

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO PARA
INSERÇÃO DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO: UMA
PROPOSTA BASEADA NOS REFERENCIAIS CURRICULARES DO
RIO GRANDE DO SUL**

ROBERTA LIMA MORETTI

**PORTO ALEGRE
OUTUBRO/ 2012**

**A CONSTRUÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO PARA INSERÇÃO DA
ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA BASEADA NOS
REFERENCIAIS CURRICULARES DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada sob a orientação da Prof.^a Dra. Maria de Fátima Oliveira Saraiva e da Prof.^a Dra. Eliane Angela Veit, ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**PORTO ALEGRE
OUTUBRO/ 2012**

Dedico esta dissertação as minhas avós,
Celina e Iraci, que sempre me mostraram
o verdadeiro amor.

AGRADECIMENTOS

A possibilidade desta dissertação existir perpassa por um momento muito particular: a inscrição para o curso de mestrado e, ali estava meu companheiro, Nathan, me incentivando e afirmando que valia a pena tentar. Mudar de cidade e permanecer longe da família e dos amigos íntimos não seria possível sem o amparo dele. Você foi o meu porto seguro durante todo esse processo, obrigada!

Agradeço muito o apoio e a paciência que as minhas queridas orientadoras tiveram comigo durante o desenvolvimento do proposta didática, a sua aplicação e a construção desta dissertação. As conversas e instruções não foram apenas contribuições, mas a base de tudo que foi construído e é por isso que, ainda que formalmente esta dissertação tenha somente eu como autora, a considero como nossa.

A aplicação da proposta não seria possível sem o real, sem sair da teoria e ir para prática. Foi na escola que tudo isso se concretizou! Agradeço a todos os educandos e educandas que participaram desta proposta de ensino. A personalidade e presença de cada um deles constituem a essência do trabalho e denotam seus aspectos mais importantes. Agradeço, ainda, o apoio da diretora e dos vice-diretores, Elaine, Cícero, Débora e Etelvino, que sempre confiaram na capacidade e criatividade dos educadores da escola, nos dando liberdade para ensinar.

Agradeço à minha mãe, Goretti, de quem herdei grande parte da minha personalidade, e daí a vontade de ser educadora, de ter as minhas ações guiadas por sonhos, pelo amor e pela crença em que um mundo mais justo é possível.

Agradeço ao meu pai, Moretti, do qual herdei minha intuição e coragem, características necessárias para tomar decisões importantes e com o coração. Agradeço a ele por nunca ter se contraposto à minha vontade de prosseguir os estudos, ainda que muitas vezes imaginasse outros caminhos para minha vida.

Agradeço o meu irmão, Junior, pessoa que melhor me conhece, com quem não tenho segredos e amo de todo o coração. A sua admiração pelos meus estudos sempre me deram força para continuar.

Agradeço a minha madrasta, Syrlei, e a minha irmã, Giovanna, por todo equilíbrio e alegria que trouxeram à minha família, essenciais para eu ter a tranquilidade de estar aqui.

Agradeço as minhas amigas queridas de Brasília, agora espalhadas pelo mundo, que sempre foram exemplo para mim pela seriedade que possuem com o estudo e o trabalho. Agradeço também aos amigos que conheci no mestrado, que me oportunizaram conversas muito ricas e momentos de alegria.

Agradeço a Deus por mostrar a sua presença verdadeira nos momentos em que mais precisei.

A realização deste projeto teve consequências imensuráveis na minha prática como educadora e na minha forma de ver o mundo. Essa mudança só foi possível pela troca que tive com as pessoas que cruzaram o meu caminho: as pessoas com as quais conversei, com as quais escrevi, com as quais trabalhei, com as quais estudei, os autores e autoras que li. Agradeço a todos e a todas!

RESUMO

Um novo referencial curricular para o estado do Rio Grande do Sul foi estabelecido e passou a vigorar em março de 2010. Intitulado Lições do Rio Grande, tal referencial preserva os temas estruturantes das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Nacionais (PCN+), mas sugere uma sequência para o desenvolvimento desses temas ao longo do Ensino Médio, na qual o tema Universo, Terra e vida é o primeiro a ser abordado no primeiro ano. As Lições do Rio Grande entendem que o domínio da língua materna é fundamental para organizar cognitivamente a realidade, exercer a cidadania e comunicar-se com os outros. Dessa forma, propõem que a aprendizagem dos conteúdos de Física seja permeada por três eixos fundamentais: representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural. As competências básicas - ler e escrever, e resolver problemas - devem ser desenvolvidas a partir desses eixos.

