento abandone o empirismo imediato. Neste momento, o pensamento empírico assume um sistema, sistema este que é falso, mas ao menos tem a utilidade de desprender o pensamento do conhecimento sensível.

Vencido o obstáculo da observação primeira, o jovem cientista pode se voltar à experiência com idéias inovadoras, tão questionadoras e agressivas, nas quais o cientista transforma-se, de um ser deslumbrado a um ser de olhos fechados. Esta transformação faz o cientista observar o fenômeno, a própria ciência, sob novos, ao menos diferentes, pontos de vista. Para legitimar este ponto de vista é necessário criticar o ponto de vista de outro cientista, sempre nas esferas das idéias, mostrar as deficiências dos outros e as formas encontradas para contornar estas deficiências em suas idéias, teorias.

Um dos obstáculos mais difíceis de ser vencido é o obstáculo verbal, que é uma falsa explicação em uma inversão que desenvolve o pensamento ao analisar um conceito, em vez de inserir um conceito particular numa síntese racional. Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza tende a ofuscar o que deveríamos saber. O espírito pré-científico sempre acha que o produto natural é mais rico do que o artificial, ele não se fecha num estudo fenomenológico bem delimitado, não procura variações e sim variedades.

O espírito científico deve formar-se enquanto se reforma. A ciência procura veementemente chegar ao real por meio do abstrato. Por outro lado, a ciência evidentemente necessita de uma área experimental, empírica. O professor se sente certas vezes obrigado a mostrar certos fenômenos aos alunos – seja como forma de chamar atenção e obter uma participação maior ou mais nobremente para prever determinados fenômenos que os alunos dominam. Nesta visão de um duelo que pode acabar por tornar o professor em um fã de carteirinha de um determinado modo de ensinar o certo mesmo é ser um professor que está constantemente em cima do muro. Em se tratando de física, e de ciências em geral, é muito importante

que sejamos capazes de fazer com que nossos alunos abstraíam e se desprendam da necessidade do concreto.

Esta posição dá certo grau de conforto por parecer estar tudo definido, mas é exatamente nela que podemos nos aprofundar nas duas maneiras de pensar e analisar o que é melhor para cada conteúdo e turma de uma forma imparcial e procurando o melhor para a turma. Há de se ter consciência de que nossos alunos – mesmo que no ensino médio – ainda não estão totalmente preparados para abstrair os conceitos complexos e, certamente conflitantes com sua experiência primeira, existentes nos ramos que a ciência abrange. “É, sobretudo, numa ciência jovem que se encontra essa indesejável originalidade que só contribui para reforçar os obstáculos contrários” (BACHELARD, 1996, p. 26).

Quando o estudante se “debate” com as novas idéias a ele apresentadas, isto é, quando ele põe na mesa os novos conhecimentos e seus obstáculos epistemológicos não pode sair dali um primeiro conjunto de conceitos conciliando suas opiniões com o novo conhecimento em questão. O novo conhecimento, obrigatoriamente, gera uma ruptura com a opinião, que só por ser opinião, certamente está errada. “A opinião pensa mal; não pensa: traduz necessidades em conhecimentos. Ao designar os objetos pela utilidade, ela se impede de conhecê-los” (BACHELARD, 1996, p. 18).

Um livro de ensino científico moderno apresenta a ciência como ligada a uma teoria geral, de forma que dificilmente é possível estudar este livro deixando algum capítulo de lado. Após algumas páginas, o conteúdo já está tão delimitado e isolado do resto dos outros temas que já não resta mais lugar para o senso comum. Em uma aparente contradição momentânea, a exposição virtual “*Astronomia: Uma Viagem Inesquecível*” foi pensada assim, mesmo que não siga uma ordem fixa e pré-determinada como a de capítulos em livros, há uma imersão sobre os conteúdos apresentados, que fogem aos conhecimentos cotidianamente vivenciados sobre os temas da Astronomia.

2.3 Alicerce Cognitivista

A forma que o ser humano encontrou para sair da condição de mente passiva para mente ativa, responsável, foi por meio da ampliação e do aprofundamento do conhecimento da consciência. A capacidade do ser humano de ter intenções é que nos possibilita ver e compreender o Universo. O significado dos objetos que nos rodeiam é atribuído em nossas consciências, a ponte entre os objetos e os sujeitos é a intencionalidade. Em nosso caso particular, da Astronomia, o ato da consciência é nos posicionar diante do Universo em busca de nossa identidade.

O alicerce cognitivista confirma que somente é significativa uma situação quando o indivíduo amplia e aprofunda sua consciência por sua própria elaboração e compreensão. Somente a consciência pode atribuir significado aos objetos e situações. O aprendizado é encarado como um processo de armazenamento de informação, com condensação em classes mais genéricas de conhecimentos, incorporados no cérebro do indivíduo. Este processo de armazenamento somente é válida quando estiver acessível para que possa ser manipulada e utilizada no futuro. O aprendizado é alguma espécie de habilidade de organizar informações de maneira a continuarem acessíveis para modificação posterior.

Uma aprendizagem, para ser considerada significativa, ocorre quando a informação nova, idéias ou conceitos apresentam uma estrutura lógica que interage com conceitos já existentes e relevantes ao tema, colaborando para uma diferenciação e estabilidade no nível da consciência. Esta interação deve ser articulada e precisamente diferenciada por meio da incorporação de sinais, símbolos, conceitos e proposições integrantes da área de conhecimento. “A compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis”. (MOREIRA E MASINI, 1982, p. 14-15).

Em especial nas áreas das ciências, os símbolos são nitidamente importantes e somente se tornam significativos quando são adicionados ao leque de operações conscientes, não arbitrarias, em sua estrutura organizacional. A aprendizagem de um material significativo é adquirir capacidade de trânsito livre sobre as idéias e informações de um corpo de conhecimento. Nitidamente, o fator isolado que mais

contribui para o acontecimento da aprendizagem é, exatamente, aquilo que o aprendiz já sabe.

A aprendizagem primeira, o primeiro contato do indivíduo com o conhecimento completamente novo para ele somente pode ser de uma aprendizagem mecânica, sem um conceito anterior, mas, na medida em que sejam incorporados conhecimentos na estrutura lógica cognitiva do indivíduo a aprendizagem passa a ser significativa e as âncoras de significado passam a ser capazes de ancorar ainda mais significados naquela estrutura cognitiva. “A experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conceitos já aprendidos sobre componentes da nova aprendizagem, mas abrange também modificações significativas nos atributos relevantes da estrutura pela influência do novo material”. (MOREIRA E MASINI, 1982, p. 4).

Neste ponto somos capazes de nos indagar como proceder de forma a ensinar conceitos complexos e tornar a mente do aprendiz uma mente pensante acerca do Universo. Seguindo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel nos deparamos com os organizadores prévios, que nada mais são do que materiais introdutórios ao tema que devem ser aprendidos antes do próprio tema em si. A principal função dos organizadores prévios é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele almeja saber, são espécies de pontes cognitivas.

Para que os organizadores cumpram sua função com eficácia é necessária sua formulação contemplando termos de conhecimento dos aprendizes, precisam obrigatoriamente contar com boa organização para que possam agregar valores pedagógicos. Justamente por serem o fator isolado mais importante no processo ensino-aprendizagem os organizadores prévios sejam o aspecto mais pesquisado na Teoria de Ausubel, ainda assim, não há consenso unânime sobre seus resultados.

A prova maior de que a aprendizagem ocorreu de forma significativa é observar a capacidade do avaliado de transformar o conhecimento existente em problemas e questões não familiares. Isto não quer dizer que, caso o aprendiz falhe ao tentar resolver o problema não familiar, a aprendizagem tenha ocorrido (se ocorreu) de forma mecânica. Para minimizar esta ocorrência é possível propor

atividades sequencialmente dependente de outra, de forma a somente ser possível de ser efetuada com um domínio da anterior.

A formação dos conceitos é, basicamente, um processo de abstração de aspectos comuns e essenciais de uma classe de objetos que pode variar contextualmente. De uma maneira rudimentar envolve a análise discriminativa de padrões de estímulo, formulação de hipóteses em relação a elementos abstratos e seus testes no âmbito da consciência, da seleção de categorias gerais ou conjunto de atributos sob os quais as variações possam ser assimiladas, o relacionamento destes atributos à âncoras na estrutura cognitiva de forma que haja diferenciação com os conceitos previamente ancorados, generalização dos atributos deste novo conceito a todos os outros e a representação deste novo conteúdo por um símbolo de linguagem satisfatório com o seu uso cotidiano. “A aprendizagem de conceitos é, de certa forma, uma aprendizagem representacional, pois conceitos são, também, representados por símbolos arbitrários, porém, genéricos ou categoriais”. (MOREIRA E MASINI, 1982, p. 91).

Uma das principais funções dos conceitos é a facilitação da aprendizagem de novos conceitos na estrutura cognitiva, mas, evidentemente, não é a única. Os conceitos são de extrema importância também para a categorização perceptual da experiência, para a solução de problemas e para a percepção de novos significados aos conhecimentos previamente existentes.

Neste ponto deparamo-nos com a figura do professor, que é o principal responsável pelos conceitos aprendidos. A maioria dos professores de ciências tende a ensinar conceitos como verdades científicas absolutas, imutáveis, o que é uma barbaridade com a epistemologia do cientista. O questionamento é o grande trunfo do cientista, muitas vezes questionamento em cima de questionamentos já realizados anteriormente.