Este trabalho tem como principais objetivos o desenvolvimento e a aplicação de um material didático para o ensino de Física no Ensino Médio que contemple as Lições do Rio Grande, que aborde o tema estruturante Universo, Terra e vida e que tenha como referencial metodológico o Ensino por Investigação - uma abordagem baseada em uma combinação de teorias construtivistas. No Ensino de Ciências por Investigação o estudante deve ser ativo em sua aprendizagem e o educador deve ser um guia ou facilitador que propõe problemas e auxilia os educandos na resolução dos mesmos.

Para o desenvolvimento do material fez-se necessária uma revisão da literatura, onde buscamos atividades relacionadas ao Ensino de Astronomia que estivessem em consonância com o referencial adotado e permitissem o desenvolvimento das competências. A busca de tais atividades foi feita em revistas especializadas em ensino de Física e/ou de Astronomia (RBEF, CBEF e RELEA) e em grupos que divulgam propostas para o ensino de Astronomia (GTTP e GHOU). As atividades sofreram adaptações para se adequar ao tempo da aula e para o desenvolvimento da leitura e da escrita.

A aplicação do material foi feita em duas turmas regulares de 1º ano do

Ensino Médio, em uma escola do campo, onde boa parte dos educandos são filhos de trabalhadores rurais. A aplicação teve início em março de 2010 e se estendeu até dezembro do mesmo ano. A estrutura das aulas permitiu que os educandos participassem das atividades de forma ativa, sendo a leitura e a escrita privilegiadas durante as aulas. O desenvolvimento dos conteúdos aconteceu a partir de questões propostas como “O universo é estático ou dinâmico?” e “Por que ocorrem as fases da Lua?”. Para responder aos questionamentos, os educandos fizeram leitura de textos, participaram de atividades coletivas, manusearam maquetes, confrontaram suas ideias e produziram pequenos textos. A avaliação da proposta foi feita a partir de relatórios confeccionados pela educadora e de pré-testes e pós-testes respondidos pelos educandos.

Podemos concluir que a temática Universo, Terra e vida é motivadora e interessante para os estudantes, a grande maioria se sente à vontade para fazer questionamentos e expressar opiniões durante a aula. A comparação dos resultados entre pré e pós-testes mostrou uma perceptível evolução dos educandos em termos de conteúdo. Dentre alguns impasses, pudemos perceber que o desenvolvimento de competências demanda tempo e é complexo de ser avaliado. A quantidade de horas-aula semanais disponibilizadas para a disciplina de Física dificulta a abordagem de todo o conteúdo proposto pelos PCN+ e o desenvolvimento simultâneo de competências.

ABSTRACT

A new curriculum framework for the state of Rio Grande do Sul was established and became effective in March 2010. Entitled *Lições do Rio Grande* (Lessons of Rio Grande), this framework preserves the structuring themes presented in the *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Nacionais - PCN+* (Brazilian Guidelines of National Education), and suggests that the subject *Universo, Terra e vida*, (Universe, Earth and life) is studied in the first semester. This document proposes that the learning of Physics contents is divided in three main themes: representation and communication, research and understanding and sociocultural context. The basic skills - reading, writing and problem solving - must be developed from these three axes.

The present work has as main objectives the development and application of a didactic material for the Physics discipline in the Secondary School that incorporates the *Lições do Rio Grande*, is based on the structuring theme *Universo, Terra e vida* and follows the Inquiry-Based Learning methodology. This methodology is based on a combination of constructivist theories. It argues that the students must be active in their learning and the teacher should be a guide or facilitator who proposes problems and assists students in solving them.

For the development of the material was necessary to review the literature, searching for activities related to the Teaching of Astronomy which were in line with the benchmark adopted and were appropriated for the development of skills. The search was made in specialized journals (RBEF, CBEF and RELEA) and websites (GTTP and GHOU). The activities have been adapted to suit the class time and the development of reading and writing skills.

The material developed was applied to two classes of regular 1st year of Secondary School, in a school located in the countryside, where most of the students are children of farm workers. The implementation began in March 2010 and lasted until December of that year. The structure of the classes allowed students to participate actively in the activities, which gave special emphasis to reading and writing. The development of the content was made from proposed questions such as

"The universe is static or dynamic?", or "Why Moon phases occur?". To answer the questions, the students practiced text reading, participated in collective activities, handled models, confronted their ideas with each others and produced short texts.

The evaluation of the proposal was made from reports prepared by the educator and pre-tests and post-tests answered by the students. We can conclude that the thematic *Universo, Terra e vida* was motivating and interesting for students, most of them felt comfortable to ask questions and to express their opinions in class. It was noticeable the evolution of the students when comparing the results of pre-tests and post-tests. Nevertheless, we realize that developing skills takes time and is complex to accomplish. The small number of class hours per week available for the Physics discipline makes it difficult to develop simultaneously all the contents and the skills proposed by the *PCN+* .

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL CURRICULAR.....	19
2.1 A ESCOLHA DO REFERENCIAL CURRICULAR.....	19
2.2 A REFORMA NO ENSINO, OS PCN E OS PCN+	20
2.3 AS LIÇÕES DO RIO GRANDE.....	27
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	35
3.1 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.....	35
3.2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA.....	40
3.3 CONCEPÇÕES DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.....	43
4 TRABALHOS RELACIONADOS.....	49
4.1 AVALIAÇÃO DO ENSINO DE ASTRONOMIA NO BRASIL E AS PRECONCEPÇÕES RELACIONADAS A TEMAS DE ASTRONOMIA.....	49
4.2 PROPOSTAS DE ATIVIDADES PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NOS PERIÓDICOS REVISADOS.....	57
4.3 GALILEO TEACHER TRAINING PROGRAM (GTP) E OUTROS RECURSOS PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA	61
5 PROPOSTA DIDÁTICA E APLICAÇÃO.....	64
5.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	64
5.2 MATERIAL ELABORADO.....	68
5.3 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA.....	80
5.3.1 Relato da Atividade 1: Qual é a sua localização no Universo?.....	81
5.3.2 Relato da Atividade 2: O que é grande? O que é pequeno?.....	82
5.3.3 Relato da Atividade 3: O que é Cosmologia?.....	83
5.3.4 Relato da Atividade 4: O Universo é estático ou dinâmico?.....	85
5.3.5 Relato da Atividade 5: Por que ocorrem as fases da Lua?.....	86
5.3.6 Relato da Atividade 6: Intervalo de tempo entre as fases da Lua e a variação do período de luação.....	88
5.3.7 Relato da Atividade 7: Por que ocorrem os eclipses?.....	89
5.3.8 Relato 8: Prevendo os eclipses solares.....	91
5.3.9 Relato da Atividade 9: Constituição e origem do Sistema Solar.....	93
5.3.10 Como podemos prever a localização dos planetas?.....	95
5.3.11 Relato da Atividade 11: Viagem interplanetária.....	96
5.3.12 Relato da Atividade 12: Quais fatores influenciam na intensidade da Força Gravitacional?.....	97
5.3.13 Relato da Atividade 13: Campo gravitacional x distância.....	99
5.3.14 Relato da atividade 14: A importância do Sol e o seu ciclo de vida.....	100
5.3.15 relato da Atividade 15: O que vai acontecer com o Sol?.....	102
6 AVALIAÇÃO DA PROPOSTA.....	103
6.1. ANÁLISE QUALITATIVA.....	106
6.1.1 Avaliação Geral da Proposta.....	106
6.1.2 Análise das questões discursivas dos pré e pós-teste.....	115
6.2 ANÁLISE QUANTITATIVA.....	129
7 COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÕES.....	135

REFERÊNCIAS.....	139
APÊNDICE A – RELATO APROFUNDADO DA ATIVIDADE 5.....	144
APÊNDICE B- PRIMEIRA PARTE DO PRÉ-TESTE.....	154
APÊNDICE C- SEGUNDA PARTE DO PRÉ-TESTE.....	158
APÊNDICE D- QUESTÃO UTILIZADA NO PÓS-TESTE PARA COMPARAR O AVANÇO NA INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS RELATIVA À QUESTÃO 11 DA PRIMEIRA PARTE DO PRÉ-TESTE.....	163
APÊNDICE E – GUIA DO EDUCANDO.....	165
APÊNDICE F – GUIA DO EDUCADOR.....	228

1 INTRODUÇÃO

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB), promulgada em 1996, conferiu ao Ensino Médio uma nova identidade à medida em que esse passou a integrar a Educação Básica, tendo como finalidade preparar o educando para o exercício da cidadania, o mundo do trabalho e o prosseguimento dos estudos.

Para oferecer subsídios aos docentes e visando a reforma curricular proposta pela LDB, são publicados as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), em 1998, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em 1999, e as Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), em 2002. Os PCN sugerem uma organização disciplinar por área de conhecimento, sendo que a Física faz parte da grande área *Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*, e propõem que o aprendizado seja entendido a partir do desenvolvimento de habilidades e competências.