As informações circulam praticamente livremente pelo mundo hoje, ao menos para os que possuem acesso à internet. O professor não deve utilizar-se somente de um recurso pedagógico durante a preparação e a execução de suas aulas. Obviamente este conteúdo deve ser controlado, utilizar a internet não quer dizer que o professor deve aceitar trabalhos de estudantes que se utilizam de recursos com a intenção de elaborar trabalhos sem o “conhecimento” sobre o que está escrito.

O professor lida o tempo todo com a percepção dos alunos. O mundo não é visto como ele é, e sim como nós queremos que ele seja, para haver diálogo entre professor e aluno é necessária uma uniformização no tema, ambos devem buscar uma mesma visão sobre os conteúdos. O professor deve buscar uma visão uniforme, não uma visão padronizada, a capacidade de percepção da relatividade entre as respostas é a criticidade no aprendizado, ente tão procurado pelos educadores. Aprender ciência é aprender a linguagem da ciência, o ponto de vista e as potencialidades das ferramentas compreendidas. Ao aprender uma nova linguagem, qualquer que seja, é apresentada uma nova percepção de mundo. A criticidade tão procurada está no aprendizado da linguagem e não das palavras, ela está na mediação da percepção humana. O que percebemos é inseparável de como falamos sobre o que abstraímos.

Capítulo 3

Do Método de Construção da Exposição Virtual “Astronomia: Uma Viagem Inesquecível”

3.1 Das idéias iniciais à definição da temática

O processo de criação da exposição envolveu diversos atores desde o começo, constituídos na forma de uma equipe de trabalho. O desenvolvimento deste projeto pode ser comparado a etapas de fabricação de algum outro produto, inclusive com diversos padrões de qualidade. A validação e aprovação de todos os atores ao longo do desenvolvimento, por meio de revisões, foram fundamentais para assegurar a qualidade do desenvolvimento do projeto.

Originalmente, a idéia inicial foi a de construção de uma exposição sobre Astronomia, com ênfase no Sistema Solar, e voltada principalmente para o Ensino Fundamental. Adicionalmente, deveria remeter o visitante a idéia de uma missão espacial, onde ele poderia percorrer livremente uma rota entre os astros. Além disso ela deveria conter atividades lúdicas que pudessem ser realizadas fora do ambiente virtual.

Ainda na identificação das necessidades comprovou-se a impossibilidade de construção da exposição em um ambiente de modelagem tridimensional, principalmente pela falta de dados. Com efeito, somente grandes laboratórios possuem recursos computacionais e parâmetros físicos para elaborar vídeos verossímeis com os ambientes astronômicos pretendidos.

Neste momento cabe uma referência aos atores e suas atribuições no interior da equipe ao longo do desenvolvimento da exposição:

Proponente – Responsável pela encomenda do projeto e por disponibilizar o produto à comunidade.

Supervisor – Responsável por assegurar a qualidade científica das informações contidas na exposição.

Conteudista – Responsável por elaborar todo o conteúdo presente nas diversas sessões da exposição.

Implementador – Responsável por articular o designer gráfico, o áudio e o programador a fim de obter o resultado esperado pelo iniciador.

Designer Gráfico – Responsável pelo desenvolvimento da área visual da exposição, em termos de navegação e qualidade das imagens.

Programador – Responsável pela indexação dos links existentes e da animação sincronizada das imagens com a narração.

Áudio – Responsável pela criação da trilha sonora e da narração da exposição.

Após a reunião de definição das idéias iniciais da exposição, houve um trabalho intenso de delimitação de tópicos a serem explorados envolvendo o conteudista e o supervisor. Esta série de diálogos acabou por definir os seguintes tópicos, com as seguintes informações a serem contidas:

Formação do Universo – Uma breve explicação da Teoria do Big-Bang, da evidência da Radiação Cósmica de fundo à abundância relativa dos componentes do Universo.

Galáxias – Uma pequena definição de galáxia, identificando suas formas e principais métodos de investigações.

Estrelas – Referência às constelações e evolução das estrelas, explicitando o padrão da seqüência principal do diagrama H-R.

Sistemas Planetários – Explicitação dos diferentes tipos de exoplanetas e do principal método de detecção de sua existência.

Sistema Solar – Explanação básica sobre seus constituintes com informações sobre história, superfície, atmosfera, luas e alguns outros dados físicos como existência ou não de campo magnético.

Grandes Nomes da Astronomia – Nesta sessão estão expostas minibiografias de nomes importantes para o desenvolvimento da Astronomia, com citação à contribuição deste cientista.

Instrumentos – Aqui o visitante pode tomar conhecimento das principais ferramentas desenvolvidas para o estudo do Universo.

Com isto se encerrou a Fase 0 do desenvolvimento da exposição, do reconhecimento das necessidades à definição dos temas e conteúdos que dariam início à construção do produto.

3.2 Inventário da exposição

Como visto, a exposição possui algumas seções, vamos aqui explorar as relações de navegabilidade dentro da exposição. Logo que entra o visitante deve escolher uma primeira sessão a ser visitada. Dependendo da escolha pode-se ir a uma nova lista ou assistir a uma apresentação e retornar à página principal da exposição, denominada Home.

Qualquer que seja a escolha do visitante surgirá uma lista no canto superior esquerdo da tela, cuja principal funcionalidade é a navegação entre as sessões da exposição sem a necessidade do retorno à página Home. Pela lista pode-se voltar à página inicial do Museu Virtual, voltar à Home da exposição, assistir à apresentação da exposição, ir para a sessão dedicada aos grandes nomes da Astronomia, ao Sistema Solar, aos jogos e atividades, à página de novidades, aos créditos e aos links interessantes. Resumindo, esta lista é o elemento chave da navegação dentro da exposição.

Ao entrar na sessão dos grandes nomes uma nova lista é mostrada na tela. Logo abaixo da lista principal de navegação está a lista dos cientistas contemplados na exposição. Os nomes surgem em ordem cronológica de baixo para cima, a começar com Erastótenes e terminar com Hubble. À lista pode ser adicionado algum nome que se deseje como forma de ampliar a exposição e deixá-la ainda mais atrativa.

Já na sessão de instrumentação, a lista dos cientistas é substituída por uma referente aos principais tipos de instrumentos utilizados pelos astrônomos. São descritos seis tipos de instrumentos, começando no astrolábio e terminando no último método de observação do Cosmo, as missões espaciais, representado pelo Telescópio Espacial Hubble.

Chegamos ao famigerado Sistema Solar, sessão que além de possuir a tradicional lista inovou ao representar os planetas girando ao redor do Sol com suas velocidades angulares (e somente elas, raios de órbitas e diâmetros não!) proporcionais às reais. Mesmo sem a proporcionalidades há a sequencia das órbitas

na imagem e também na lista de navegação (com exceção da Lua, que não aparece na imagem e tem seu nome logo após a Terra na lista de navegação). Os asteróides, planetas anões e cometas não possuem uma imagem girando ao redor do Sol como os planetas, mas estão indicados nas regiões da imagem onde é esperado uma maior ocorrência deles.

A última sessão com a lista de navegação interna (como nos casos dos grandes nomes, instrumentos e Sistema Solar) é o Inventário do Universo (que ainda não foi implantada). A lista será composta pela Formação do Universo, Galáxias, Estrelas e Sistemas Planetários.

Os jogos e atividades estão no próximo item da lista de navegação principal da exposição. Quando se escolhe um jogo ou atividade um arquivo pronto para a impressão é mostrado para o visitante. Esta sessão existe para ampliar as possibilidades de utilização da exposição por parte dos professores e para fixar conteúdos nos demais.

Seguindo a lista nos deparamos com as novidades, cuja função é manter um visitante como um seguidor da exposição. Notícias sobre as ciências espaciais devem (ou deveriam) estar sempre sendo inseridas na exposição, mas para tanto é necessário a manutenção de um responsável por esta busca e inserção.

Avançando chegamos aos créditos, sessão onde aparecem os nomes da equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto e também as fontes de informação para o conteúdo da exposição, sejam as fontes livros ou sítios na internet.

Por fim chegamos aos links, onde são postados alguns sítios interessantes de serem visitados freqüentemente pelo público da exposição. É algo bastante comum na internet postar este tipo de informação ao visitante.

Agora que já está exposto o inventário da exposição, tal como foi delineado pela equipe, é hora de avançar nas etapas do desenvolvimento até a colocação no ar, em outubro de 2008.

3.3 Da temática à elaboração de um pré-roteiro

Após a definição dos temas a serem abordados iniciou-se uma nova fase do projeto de construção da exposição. Esta fase se caracterizou por diversas reuniões entre conteudista e supervisor visando a definição da abordagem dos temas comuns a serem explorados dentro de cada tópico, da busca ou não por analogias que pudessem ser incorporadas ao texto para um melhor entendimento das idéias presentes na exposição.

Este é um período crítico para o projeto, justamente por ser considerado o “vale da morte” da maioria dos projetos. Estudos de outras áreas, principalmente na parte de gerenciamento de projetos da área espacial, consideram que entre as idéias iniciais e o início da implementação das soluções encontradas é possível que haja a descontinuidade do projeto, por diversos motivos. Com efeito, foi o momento no qual o conteudista se debruçou sobre diversas referências e elaborou uma tabela com diversos dados compilados para a fácil recorrência ao longo da construção dos textos.