De acordo com os PCN, as competências e habilidades dividem-se em três eixos – representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural – e são descritas a partir das competências básicas ler, escrever e resolver problemas. Reconhecer a linguagem da Física, expressar-se através dela ao resolver problemas e comunicar resultados são competências pertinentes ao eixo representação e comunicação. As competências relativas ao eixo investigação e compreensão tem como objetivo que o estudante saiba formular perguntas relevantes, aprenda a selecionar fontes de pesquisa confiáveis, compreenda e investigue situações-problemas, elaborando textos para comunicar resultados. O eixo contextualização sociocultural abrange as competências que buscam desenvolver no estudante uma visão da Física como construção humana, cultura e parte da sociedade tecnológica contemporânea.

A articulação entre as competências e os conteúdos disciplinares é apresentada nos PCN+. Este documento indica os conteúdos fundamentais de Física a serem trabalhados no Ensino Médio e os organiza em seis temas estruturadores:

Universo, Terra e vida; Movimentos: variações e conservações; Som, imagem e informação; Calor, ambiente e usos de energia; Equipamentos elétricos e telecomunicações e Matéria e energia. Nesse contexto, a Física deixa de ser vista de forma desarticulada e composta apenas de leis e fórmulas. De acordo com os PCN+, passa a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnada de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado.

Os PCN e os PCN+, ainda que não obrigatórios, são referência nacional para a construção de currículos e, em 2009, foram fortemente utilizados na elaboração do referencial curricular do Rio Grande do Sul, denominado Lições do Rio Grande. A construção deste referencial foi impulsionada pelo Movimento Todos pela Educação. Uma das metas deste movimento é que todo aluno adquira o aprendizado adequado a sua série. Para garantir isto, o referencial estabelece um conjunto mínimo de conteúdos e competências que as escolas devem desenvolver com seus educandos. Segundo as Lições do Rio Grande, a escola possui a autonomia de escolher o método de ensino, porém não pode deixar de levar os alunos ao desenvolvimento daquelas competências ou deixar de abordar os conteúdos curriculares.

O material desenvolvido e aplicado neste projeto de mestrado teve como objetivo atender às Lições do Rio Grande. No capítulo 2 justificamos a escolha de tal referencial curricular, descrevemos as suas peculiaridades, bem como as principais características do PCN e dos PCN+. Procuramos, ainda, apontar como os conceitos de competências e habilidades aparecem nesses documentos e quais são os empecilhos decorrentes da falta de entendimento dos mesmos.

Podemos entender a importância do desenvolvimento de competências no Ensino Médio a partir de uma breve análise do contexto educacional nacional. O Brasil é um país que vem passando pela universalização da educação básica e, consequência desse processo, é a crescente diversidade que caracteriza o ambiente escolar, sugerindo que as formas de ensino-aprendizagem devem ser adequadas ao

contexto sociocultural do estudante. Outro aspecto importante é a quantidade de crianças e jovens pobres que frequentam as escolas. Esses jovens procuram a escola como um caminho para ascensão social, o que reforça a importância do desenvolvimento de competências dentro da escola que contribuem para que os estudantes desenvolvam autonomia, sendo capazes de refletir sobre os aspectos de sua vida e tomar atitudes para modificá-la.

O tema estruturador privilegiado neste projeto foi Universo, Terra e vida, no qual são tratados assuntos pertinentes à Astronomia. O tema foi escolhido por acreditarmos no potencial que possui em despertar o interesse dos educandos pela ciência à medida que permite discutir questões fundamentais do ser humano, como por exemplo a origem e evolução do Universo. A Astronomia possui ainda um caráter formador, pois nos permite entender a nossa história no tempo e no espaço em um contexto mais abrangente. Os conteúdos disciplinares e as competências específicas referentes ao tema Universo, Terra e vida são descritos no capítulo 2.

Os estudantes de escolas brasileiras concluem o Ensino Médio, na maioria das vezes, sem conhecimento de temas fundamentais de Astronomia e que são fortemente recomendados pelos PCN (DIAS e RITA, 2008). Possivelmente a inserção de conteúdos de Astronomia neste nível de ensino ainda não ocorreu, dentre outros fatores, pela falta de formação dos professores, que não se sentem aptos a ensinar um conteúdo que não dominam e, também, pela carência destes assuntos em livros didáticos.