Inicialmente a exposição não teria uma narração, haveria textos ilustrados com janelas de explicações de termos científicos onde provavelmente o visitante poderia encontrar alguma dificuldade de entendimento. Enquanto os textos estavam em sua etapa final de validação com o supervisor houve uma integração prévia ao layout do ambiente da exposição e percebeu-se a inviabilidade desta configuração por conta, principalmente, do desconforto para a leitura de textos. Após inúmeras idas e vindas de textos foi possível o avanço para a fase de preparação de um pré-roteiro, o qual serviu de base para o roteiro final da narração da exposição.

3.4 Incorporando intencionalidades pedagógicas no pré-roteiro

A maior intencionalidade pedagógica existente na exposição, além da forma com a qual a navegabilidade foi pensada para ser executada, diz respeito a incorporação de uma perspectiva dialógica que permitisse ao visitante confrontar-se com seus conhecimentos a respeito dos temas estudados, promovendo rupturas e superando obstáculos à construção de novos conhecimentos.

Logo na tela inicial existem os ícones referentes à classificação de áreas da Astronomia. A História da Astronomia se faz presente por meio das contribuições realizadas pelos Grandes Nomes da Astronomia, além de estar complementada na sessão dos instrumentos, onde é informado o contexto do desenvolvimento daquele artefato.

A astrofísica moderna está bastante presente na sessão do Inventário do Universo, desenvolvida, mas ainda não implementada. Aqui é onde são explorados temas nos quais os estudantes possuem inúmeras dúvidas, como a Teoria do Big-Bang, a escala e a evolução das galáxias, a composição de imagens em cores falsas para a realização de estudos, a formação e a evolução das estrelas.

O último tópico do Inventário do Universo é dedicado aos Sistemas Planetários, forçando o visitante a refletir sobre a diversidade de corpos celestes orbitando estrelas que não o Sol. São mostrados diferentes tipos de planetas, quanto ao tamanho e composição, além de mostrar o principal método de detecção destes astros.

A sessão do Sistema Solar é dedicada à apresentação do Novo Sistema Solar, tal como foi definido na Reunião da IAU em 2006, onde Plutão é classificado como Planeta Anão. Neste contexto, há uma explanação inicial sobre os componentes do Sistema Solar e o visitante tem de interagir com a exposição, para traçar sua rota de viagem, e escolher qual objeto do Sistema Solar por meio do clique na posição espacial ocupada pelo referido astro.

Esta disposição foi pensada para provocar no visitante uma reflexão sobre como deve ser delimitado o estudo do Universo, desde as teorias mais avançadas

sobre a formação e evolução do próprio Cosmos, das galáxias e das estrelas, passando pelos sistemas planetários, até chegar aos planetas e corpos menores do nosso Sistema Solar, como luas, asteróides e cometas.

3.5 Definindo elementos dialógicos para a Exposição

Os elementos dialógicos presentes na exposição estão praticamente incorporados na linguagem utilizada e na sessão dos jogos e atividades. O conteúdo é o mediador do diálogo entre a exposição e o visitante, por mais que os jogos e as atividades sejam os vetores desta interação. Para que esta interação seja maximizada, todas as atividades foram pensadas para serem de baixo custo, utilizando materiais conhecidos e acessíveis para toda população.

O jogo da memória é uma atividade bastante conhecida das crianças. A capacidade de memorização é certamente um importante aspecto a ser desenvolvido nos estudantes, mas não é o único a ser desenvolvido com este jogo da memória com elementos da Astronomia. Neste jogo, o participante é convidado a associar à imagem de uma carta um texto descritivo presente em outra, desenvolvendo, além da capacidade de memória, capacidades cognitivas com referência às informações histórico-científicas.

O passatempo da cruzadinha é bastante apreciado pela população, como “tecnologia dominada” da educação é largamente utilizada por professores em sala de aula e até mesmo em avaliações. Neste jogo, em especial, todas as informações “cobradas” nas perguntas estão contidas ao longo da exposição, com a intenção de fixar alguns conteúdos de maneira bastante lúdica nos visitantes.

A atividade do Gnômon é bastante educativa para a percepção do movimento aparente do Sol ao longo do dia e do ano. Neste contexto, o visitante é convidado a construir seu próprio instrumento e fazer medições sempre que for informado da mudança das estações. Como foi visto em nossos alicerces, a observação e identificação clara dos fenômenos é o primeiro passo para a emersão do espírito científico nas pessoas.

O relógio de Sol é responsável por fazer o visitante refletir sobre a marcação do tempo. Por que as horas que temos de luz solar é diferente das horas marcadas em um relógio de pulso? De fato, a resposta a esta pergunta somente é alcançada com a observação e comparação das horas marcadas pelos dois modelos de relógio ao longo do ano.

Por que existem os trópicos de Câncer e de Capricórnio? Esta é a pergunta a ser respondida com a atividade das Estações do Ano. Esta pequena pergunta somente pode ser respondida com base em um bom entendimento da dinâmica da translação da Terra, a qual é explicada no texto da atividade. Com uma boa observação o visitante será capaz de identificar o conceito dos trópicos paralelos imaginários na Terra.

A última atividade presente na exposição é a atividade sobre os movimentos da Lua, a qual é responsável por explicitar como se formam os aspectos visíveis e porque ocorrem os eclipses. Um fato bastante confundido sobre o movimento da Lua é o fato dela sempre apresentar a mesma face voltada para a Terra, levando à existência de uma face oculta, mal interpretada muitas vezes como lado escuro, este erro conceitual deve ser corrigido ao realizar esta atividade.

3.6 Marcando Rupturas e Obstáculos epistemológicos ao longo da exposição

Os obstáculos epistemológicos aqui referidos são, seguindo a referência de G. Bachelard, intrínsecos ao processo de conhecimento dos visitantes. Embora não possam ser generalizados, foi possível trabalhar com uma base comum. Como a exposição foi pensada principalmente para estudantes do Ensino Fundamental, quando ainda não há grandes obstáculos presentes nestas mentes, não há a noção da complexidade dos temas, tudo é novo a razão de sua existência é somente a exploração e o aprendizado – principalmente na Astronomia. Os obstáculos epistemológicos, como já visto, são barreiras construídas pelas próprias mentes com a consequência de não facilitar, ou até mesmo impedir, o aprendizado rápido pelos aprendizes. Aquele que nunca se deparou com a matemática, por exemplo, não conhece a dificuldade intrínseca do estudo da matemática e, portanto, não posiciona obstáculos epistemológicos entre sua mente e o conhecimento. No caso de estudantes do Ensino Fundamental, onde ainda há a curiosidade de conhecer para saber, como apresentado no texto do Joãozinho da Maré, o obstáculo primeiro, a observação, é instantaneamente rompido na própria apresentação dos temas e, a partir daí, os temas existem somente para serem explorados e detalhados.

Entre olhar para as estrelas e elaborar teorias consistentes sobre o Universo existe um abismo. A ação da reflexão sobre o Universo é pouco freqüente entre as pessoas que não se dedicam ao estudo da Astronomia, e, ainda assim, quando há a ocorrência deste fenômeno constantemente as idéias originadas deste pensamento são incoerentes ou incompletas, muito disto devido a uma lacuna ao longo da formação científica desta mente, deste espírito.

A teoria do Big Bang, embora muito disseminada, é pouco entendida pelos estudantes. É um grande obstáculo epistemológico principalmente para os adultos já adeptos, talvez por conveniência, à teoria do criacionismo. Neste contexto, para tentar evitar a construção deste obstáculo à teoria, os principais fenômenos responsáveis por sua consolidação são explicitados na exposição. A Radiação Cósmica de Fundo, o afastamento das galáxias e o cone de luz são apresentados aos visitantes na esperança de que, em algum momento da vida, quando seja

necessário o conhecimento e aprofundamento dos estudos destes temas o estudante não se sinta pressionado pelo poder dos nomes dos temas.

A dinâmica estelar, principalmente a do Sol, é um mistério para a maioria das pessoas no Brasil e está presente na Exposição. Imaginar escalas tão imensas também é um obstáculo em espíritos científicos menos preparados para a abstração, desta forma, para preparar o espírito científico dos visitantes, estão presentes elementos demonstrativos do comportamento dinâmico do Sol e da evolução das estrelas ao longo do tempo.

O final da evolução de uma estrela muito massiva certamente resultará em um dos objetos mais influentes da Astronomia no imaginário das pessoas: O Buraco Negro. Para tentar evitar o misticismo científico em torno deste objeto tão desconhecido, uma definição bem simples da classificação do buraco negro é explicitada, uma pequena frase capaz de manter acesa a chama da curiosidade para o conhecimento acerca das ciências na procura de uma explicação mais quantitativa do fenômeno em questão, a gravidade, que deverá ser aprendida com base em modelo matemático somente no Ensino Médio.

Um grande obstáculo epistemológico percebido nos adultos é a dificuldade de classificar os objetos celestes em classes, como realizadas pelos astrônomos. Não é porque vemos um ponto brilhante no céu que ele será uma estrela. Mesmo alguns objetos imensos são vistos em pequenas áreas do céu, e planetas, que são considerados objetos pequenos, astronomicamente falando, também se apresentam para nós como pontos luminosos no céu noturno. A própria forma de exibição da exposição tenta minimizar este obstáculo, para que o visitante tenha a oportunidade de alcançar uma ruptura e classificar, mesmo que de uma maneira menos robusta do que a realizada por um astrônomo, estes objetos.

O último dos obstáculos apresentados neste trabalho é o da representação espacial do Sistema Solar. Para facilitar esta ruptura, na própria navegabilidade da exposição, o visitante escolhe o rumo de sua viagem por meio de indicações no próprio astro ou conjunto de astros, que estão dispostos conforme sua posição espacial no Sistema Solar – fora de escala dimensional, porém com velocidades orbitais proporcionais.

3.7 Incorporando elementos audiovisuais numa perspectiva dialógica

Toda exposição foi idealizada para girar em torno do diálogo mediado pela temática da Astronomia. Adicionalmente, certas ilustrações inseridas no contexto da narração têm o objetivo de facilitar a compreensão do conteúdo e abrir espaço para a reflexão sobre os temas nos visitantes.

Estes elementos estão presentes a todo o momento, desde a apresentação do Sistema Solar à introdução aos grandes nomes, passando pelos componentes do Sistema Solar e pelo Inventário do Universo, mesmo que este último ainda não esteja implementado.

Na apresentação do Sistema Solar o principal elemento gráfico incorporado na explicação é a figura do Modelo Geocêntrico e sua comparação simultânea com o Modelo Heliocêntrico. Além de facilitar o entendimento do Heliocentrismo, a incorporação deste elemento é de fundamental importância para a percepção do dinamismo da ciência, essencial para quem adentra este ramo do conhecimento.

Nos componentes do Sistema Solar, as figuras são adequadas para mostrar o aspecto salientado pela narração. Exemplos são as ilustrações das superfícies, atmosferas, campos magnéticos, luas, anéis e até mesmo caudas, nos casos dos cometas. Tratamento especial foi dedicado à imagem da Terra enquanto ocorriam as Auroras, fenômeno tradicionalmente associado ao Hemisfério Norte pela falta de registro no Hemisfério Sul, ocorrido pela falta de cidades a grandes latitudes em nosso hemisfério.

Certamente as ilustrações da sessão do Inventário do Universo são as mais importantes para o entendimento do tema. Especialmente os diagramas utilizados para a explicação da evolução das estrelas, das galáxias e do próprio Universo. Destaque foi dado ao gráfico de pizza com a percentagem dos elementos presentes no Universo, esta figura tem o poder de situar o visitante quanto à sua raridade e especialidade no Universo.

Um último desafio relacionado à incorporação das figuras à exposição diz respeito ao dilema qualidade das imagens X tamanho do arquivo das imagens. Saliente-se que a exposição foi pensada para ser visitada por diversas pessoas, as quais podem não possuir as melhores ferramentas disponíveis no mercado para a navegação na internet.

3.8 Consolidação do roteiro da exposição

Após todo este processo realizado, chegou a hora da consolidação do roteiro da exposição. O roteiro é um documento referência (vide anexo 1), base para construção da exposição. A elaboração do roteiro somente pode ser feita a partir das validações de conteúdos a serem abordados e seus respectivos recortes conceituais.

Em linhas gerais ele compreende o desenvolvimento de um argumento, com as devidas inserções de arte, som, indicações de abertura, corte e finalizações. A maior diferença do roteiro para o pré-roteiro está no nível de definições alcançadas e para que tais definições possam ser feitas faz-se necessário ter clareza dos recursos disponíveis para efetivação do projeto da exposição. No caso específico da exposição em análise, a maior das dificuldades da construção da exposição ocorreu devido a falta de verbas para pagamento do serviço de narração. Como todo projeto deve contemplar situações adversas, incluindo a falta de verbas, este não foi diferente. A solução encontrada foi retirar uma parte da exposição que vinha sendo desenvolvida, e que ainda é considerada extremamente importante para a completeza da exposição, mas não havia sido “encomendada” pelo iniciador do projeto: O Inventário do Universo.

Conclusões finais

Ao longo desta dissertação foi descrito o processo de motivação e desenvolvimento da Exposição Virtual “Astronomia: Uma Viagem Inesquecível”, a qual certamente contribuiu para a formação, em diversos aspectos, de todos os atores envolvidos no projeto e, com esperança, ainda auxiliará no aprendizado de muitos estudantes.

Todo o período de construção foi um período de intenso aprendizado, ao menos de minha parte. Desde lembrar aspectos curiosos e relevantes acerca dos objetos astronômicos explicitados, de alguma maneira, ao longo da exposição, passando pelo aprofundamento de aspectos teóricos que serviriam de bases, alicerces, para a escolha de caminhos a serem percorridos nas intencionalidades apresentadas aos visitantes e, também, pelo contato mais próximo com o desenvolvimento de recursos audiovisuais. Com efeito, a sessão “Diversidade e Evolução no Universo”, do Planetário Itinerante da UnB, apresentada concomitantemente ao lançamento da exposição, em outubro de 2008 somente foi possível graças aos aprendizados alcançados por meio da participação neste projeto.

No âmbito do gerenciamento de projetos, certamente aprendi a dimensionar e delimitar melhor aquilo que pretende ser apresentado. Não há um descontentamento, afinal a exposição ficou incrível, graças ao trabalho árduo de todos os atores do projeto, aos quais somente me resta agradecer, mas não gostaria de passar de novo pelo momento da consolidação do roteiro da exposição. Na verdade, a pior notícia, no âmbito deste projeto, foi saber da falta de recursos para a narração do inventário do Universo, o qual havia sido inserido “ad hoc” em uma exposição acerca do Sistema Solar.

Ainda sobre o gerenciamento, alguns detalhes passaram às diversas revisões do conteúdo e tão cedo consigamos recursos para a exposição estes detalhes serão corrigidos, como é o caso da frase que diz que Netuno é o menor dos planetas gasosos. Na verdade Netuno possui o menor diâmetro e Urano a menor massa entre os Planetas Jovianos. O erro é minimizado pela apresentação de uma imagem em

que aparecem os diâmetros da Terra e de Netuno, mas certamente será corrigido assim que possível.

Outro procedimento importantíssimo acerca do gerenciamento de projetos futuros é o de levar em conta que este tipo de modificações podem se tornar necessárias com o passar do tempo e para os próximos projetos será estudada uma maneira de atualizar/trocar conteúdos mais facilmente, sem a necessidade de toda uma equipe para realizar tal tarefa.

Um último conjunto de aprendizados adquiridos diz respeito a esta dissertação, a qual forçou-nos, orientadores e eu, a esquadrihar os aspectos motivadores, fundamentadores e principalmente de metodologia de desenvolvimento de recursos audiovisuais para utilização em ambiente escolar.

No âmbito das consciências adquiridas, temos a certeza de que não substituiremos as aulas dos professores, este trabalho serve como apoio às aulas, auxiliando e otimizando, mesmo que não cheguemos a 100%, o processo ensino-aprendizagem da Astronomia.

Referências

AMARAL, P. **O Ensino de Astronomia nas séries finais do Ensino Fundamental: uma proposta de material didático de apoio ao professor**, 2008, 101f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Instituto de Biologia, Instituto de Física, Instituto de Química, Universidade de Brasília, 2008.

AMARAL, P. QUINTANILHA, C. E. de V. **Astronomia nos livros didáticos de Ciências: uma análise do PNLD 2008**. A ser publicado.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, 314p.

Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira, ano 6, número 2, abril / junho de 1983, páginas 31 a 37.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências Naturais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental, 138 p. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. **Guia de livros didáticos PNLD 2008: Ciências**. Ministério da Educação. 106 p. Brasília: MEC, 2007.

CANALLE, J. B. G. TREVISAN, R. H. LATTARI, C. J. **Análise do conteúdo de Astronomia de livros didáticos de Geografia de 1º grau**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 14, n. 3, p. 254-263, 1997.

DUARTE, J. O. SOUZA, M. O. **Planetário Digital Inflável Para Ensino de Física e Astronomia**. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009, Vitória, ES. Anais – internet.

EUROPEAN COOPERATION ON SPACE STANDARDIZATION, **ECSS-M-ST-**

10C_Rev.1(6March2009). Disponível em http://www.ecss.nl/forums/ecss/_templates/default.htm?target=http://www.ecss.nl/forums/ecss/dispatch.cgi/standards/showFolder/100743/def/def/9326416 .

FREIRE, P. **Ação Cultural para a Liberdade.** São Paulo: Paz e Terra, 1997.

LANGHI, R. NARDI, R. **Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de Ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, p. 87-111, 2007.

LEITE, C. HOSOUME, Y. **Astronomia nos livros didáticos de Ciências - um panorama atual.** In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro, RJ. Anais - internet. São Paulo, SP: SBF, 2005. p. 01-04.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica.** III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 2000.

MOREIRA, M. A. Masini, E. **Aprendizagem Significativa.** Editora Moraes LTDA, São Paulo, 1982.

SOBREIRA, P. H. A. **Astronomia no ensino de Geografia: análise crítica nos Livros Didáticos de Geografia.** 2002, 276f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2002.