Considerando esses fatores, desenvolvemos neste projeto uma apostila para o educando e outra para o educador. Nesta última existem sugestões de leitura que podem subsidiar o educador no preparo das atividades e no entendimento e aprofundamento dos conteúdos abordados. A estrutura dos materiais aqui desenvolvidos é apresentada no capítulo 5.

O ensino baseado no desenvolvimento de competências torna necessário uma modificação no papel do educador, exigindo uma metodologia que promova

acréscimo no envolvimento dos estudantes, tornando-os ativos em seu aprendizado. Na proposta de ensino aqui desenvolvida, buscamos incentivar os estudantes a serem críticos, reflexivos e a terem autonomia. Para se adequar a esses propósitos, escolhemos o ensino por investigação, uma metodologia de ensino que considera o estudante como protagonista de sua aprendizagem e ativo dentro do espaço escolar. O ensino por investigação tem como objetivo fazer observações, levantar questões, examinar livros e outras fontes de conhecimento, utilizar ferramentas para analisar e interpretar dados, propor previsões, fazer argumentações e comunicar resultados. Envolve ainda a percepção dos estudantes daquilo que se está assumindo na resolução de um problema e a consideração de explicações alternativas. No capítulo 3 articulamos os principais aspectos dessa metodologia, sua relação com o referencial curricular escolhido e as suas diferentes concepções. O ensino por investigação pretende desenvolver o espírito científico dos educandos, portanto também julgamos importante estabelecer a relação dessa metodologia com a epistemologia da ciência e, mais especificamente, a visão de ciência que intencionamos despertar nos educandos.

Para desenvolver as apostilas do educando e do educador não partimos do zero; consideramos as avaliações do ensino de Astronomia no Brasil, as pré-concepções relacionadas a essa área de conhecimento e as propostas de atividades divulgadas em periódicos e por projetos internacionais que disseminam o ensino de Astronomia, como o *Global Hands on- Universe* (GHOU) e o *Galileo Teacher Training Program* (GTTP). Os periódicos escolhidos para compor a revisão da literatura foram a Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, a Revista Brasileira de Ensino de Física e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física. No capítulo 4 fazemos uma síntese dos trabalhos encontrados na literatura que foram relevantes para o desenvolvimento de nossa proposta didática no que diz respeito a aspectos teóricos e práticos.

A proposta didática desenvolvida neste projeto foi aplicada na Escola Estadual de Ensino Médio Nova Sociedade, localizada na zona rural do município de Nova Santa Rita (RS). Este município situa-se a aproximadamente 25 quilômetros de Porto Alegre. A escola em que ocorreu a aplicação da proposta surgiu em um contexto

diferenciado, a partir da luta de membros do Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST) que, após serem assentados, sentiram a necessidade de uma escola que atendesse as crianças e jovens do assentamento. As características essenciais da escola, assim como os detalhes observados pela educadora durante a aplicação da proposta são descritos no capítulo 5.

A avaliação da proposta didática é apresentada no Capítulo 6 e foi feita a partir dos relatos confeccionados pela educadora, através de pré-testes e pós-testes, respondidos pelos educandos durante a sua aplicação e por meio da análise do material desenvolvido, na qual buscamos inferir se esse possui o potencial de desenvolver competências junto aos educandos, conforme o designado pelas Lições do Rio Grande.

Utilizar o ensino por investigação no contexto escolar brasileiro é um grande desafio. A riqueza apresentada nas aulas direcionadas por essa metodologia, bem como os empecilhos encontrados em sua utilização são apresentados no capítulo 7. Neste capítulo fazemos, ainda, uma crítica às constantes mudanças no currículo do estado do Rio Grande do Sul que acontecem a cada troca de governo. As Lições do Rio Grande, por exemplo, foram publicadas ao final do ano letivo de 2009, passaram a vigorar no ano letivo de 2010 e, ao final de 2011, foram substituídas por outro referencial curricular.

Ainda que as Lições do Rio Grande não sejam mais a referência curricular do estado, acreditamos que a proposta aqui desenvolvida pode servir de subsídio à educadores que procurem atender às sugestões dos PCN e dos PCN+ e àqueles que desejam inserir conteúdos de Astronomia no Ensino Médio.

2 REFERENCIAL CURRICULAR

Neste capítulo faremos uma breve justificativa da escolha das Lições do Rio Grande como referencial curricular para o material elaborado, assim como apontaremos as principais peculiaridades dos PCN, dos PCN+ e das Lições do Rio Grande, especialmente as que consideramos mais relevantes para a consecução do nosso trabalho. Pretendemos ainda discutir algumas inferências presentes na literatura sobre tais orientações curriculares.