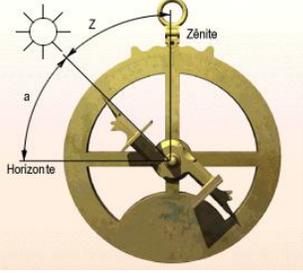
ANEXO I

Roteiro da Exposição Virtual “Astronomia: Uma Viagem Inesquecível”			
Alguns Grandes Nomes da Astronomia			
Tempo (s)		Imagem	Texto
i	f		
0	20	Vídeo da Terra orbitando o Sol	A Astronomia é a ciência mais antiga que existe, provavelmente porque os seus fenômenos foram os primeiros a atraírem a atenção e a curiosidade da humanidade - como o dia e a noite.
20	37		Quando não existia poluição luminosa e nem as próprias cidades, as pessoas não tinham as vantagens que a tecnologia oferece hoje e sofriam muito mais com as conseqüências das estações do ano e com a falta de luminosidade da Lua durante a noite.
37	51		Cada civilização atribuía valores do seu cotidiano aos astros e aos fenômenos astronômicos, como os eclipses, as estações do ano e o nascer de uma determinada estrela junto ao Sol.
51	66		Também possuíam os seus próprios calendários e símbolos, que eram governados por seus deuses, normalmente associados aos astros, como Sol, Lua, cometas e outros.
66	77		Ao longo deste despertar da astronomia como ciência, alguns grandes homens foram capazes de abstrair e formalizar os conhecimento
77	90		de forma a inventar teorias sobre o sistema solar e também sobre o próprio Universo. Conheça alguns destes grandes nomes e sua

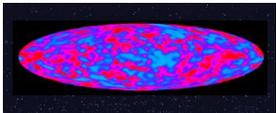
			contribuição para a Astronomia.
Erastótenes			
0	38		<p>Erastótenes viveu de 276 à 196 antes de Cristo.</p> <p>Este filósofo grego foi o primeiro a medir o diâmetro da Terra, algo em torno de 12,800 quilômetros.</p> <p>Mesmo após esta medição, a sociedade européia acreditou por muito tempo que a Terra era plana e que existia o fim do mundo.</p> <p>Somente após as Grandes Navegações é que foi totalmente aceita a Teoria Heliocêntrica de Copérnico, que diz que o Sol está no centro do Sistema Solar.</p>
Cláudio Ptolomeu			
0	35		<p>Cláudio Ptolomeu viveu de 90 à 160 antes de Cristo.</p> <p>O alexandrino Ptolomeu era um astrônomo, geógrafo e matemático alexandrino, foi responsável pela elaboração do primeiro sistema planetário geocêntrico, no qual a Terra ocupa o centro do Universo. Sua obra foi conhecida no Ocidente a partir de uma versão em árabe do seu livro "Grande Sistema Astronômico", o famoso ALMAGESTO.</p>
Nicolau Copérnico			
0	52		<p>Nicolau Copérnico viveu de 1473 à 1543.</p> <p>Ele foi o primeiro a propor a retomada do Sistema Heliocêntrico, proposto inicialmente pelos gregos, em sua obra intitulada "De Revolutionibus" publicada em 1543.</p> <p>O sistema heliocêntrico apresentava o sol como o centro do Sistema Solar e era muito mais simples que o modelo geocêntrico, este por sua vez, adotado até</p>

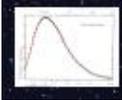
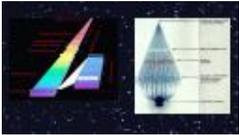
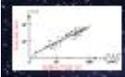
			então, dizia que a Terra era o centro do Universo. Ao que tudo indica, Copérnico foi o primeiro a dar forma científica à Teoria Heliocêntrica.
Johannes Kepler			
0	35		Johannes Kepler viveu de 1571 à 1630. Utilizando-se do Modelo Heliocêntrico de Copérnico e de dados muito precisos de Tycho Brahe (dados que até comprovaram que os cometas eram corpos celestes e não fenômenos atmosféricos), Kepler concluiu que as órbitas dos planetas eram elipses com o Sol em um de seus focos. Esta é uma das Leis de Kepler.
Galileu Galilei			
0	36		Galileu Galilei viveu de 1564 à 1642. É considerado pai da astronomia moderna e mais famoso a utilizar uma luneta para observar e descrever o céu. Descobriu o relevo da Lua, as luas de Júpiter, os anéis de Saturno e as Manchas Solares dentre outros. Além dos estudos astronômicos, Galileu foi quem introduziu a experimentação à ciência moderna.
Isaac Newton			
0	30		Isaac Newton viveu de 1643 à 1727. Ele foi o responsável pela unificação das forças da Terra e do Céu, quando lançou a Teoria da Gravitação Universal. Newton concluiu que a mesma força responsável pela queda dos objetos era também responsável por

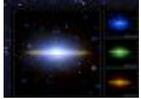
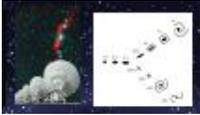
			manter a Lua girando em torno da Terra.
Pierre Laplace			
0	38		Pierre Laplace viveu de de 1749 à 1827 Dentre outros estudos, Laplace foi o primeiro a propor uma teoria para a formação do Sistema Solar, por meio de uma Nebulosa Solar Primordial. Também é muito conhecido por propor um ente matemático que conhece todas as velocidades, as posições e as forças que atuam em todos os corpos do Universo. Este ente ficou conhecido como Demônio de Laplace.
Albert Einstein			
0	29		Albert Einstein viveu de 1879 à 1955. Einstein formulou uma teoria nova para a Gravidade, na qual unificou o Espaço-Tempo a Teoria da Relatividade Geral. Há também a Relatividade Restrita, que trata de partículas muito energéticas que estão com velocidades comparáveis com a da Luz.
Edwin Hubble			
0	32		Edwin Hubble viveu de 1889 à 1953. Hubble descobriu que as galáxias se afastam umas das outras, mais ou menos como passas em uma massa de bolo que cresce por causa do fermento. Esta descoberta foi o primeiro passo para a formulação da Teoria do Big-Bang, a teoria mais aceita para a formação do Universo, que diz que ele nasceu de uma grande explosão.
Instrumentos			
Astrolábio			

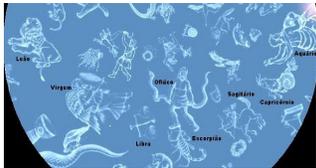
0	44	 <p>The diagram shows a circular astrolabe with a vertical gnomon. A sun is depicted at the top left, with a line labeled 'z' representing the zenith and a line labeled 'a' representing the altitude angle. The horizontal line is labeled 'Horizonte'.</p>	<p>O Astrolábio foi o primeiro instrumento utilizado para a medição das posições dos astros, existem registros de sua utilização há muitos anos. Sabe-se que Mestre João Faras (físico e astrônomo que acompanhou a expedição de Cabral ao Brasil) trouxe um astrolábio consigo para a determinação da latitude onde estava. Este instrumento não era muito preciso dentro dos navios, portanto Mestre João aproveitava os momentos em terra firme para fazer medições precisas e relata-las a Dom Manuel – o Venturoso.</p>
Quadrante			
0	24	 <p>The illustration shows a man with a beard and a blue hat holding a quadrant. The word 'Quadrante' is written below the instrument.</p>	<p>O quadrante é o instrumento que substituiu o astrolábio. Seu funcionamento é bastante parecido com o astrolábio, a maior diferença é que há um fio de prumo que delimita um ângulo, o que facilita (e aumenta a precisão) muito as medições feitas dentro dos navios.</p>
Sextante			
0	36	 <p>The image shows a physical sextant, a portable instrument used for measuring the angle between two objects in the sky.</p>	<p>O sextante foi o primeiro instrumento astronômico que utiliza princípios da reflexão. Sua geometria favorecia à medição feita no mar por não ser necessário olhar para o astro e para o horizonte simultaneamente, basta fazer com que os raios que vinham do astro e do horizonte coincidissem em um ponto. Este instrumento ajudou os navegadores a descrever mais precisamente sua trajetória ao longo de uma expedição.</p>
Telescópios			

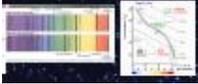
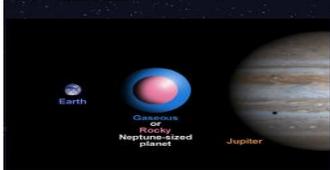
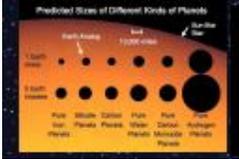
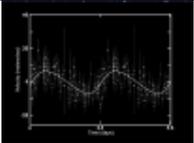
0	47		<p>Os telescópios surgiram na Holanda como combinação de lentes, e logo Galileu utilizou um para olhar para o céu. O telescópio de Galileu (formado por lentes – comumente chamados de lunetas) tinha muito pouco poder de aumento, não mais do que 30x. Conforme os estudos acerca da ótica avançavam, foram utilizados espelhos, junto com as lentes, para tornar os telescópios mais poderosos. Hoje existem no mercado diversos modelos de telescópios, com diversas combinações óticas, desde lunetas como a de Galileu até grandes telescópios que operam ligados a computadores e que utilizam GPS para sua localização.</p>
Radiotelescópios			
0	51		<p>Em meados de 1950, os astrônomos perceberam que nem toda informação vem do cosmos na forma de luz visível. Logo foram construídos radio telescópios para mapear este tipo de radiação. O maior radiotelescópio está localizado em Arecibo, na cratera de um vulcão inativo. Um conjunto de radiotelescópios (VLA – sigla para conjunto muito grande) é mostrado no filme Contato (1997 – Warner Bros.), que é baseado num livro homônimo de Carl Sagan. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do Departamento de Astrofísica (DAS-INPE) participa de um projeto denominado GEM (Galactic Emission Mapping) que</p>

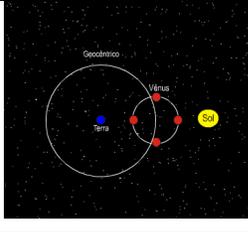
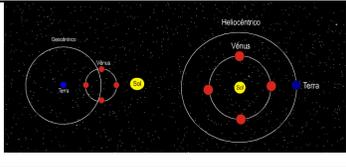
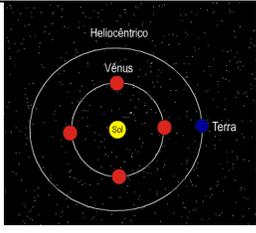
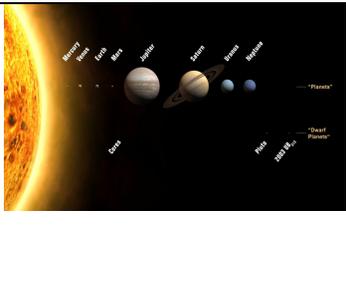
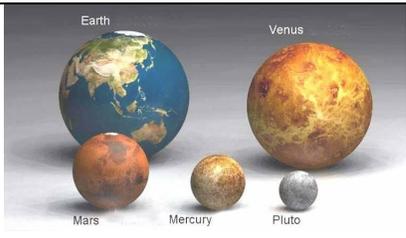
			utiliza radiotelescópios para mapear a emissão da Via-Láctea a partir de Cachoeira Paulista.
Missões Espaciais			
0	78		Com o início da Era Espacial, que se deu com o lançamento do Sputnik-1 (que significa amigo) pelos russos, os astrônomos perceberam que a própria atmosfera da Terra interferia nas observações astronômicas e diversos telescópios foram desenvolvidos e enviados em missões espaciais para realizar suas observações longe do alcance dessas interferências. Talvez o telescópio espacial mais famoso seja o Hubble Space Telescope, que está em órbita há 15 anos. Existem também as missões de exploração interplanetária, que teve seu início ainda na década de 1960 com as missões para a Lua (no auge da Corrida Espacial e da Guerra Fria). Hoje as sondas têm estudado principalmente como se deu a formação e se há possibilidade de vida nos locais de destino. Como exemplos, podemos citar as sondas Phoenix, Spirit e Opportunity (em Marte) e a Cassini (enviada para Saturno).
Inventário do Universo			
Formação do Universo			
			Os estudos indicam que o Universo se formou há aproximadamente 15 bilhões de anos, como uma singularidade no Espaço-Tempo. Como indício desta

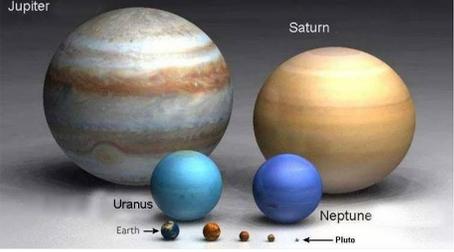
			teoria, temos a Radiação Cós mica de Fundo em Microondas, que seria o eco desta singularidade.
			Esta radiação é bastante característica de um objeto que está a uma temperatura de 2,7 K. Que é uma temperatura bastante baixa comparada às que estamos acostumados.
			Na verdade, se formos comparar a escala do Universo à escala dos humanos, percebemos o quão pequeno e ao mesmo tempo importante a humanidade é. No cone de luz temos uma visão interessante.
			Outra evidência muito forte que nós temos da Teoria do Big-Bang é o fato das galáxias estarem se afastando e também que, quanto mais afastadas elas estão, mais rapidamente estão se afastando.
			Talvez a forma mais interessante de olhar o Universo seja na forma de um disco em que as fatias representam as quantidades dos componentes do Universo. Nesta figura, podemos realmente ver que a matéria pesada, tal qual conhecemos é uma porção extremamente pequena do todo.
Galáxias			

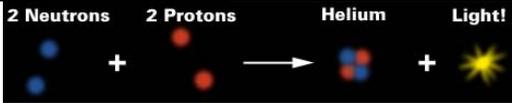
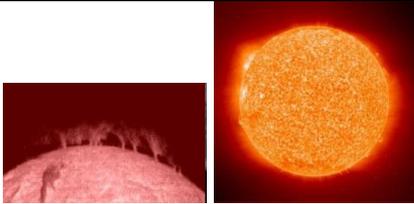
			<p>As galáxias são grandes objetos compostos por milhões de estrelas que normalmente giram em torno de um Buraco Negro supermassivo. Na medida em que giram adquirem uma forma achatada, como a forma de um disco.</p>
			<p>A galáxia mais próxima da Via-Láctea é a galáxia de Andrômeda, que possui um formato parecido com o da nossa galáxia. As galáxias podem também possuir formatos diferentes.</p>
			<p>Podemos observar as galáxias em diferentes fundos de escala, em frequências que não são visíveis, para compor uma imagem colorida artificialmente da galáxia e facilitar o estudo.</p>
			<p>É possível até mesmo utilizar radiotelescópios para observar e mapear a Galáxia e com todos estes estudos, cientistas notaram que as galáxias seguem um padrão no qual as mais jovens são elípticas e evoluem para espirais, que podem ser comuns ou barradas.</p>
Estrelas			
			<p>As estrelas noturnas mais conhecidas do Brasil, e talvez de todo o Hemisfério Sul, são as estrelas que formam o Cruzeiro do Sul. Quando são observadas aqui da Terra as estrelas se apresentam como pontinhos únicos,</p>

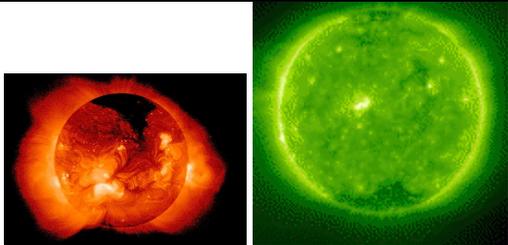
			<p>mas quando ampliamos sua imagem, percebemos que muitas se apresentam como sendo compostas por estrelas orbitando umas às outras. Um exemplo de estrela dupla é a estrela mais próxima do Sol, Alpha do Centauro.</p>
			<p>As constelações, hoje em dia, são úteis apenas para um mapeamento do céu. A nomenclatura das estrelas dentro das constelações é dada de acordo com seu brilho. A estrela mais brilhante da constelação recebe o nome de Alpha da constelação. Atualmente existem 88 constelações dividindo o céu em áreas.</p>
			<p>Dentro das galáxias existem algumas regiões com muito gás aglomerado como as regiões da Nebulosa da Cabeça do Cavalo ou da Nebulosa da Águia</p>
			<p>Estas regiões são onde as estrelas nascem e a partir daí, o que determina como será o futuro da estrela é a massa que ela possui.</p>
			<p>O evento final de uma estrela pode ser de catastrófico, como se tornar uma gigante vermelha, a exageradamente catastrófico, como uma imensa explosão na forma de Super Nova, que de vez em quando pode gerar até um Buraco Negro. Um Buraco Negro é um corpo que possui uma massa tão imensa que a velocidade necessária para escapar de sua gravidade é maior do que a velocidade da luz.</p>

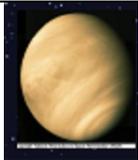
			<p>As estrelas são classificadas a partir de sua coloração, que caracteriza uma temperatura em sua superfície. Quando colocamos a luminosidade das estrelas em um eixo e a classificação pela cor em outro, é possível perceber que as estrelas percorrem um caminho padrão neste diagrama, este caminho padrão é chamado de Sequência Principal.</p>
Sistemas Planetários			
			<p>No Sistema Solar só possuímos duas classe de planetas, que são bastante caracterizados pela Terra e por Júpiter. Recentemente, os astrónomos têm descoberto que em outros sistemas planetários existem outros tipos de planetas, inclusive os que são uma mistura dos dois tipos.</p>
			<p>Com o avanço dos estudos, os astrónomos já identificaram diversos tipos de planetas que orbitam as suas estrelas também de diversas formas. Estes planetas podem também possuir satélites naturais como os planetas do Sistema Solar.</p>
			<p>Uma das formas mais comum de se identificar um exo-planeta – como são chamados estes planetas que orbitam estrelas que não o Sol – é por pequenas oscilações que as estrelas possuem pelo fato de serem puxadas pelos planetas ao longo de suas órbitas.</p>
O Sistema Solar			

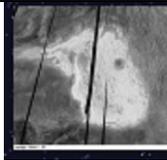
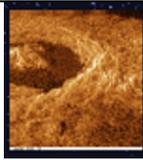
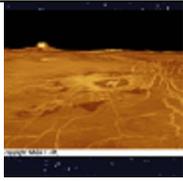
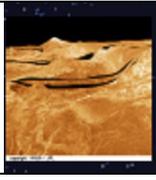
0	5		<p>Nossa viagem começa no sistema solar.</p>
5	17		<p>No início acreditava-se que todo o universo girava em torno da terra. Este modelo, chamado geocêntrico foi aceito por mais de 1000 anos, e somente após</p>
17	29		<p>a publicação do livro “de revoluções das esferas celestes”, em 1543 de Copérnico é que o modelo heliocêntrico,</p>
29	42		<p>sistema no qual o Sol ocupa o centro do Sistema Solar, foi definitivamente aceito. O nosso Sistema Solar é apenas mais um sistema planetário que orbita uma estrela, o Sol.</p>
42	63		<p>É composto pelo Sol, oito planetas e suas Luas e sistemas de anéis, planetas anões, milhões de asteróides e cometas. Tudo isso envolto por uma imensa esfera que é formada principalmente de gelo e poeira, que delimita o nosso Sistema Solar.</p>
63	97		<p>Os planetas são divididos em duas famílias, internos e externos. Os planetas internos são bastante pequenos (se comparados com os externos) e formados basicamente de rochas aglutinadas ao longo de milhões de anos. Estes Planetas são Mercúrio, Venus, Terra e Marte. Exceto Mercúrio, todos os outros planetas internos possuem uma atmosfera com seus ventos e tempestades, que alteram o relevo dos planetas.</p>