2.1 A ESCOLHA DO REFERENCIAL CURRICULAR

Diversos documentos têm sido divulgados por instâncias públicas, como o Ministério da Educação e as Secretarias da Educação, com a finalidade de promover a melhoria do ensino no Brasil. As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – DCNEM (BRASIL, 1998), os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 2000) e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (BRASIL, 2002) são exemplos de propostas que foram construídas com o objetivo de nortear o ensino em âmbito nacional. Em esfera regional, foi publicado em 2009 um novo referencial curricular para o estado do Rio Grande do Sul, intitulado Lições do Rio Grande (RIO GRANDE DO SUL, 2011), que está em consonância com as diretrizes nacionais. Mais recentemente, em 2011, a troca de governos no Estado do Rio Grande do Sul, levou a instituição de outro referencial curricular. Nomeado Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio, o documento indica a necessidade de uma formação voltada ao mundo do trabalho.

A utilização de um currículo comum a todo estado, ou mesmo à nação, é defendida por alguns e extremamente criticada por outros. Optar por desenvolver um material que atenda o currículo proposto pela Secretaria da Educação do Estado do Rio Grande do Sul não aconteceu pela crença em que a solução para a educação no estado seja a mudança do currículo, mas pela afinidade que tivemos com a proposta

de formação humana do educando muito presente nas Lições do Rio Grande, e com o espaço destinado ao ensino de Astronomia dentro dos eixos temáticos.

Produzir um material que atenda aos objetivos apontados nas Lições do Rio Grande para o ensino de Física, mais especificamente para o eixo temático *Universo, Terra e vida*, é também atender a demanda de educadores que buscam por atividades diferenciadas para o ensino de Astronomia.

2.2 A REFORMA NO ENSINO, OS PCN E OS PCN+

Os PCN indicam que a reforma curricular brasileira, no que se refere ao Ensino Médio, foi elaborada levando em consideração dois fatores principais. Em primeiro lugar aponta-se como fator econômico a chamada Terceira Revolução Industrial, que causou mudanças radicais no modo de organização do trabalho e nas relações sociais. Com o advento das novas tecnologias, pode-se perceber, a partir da década de 80, mudanças significativas no volume de conhecimento produzido e na facilidade da troca de informações.

A quantidade de informações produzidas e a crescente facilidade de acesso ao conhecimento são destacadas nos textos dos PCN, que propõem que a antiga forma de ensinar, onde era priorizado o acúmulo de conhecimentos específicos e compartimentados, dê lugar à formação geral por meio do desenvolvimento de habilidades e competências.

Propõe-se, no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização.
(BRASIL, 2000, p.5)

Dentro desse contexto, os PCN afirmam que não é mais interessante a memorização de conhecimentos superados ou que podem ser facilmente acessados, mas sim o desenvolvimento da capacidade de continuar aprendendo (BRASIL, 2000).

É importante destacar, tendo em vista tais reflexões, as considerações oriundas da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI, incorporadas nas determinações da Lei nº9.394/96:

a) a educação deve cumprir um triplo papel: econômico, científico e cultural;

b) a educação deve ser estruturada em quatro alicerces diferentes: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser.
(BRASIL, 2000, p.14)

A segunda motivação para a reforma curricular foi a brusca expansão do Ensino Médio, que deixou de atender apenas uma minoria privilegiada que tinha acesso a esse nível de ensino e passou a atender também cidadãos de baixa renda, os quais buscam cada vez mais o acesso a esse nível de ensino. Os PCN apontam que o novo currículo deverá atender à demanda desse público diversificado, indicando fortemente uma formação para o mundo do trabalho.

A reforma curricular brasileira, que tem seus princípios dispostos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), conferiu ao Ensino Médio uma nova identidade, quando esse passou a integrar a Educação Básica.

De modo geral, dentro das expectativas da LDB, o Ensino Médio, como etapa final da educação básica, deve estar conectado ao mundo do trabalho tendo como finalidade o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias à integração do indivíduo à sociedade, e que permitam que esse possa continuar aprendendo de forma autônoma e crítica para acompanhar as mudanças rápidas da nossa sociedade. São estabelecidas no Artigo 36 da LDB, as diretrizes para o currículo do ensino médio:

[...] O currículo do ensino médio observará o disposto na Seção I deste Capítulo e as seguintes diretrizes:

I - destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania;

II - adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes; [...]