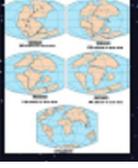
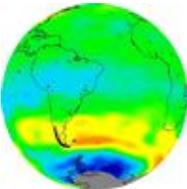
97	137		<p>Os planetas externos, que são Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, são muitas vezes maiores que os planetas internos. Urano, por exemplo, que é o menor dos planetas externos, é quase quinze vezes maior do que a Terra. A maior parte da massa desses planetas está em suas atmosferas, por isso os planetas externos são conhecidos também como gigantes gasosos, mesmo que não sejam formados completamente por gases.</p>
137	148		<p>Na região que separa os planetas internos dos planetas externos existe um grande aglomerado de asteróides. Os astrônomos acreditam que deveria haver um outro planeta nesta região, mas que devido à influência gravitacional de Júpiter não se formou.</p>
148	180		<p>Os outros corpos que têm dimensões comparáveis aos dos planetas internos (que são só algumas vezes menores) estão localizados muito longe do Sol e em órbitas que não são parecidas com as órbitas dos oito planetas. Um exemplo desta classe de objetos, denominada de planetas anões, é plutão.</p>
180	227		<p>Muito além dos Planetas Externos existe uma quantidade grande de objetos basicamente por gelo e poeira – remanescentes da formação do Sistema Solar – que por alguma influência gravitacional pode chegar bem perto dos planetas internos. Estes objetos que possuem este tipo de órbita</p>

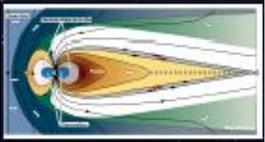
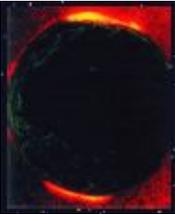
			<p>são os cometas. Suas caudas são formadas pela interação do Sol com o gelo de seus núcleos.</p> <p>Agora que você já conhece um pouco do Sistema Solar, aproveite para conhecer mais detalhes sobre nosso quintal.</p>
Sol			
0	12		<p>O Sol é nossa fonte de luz e vida. Como todas as estrelas, é uma grande esfera de gás incandescente, que gera energia por meio da fusão termonuclear</p>
12	22		<p>de Hidrogênio em Hélio: Quando dois átomos colidem a altíssimas velocidades, libera-se luz e energia.</p>
22	32		<p>Apesar de parecer a maior de todas as estrelas para nós, por ser a que possui maior Magnitude Aparente, o Sol é uma estrela bastante comum no Universo.</p>
32	57		<p>O diâmetro do Sol é quase 220 vezes maior que o diâmetro da Terra e concentra quase toda a massa do Sistema Solar, mais de 99%. A temperatura na superfície do Sol é em torno de 6000 °C, o que faz com que ele apresente uma cor amarelada.</p>
57	75		<p>As estrelas não são locais calmos como parecem ser quando olhando de longe, nelas ocorrem grandes explosões. No Sol não é diferente, algumas partículas expelidas pelo</p>

			
75	87		Sol podem ser observadas enquanto entram na Atmosfera Terrestre sob a forma de Auroras. As auroras são luzes naturais que podem ser observadas, principalmente à noite, nos pólos terrestres.
87	100		Cientistas monitoram a atividade Solar sempre, buscando compreender sua dinâmica e complexidade.
100	109		O primeiro a observar que o Sol possui manchas foi Galileu, hoje há missões espaciais como a SOHO (Observatório Solar em órbita)
109	124		que monitoram o aparecimento das Manchas Solares e a velocidade e a densidade do Vento Solar. Os satélites artificiais da terra também são afetados pela atividade solar.
124	138		Os eclipses são fenômenos bastante interessantes são causados pelo Sol e pela Lua. O eclipse solar ocorre quando a lua
138	145		fica numa posição entre a Terra e o Sol e é de extrema importância para o estudo da coroa solar.
145	156		O eclipse lunar ocorre sempre durante a fase da Lua Cheia, pois ela precisa ficar atrás da Terra, do ponto de vista de um observador no Sol.
Mercúrio			

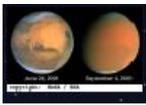
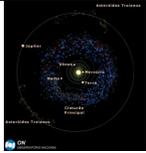
0	16		Nossa viagem continua em Mercúrio, que é o planeta mais próximo do Sol, é conhecido da humanidade há muitos anos e o primeiro a observá-lo com um telescópio foi Galileu.
16	33		Mercúrio é uma pequena pedrinha de quatro mil quilômetros de diâmetro que dá três voltas em si mesmo enquanto dá duas voltas em torno do Sol. O menor planeta do Sistema Solar não possui nenhum satélite natural, o que contribui para uma menor atividade geológica.
33	52		O planeta Mercúrio é bastante velho e não possui atmosfera, e justamente por este fato, a maior parte de sua superfície é coberta por crateras de pequenos asteróides que colidiram ao longo de bilhões de anos.
52	67		A ausência de atmosfera e a proximidade com o Sol fazem com que a diferença de temperatura entre um local iluminado e um na sombra seja muito grande.
67	83		A primeira missão espacial a passar por Mercúrio não estava prevista, mas os cientistas ganharam um bônus ao desviar a Sonda Mariner de Vênus para Mercúrio.
Vênus			
0	18		Nossa escala agora é em Vênus, o irmão mais próximo da Terra, tanto no tamanho como na densidade. Normalmente é o primeiro astro a brilhar no pôr-do-sol, também é conhecido como "Estrela

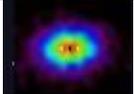
			Dalva".
18	34		O astrônomo italiano Galileu Galilei foi o primeiro a observar Vênus com o auxílio de um telescópio. Galileu descobriu que este planeta mostra fases semelhantes àsquelas que vemos da Lua.
34	58		Cientistas descobriram que na superfície de Vênus, a pressão atmosférica é 92 vezes a da Terra ao nível do mar. A cor amarelada se deve a gotículas de ácido sulfúrico que ficam nas camadas mais altas, o que ocasiona chuva ácida.
58	75		Além de chuva ácida, devido a uma grande concentração de Dióxido de Carbono (CO2), o efeito estufa é muito intenso em Vênus.
75	87		A temperatura na superfície de Vênus é de aproximadamente 482° C, a mais quente do Sistema Solar. Cientistas acreditam que a menor atividade geológica de Vênus em relação à Terra,
87	100		apesar dos tamanhos similares, deve-se à menor rotação, ausência de satélite e de água na crosta do planeta Vênus.
Terra			
0	25		A nossa casa é o Planeta Azul, o único lugar no Universo no qual temos certeza de existência de Vida. A idade da Terra é calculada em cerca de 4,5 bilhões de anos. No decorrer desse longo período ela foi palco de inúmeras transformações físicas e biológicas, em boa parte ainda não esclarecidas.

25	49		<p>Para sintetizar o estudo da evolução da Terra, dividiu-se sua história e era, período, época, idade e fase. William Smith foi o primeiro a fazer a observação científica da relação entre os fósseis e as camadas geológicas em que se encontravam.</p>
49	77		<p>A atmosfera terrestre é uma camada de ar que possui cerca de 700 km de espessura. Ela age como uma barreira contra a radiação iônica e como receptora do calor solar; também nos protege dos meteoros, fazendo com que a maioria se queime antes de poder atingir a superfície terrestre.</p>
77	130		<p>A camada de ozônio localiza-se na estratosfera terrestre e impede que 95-99% da radiação ultravioleta solar (UV) atinja a superfície do planeta. A diminuição da quantidade de ozônio na estratosfera, que resulta em uma maior incidência de radiação UV na superfície terrestre, está diretamente relacionada com a presença do composto chamado Clorofluorcarbonos (CFC) que era encontrado nos aerossóis, geladeiras e aparelhos de ar condicionados. Sabe-se que, na região da camada de ozônio localizada sobre a Antártida, a quantidade de ozônio já é bem reduzida: é o chamado buraco na camada de ozônio antártico.</p>

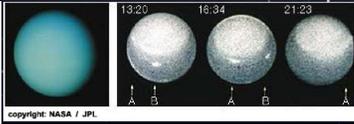
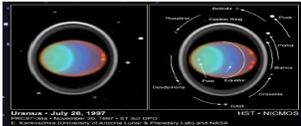
130	140		Estudos mostram que a Terra possui uma estrutura interna composta por um núcleo interno, um núcleo externo, um manto e uma crosta. Alguns elementos desta estrutura interna em rotação são responsáveis pelo campo magnético, que além de servir como orientação é essencial para a manutenção da Vida.
140	153		A Magnetosfera desvia partículas energéticas do Vento Solar, que são nocivas à vida. Um outro efeito do campo magnético é a Aurora, que ocorre simultaneamente nos pólos Norte e Sul.
153	172		A Magnetosfera desvia partículas energéticas do Vento Solar, que são nocivas à vida. Um outro efeito do campo magnético é a Aurora, que ocorre simultaneamente nos pólos Norte e Sul.
Lua			
0	49		Na seqüência de nosso passeio chegamos à Lua, que é o único satélite natural da Terra. Os cientistas acreditam, com base na análise da composição química do solo da Lua, que ela foi formada após a colisão de um corpo menor do Sistema Solar com a Terra, há bilhões de anos. De lá para cá, a Lua diminuiu sua rotação por causa das forças de maré que existem entre a Lua e a Terra. As forças de maré ocorrem devido às diferenças da força gravitacional exercida por um corpo em diferentes partes de outro. No Sistema

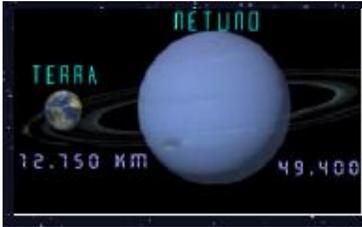
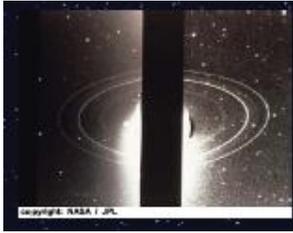
			Terra-Lua essas forças são as responsáveis pelo desnível nos oceanos.
49	62		A maioria das marcas na superfície da lua foi formada pelos impactos dos asteróides, as outras por humanos em missões espaciais.
62	72		A Apollo 11 foi a primeira missão tripulada a pousar na Lua, e seu comandante,
72	77		o astronauta Neil Armstrong, o primeiro ser humano a pisar o solo lunar.
77	89		Da terra, sempre vemos a mesma face da Lua e percebemos que ela possui fases. Estas fases são causadas pela sombra que a própria Lua faz em si mesma.
89	95		Quando a Lua passa na sombra da Terra, temos um Eclipse Lunar
95	101		e quando a Terra passa na sombra da Lua, temos um eclipse Solar.
Marte			
0	22		Estamos em Marte, o Planeta Vermelho, que vem difundindo como ninguém a Astronomia há milhares de anos e sempre inspirando civilizações em seus mitos e crenças. Seu nome, MARTE, e de seus satélites, Deimos e Fobos, são nomes associados às guerras.
22	30		Desde a primeira vez que vemos Marte com auxílio de um telescópio somos capazes de perceber

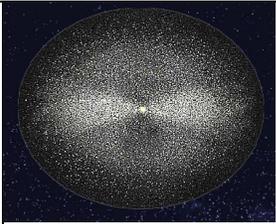
30	40		que há algo de especial neste planeta, e semelhanças com a Terra. Marte possui canais e vales que lembram em muito o relevo
40	48		dos rios aqui da Terra. Possui vulcões e cordilheiras, inclusive o maior vulcão do Sistema Solar
48	56		- o Monte Olimpo - que está 24 quilômetros acima da planície que o circunda.
56	65		Recentemente a sonda Phoenix verificou a existência de gelo em Marte,
65	82		um meteorito que caiu na Terra, vindo de Marte que contém indícios de atividade bacteriana no seu interior. Isto aumenta a importância de encontrarmos água em Marte para um melhor entendimento da possibilidade de existido vida no Planeta Vermelho.
Asteróides			
0	15		Em nosso percurso pelo Sistema Solar chegamos aos asteróides, que são pequenos objetos, formados por rocha e metais combinados, que orbitam o Sol.
15	29	 copyright: NASA / JPL	Os asteróides são pequenos demais para serem considerados planetas. A maior concentração de asteróides está nesta faixa que vai de Marte a Júpiter. As teorias apontam que os asteróides são restos da formação do Sistema Solar,
29	43		ou seja, um amontoado de matéria que não conseguiu se agrupar por conta da atração gravitacional de Júpiter.

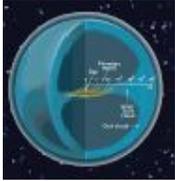
43	74		Podemos ver evidências dos asteróides aqui da Terra, quando eles entram na atmosfera da Terra em alta velocidade. A resistência do ar aumenta sua temperatura à ponto de pegar fogo. Quando observamos essas bolas de fogo no céu chamamos comumente de Estrela Cadente. Nem toda a estrela cadente é um asteróide, pode ser também um pouco de poeira da calda de algum cometa.
Júpiter			
0	27		Neste planeta, estamos longe de casa, visitamos agora Júpiter, que é o quinto e o maior planeta do Sistema Solar. Foi o planeta mais colaborou com a Teoria do Heliocentrismo de Nicolau Copérnico por causa de suas Luas. O planeta Júpiter é composto basicamente de uma imensa atmosfera formada por Hidrogênio e Hélio e um pequeno núcleo metálico.
27	52		A atmosfera de Júpiter é a mais complexa do Sistema Solar, apresenta uma tempestade centenária do tamanho de duas Terras e um padrão de ventos que sopram em sentido contrário, formando espécies de estrias no Planeta.
52	62		O planeta também apresenta um campo magnético semelhante ao da Terra, só que muito maior em tamanho, ele se estende além da órbita de Saturno.

62	73		Este campo magnético permite a entrada de partículas do vento solar, apresentando auroras da mesma forma que a Terra.
73	89		As quatro maiores Luas de Júpiter são Io, Europa, Ganímedes e Calisto e foram primeiramente observadas por Galileu, com a ajuda de um telescópio.
Saturno			
0	14		Nossa viagem chega a Saturno, que é sem dúvida, o corpo celeste mais bonito de todo Sistema Solar. O seu sistema de anéis,
14	27		que parece aumentar e diminuir ao longo dos anos por causa da inclinação, fascina a humanidade desde que foram observados por Galileu. Os anéis de Saturno foram muito estudados e pouco compreendidos até hoje. Cientistas acreditam que estes anéis sejam formados por luas que se chocaram e se fragmentaram em milhares de pequenos pedaços ao longo dos anos.
27	41		Algumas missões espaciais tiveram oportunidade de visitar este planeta tão distante. Podemos citar a missão Voyager, da década de 1970 e mais recentemente a missão Cassini-Huygens,
41	60		que dispunha de um módulo exclusivo para analisar a lua Titã à procura de sinais de vida. Saturno é o planeta que

			apresenta o maior número de Luas no Sistema Solar, estas luas possuem os mais variados tamanhos e composições químicas.
60	92		A atmosfera de Saturno é bem dinâmica e apresenta várias tempestades que duram semanas. Saturno possui o mesmo tipo de estrias causadas pela diferença da velocidade dos ventos, tal como pode ser observado em Júpiter.
92	107		O planeta também apresenta um campo magnético que permite a entrada de partículas do vento solar, apresentando auroras da mesma forma que a Terra e Júpiter.
Urano			
0	17		O sétimo planeta do Sistema Solar não pode ser visto a olho nu, sendo o primeiro a ser identificado com o auxílio de um telescópio. Por estar extremamente longe do Sol sua atmosfera é bastante uniforme.
17	31		Especula-se que Urano tenha sofrido um choque em algum momento no passado, pois seu movimento de rotação é quase perpendicular ao movimento de translação.
31	54		Urano parece rolar em volta do Sol e demora aproximadamente 185 anos para completar sua volta. Da mesma maneira que os outros planetas gasosos do Sistema Solar, Urano possui um sistema de anéis, embora bem mais fraco que o de Saturno.

		Netuno	
0	21		Netuno é o último planeta do Sistema Solar. Demora mais de 200 anos para completar uma volta em torno do Sol. Está tão distante da Terra que só foi possível sua detecção a partir de cálculos de pequenas perturbações medidas na órbita de Urano.
21	37		Netuno é o menor dos planetas gasosos e ainda assim é muito maior do que a Terra. Sua atmosfera é bem homogênea pelo fato de receber pouquíssima luz do Sol.
37	51		Netuno possui alguns satélites naturais e seu sistema de anéis é tão fraco que só pode ser notada quando tiramos uma fotografia bastante demorada do planeta.
		Cometas	
0	19		Os cometas são pequenos aglomerados de gelo e poeira que estavam presentes no início da formação do Sistema Solar. O cometa mais conhecido é o cometa Halley, que dá uma volta em torno do Sol em aproximadamente 76 anos.
19	39		Os cometas são conhecidos da humanidade desde a antiguidade, alguns povos acreditavam que um cometa no céu era um mau presságio. Apesar de serem conhecidos há tanto tempo, somente no milênio passado é que foi identificado que um

39	48		cometa era um astro no céu e não um fenômeno atmosférico. Fontes confiáveis de um registro dos componentes da nuvem de
48	60		formação do Sistema Solar, os cometas são importantíssimos para um melhor entendimento da formação de sistemas planetários.
Planetas Anões			
0	19		Planeta anão é um corpo celeste que órbita o Sol, tem massa suficiente para assumir uma forma quase-esférica e sua gravidade não foi suficiente para juntar a matéria presente nas vizinhanças de sua órbita.
19	41		Esta definição foi elaborada pela União Astronômica Internacional, na medida em que se evoluíam os estudos acerca de Plutão e dos corpos mais afastados do Sistema Solar, concluiu-se que Plutão era muito mais parecido com os corpos que estão mais distantes do que com os oito planetas.
Nuvem de Oort			
0	71		O fim de nossa viagem pelo Sistema Solar é a nuvem de Oort, que é uma nuvem esférica imensa que cerca o nosso sistema planetário. Para se ter uma idéia da distância, a luz leva cerca 3 anos para sair do Sol e chegar à nuvem de oort. Essa vasta distância é considerada o limite da influência do Sol.

71	94		<p>Acredita-se a nuvem de oort é formada por um núcleo relativamente denso, que se encontra perto do plano de órbita dos planetas, e uma fase menos densa mais afastada deste plano, fazendo com que a nuvem de oort apresente um aspecto esférico.</p>
94	113		<p>Dentro da nuvem, cometas estão separados por distâncias de 10 milhões de km. Eles estão fracamente ligados ao Sol, e às estrelas. Outras forças podem mandá-los para dentro do Sistema Solar ou para o espaço interestelar.</p>

ANEXO II

Cd com o arquivo da Exposição