(LDB, 1996)

É interessante assinalar que, na temática Ciências, as novas diretrizes curriculares não se preocupam apenas com a aprendizagem de conceitos científicos, mas enfatizam que é necessário que os educandos entendam e assimilem o significado de ciência.

Para oferecer subsídios aos docentes e visando a implementação da reforma curricular, foram formulados as DCNEM e os PCN. Os PCN sugerem uma organização disciplinar em áreas de conhecimento, onde a Física faz parte da grande área *Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Esse documento destaca a importância de se trabalhar, na escola, um conhecimento com significado para o educando, que não seja somente preparatório para outra etapa escolar, mas que faça sentido naquele momento, apontando a interdisciplinaridade e a contextualização como formas de dar sentido a esse conhecimento.

Os PCN discutem que tipo de formação a escola pode oferecer aos educandos de forma a inseri-los de maneira ativa no mundo atual. Para isso propõem um ensino baseado no desenvolvimento de habilidades e competências e apresentam as competências correspondentes a cada disciplina, divididas em três eixos: *Representação e comunicação, Investigação e compreensão e Contextualização sociocultural*. O Quadro 1 mostra as competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física.

A formação por competências se contrapõe à formação focalizada unicamente no conhecimento. Na formação por competências os educandos terão que ser capazes de reconhecer a simbologia da Física em diversos contextos, assim como de utilizá-la para expressar seus conhecimentos. Dentro do eixo *Investigação e compreensão*, os PCN estimulam que o educando desenvolva o espírito crítico através da busca de informações em fontes confiáveis e fazendo hipóteses para situações-problema. No eixo *Contextualização sociocultural*, os PCN encorajam que seja trabalhada em sala de aula a ciência como construção humana e cultura. Como parte ainda dessas competências pretende-se que o educando seja capaz de emitir

opiniões e juízos de valor a respeito de questões científicas e tecnológicas importantes.

Os PCN são bastante claros com relação às competências que devem ser desenvolvidas durante as aulas e à importância da contextualização e da interdisciplinaridade para dar sentido ao conteúdo, entretanto não estão explícitos nesse documento os conteúdos de Física almejados para o Ensino Médio; apenas alguns exemplos de conceitos que podem ser trabalhados nesse nível são colocados de forma ilustrativa no texto.

Com o objetivo de contribuir para a implementação das reformas educacionais, foi lançado, em 2002, o documento Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Essa publicação teve entre seus principais objetivos articular as competências gerais que se deseja promover com os conhecimentos disciplinares. Dentre as expectativas dos PCN+, a Física aparece como uma disciplina em que é importante não apenas trabalhar os conteúdos programáticos tradicionais da Mecânica, da Termodinâmica, da Óptica e do Eletromagnetismo, mas também escolher conteúdos em torno dos quais seja possível estruturar e organizar o desenvolvimento das competências. É nessa perspectiva que o ensino de Astronomia ganha vida no novo currículo.

Dentre seus temas, algumas questões tratadas pela Astronomia fazem parte do mundo que o educando pretende conhecer e estão ligadas a questões fundamentais do ser humano como “A Terra está parada?”, “O Sol é uma bola de fogo?”, “Como surgiu o Universo?” ou “Existe vida fora da Terra?”. Segundo os PCN+,

[...] será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu lugar na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar. (BRASIL, 2002, p. 71)

Quadro1: Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física segundo os PCN.

Representação e comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos. • Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si. • Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem. • Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas. • Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.
Investigação e compreensão	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar. • Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas. • Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos. • Construir e investigar situações-problema, identificar uma situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões. • Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.
Contextualização sociocultural	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico. • Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico. • Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia. • Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana. • Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.

Brasil, 2000, p. 29

O material construído no presente trabalho teve como objetivo abranger o tema *Universo, Terra e vida*. Para potencializar a organização do trabalho escolar, os

PCN+ sugerem uma sequência de unidades temáticas para cada tema. O Quadro 2 mostra os objetivos principais a serem trabalhados no tema *Universo, Terra e vida* e suas unidades temáticas.

Quadro 2: Unidades temáticas do tema estruturador *Universo, Terra e vida*, segundo os PCN+.

1. Terra e sistema solar	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.). • Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.
2. O Universo e sua origem	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo. • Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.
3. Compreensão humana do Universo	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações. • Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual. • Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

(BRASIL, 2002, p. 79)

Ao final do documento são discutidas estratégias de ensino e aprendizagem, onde são destacadas características que não podem ser desconsideradas ao se planejar e executar as atividades didáticas. Dentre outras, o mundo vivencial em que o jovem está inserido deve fazer parte do diálogo entre educadores e educandos,

para que o conhecimento faça sentido dentro da sala de aula. Os PNC+ destacam que, ao traçar estratégias de ensino, é importante respeitar e ponderar as concepções de mundo que os educandos possuem construídas fora do contexto escolar e que muitas vezes divergem do conhecimento científico.

A experimentação é tratada nesse documento como uma forma de desenvolver a curiosidade do educando, permitindo-lhe indagar e agir de diferentes maneiras e evitando que o conhecimento científico seja aprendido como verdade absoluta e inquestionável. A resolução de problemas é destacada como parte do saber da Física, indicando-se o trabalho com problemas que estejam ligados à realidade do educando. Os PCN+ defendem ainda que a linguagem matemática não seja a única forma de expressão da Física, devendo-se buscar outras formas como a escrita, a elaboração de textos ou jornais e até a linguagem corporal e artística. Trabalhar a Física como parte da cultura humana e estimular a responsabilidade social do jovem através de intervenções na sociedade em que vive também são pontos importantes no planejamento das ações didáticas segundo os PCN+.

Em 2006, foram publicadas as Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Esses documentos foram desenvolvidos com a intenção de retomar as discussões dos PCN e dos PCN+, aprofundando a compreensão sobre pontos que mereciam esclarecimento e oferecendo indicativos de alternativas didático-pedagógicas para organização do trabalho escolar no que diz respeito a estruturação do currículo do Ensino Médio.

Essas orientações destacam a importância de o educador considerar o tempo de aprendizagem do educando, não se prendendo a extensas listas de conteúdos e privilegiando o desenvolvimento de competências em sala de aula, pois defende de dessa forma os educandos estarão mais aptos a ampliar seus espaços de aprendizagem para além do ambiente escolar. Também são destacadas a relação entre o conhecimentos científico e o conhecimento cotidiano. Esse documento afirma que é importante conhecer o senso comum dos educandos, utilizado frequentemente para explicar fenômenos, no sentido de promover uma reflexão crítica sobre tais

explicações que, em sua maioria, são inconsistentes e limitadas a uma situação particular. A contextualização é afirmada como uma possibilidade de problematizar o cotidiano do educando, representando-o e analisando-o, para melhor compreendê-lo.

Com relação ao que se espera da Física no Ensino Médio, as orientações curriculares afirmam que dois aspectos são fundamentais: a Física como cultura e a Física como possibilidade de compreensão do mundo. No que se refere ao último aspecto, o documento propõe que o ensino de Física seja pensado a partir da sequência situação – problema – modelo, entendendo que a Física resolve problemas a partir da simplificação da realidade, passando pela abstração da mesma para a compreensão dos fenômenos naturais.

A discrepância entre aquilo que o educador pretende ensinar e aquilo que o educando gostaria de aprender é desmotivador para a aprendizagem e, segundo as orientações curriculares, pode ser superada estimulando-se perguntas em sala de aula, de modo a resgatar o espírito investigativo e questionador do educando.

É dentro desse novo olhar para o ensino de Física e buscando atender às exigências do movimento Todos Pela Educação, que a Secretaria de Educação do Rio Grande do Sul apresentou a proposta de referencial curricular para o estado que foi denominada Lições do Rio Grande.

O material desenvolvido nesse projeto buscou atender as propostas desse novo referencial. Na próxima seção nos ateremos à proposta geral das Lições do Rio Grande e aos objetivos explicitados dentro dessa proposta para o ensino do tema *Universo, Terra e vida*.

2.3 AS LIÇÕES DO RIO GRANDE

O movimento Todos pela Educação foi lançado em setembro de 2006 e tem como objetivo contribuir para que o direito de todas as crianças e jovens terem

acesso a uma educação de qualidade seja garantido até 2022, ano do bicentenário da independência do Brasil. Para isso foram estabelecidas cinco metas descritas no Quadro 3.

Quadro 3: Metas do Movimento Todos pela Educação.

Meta 1	Toda criança e jovem de 4 a 17 anos na escola.
Meta 2	Toda criança plenamente alfabetizada até os 8 anos.
Meta 3	Todo aluno com aprendizado adequado à sua série.
Meta 4	Todo jovem com ensino médio concluído até os 19 anos.
Meta 5	Investimento em educação ampliado e bem gerido.

(RIO GRANDE DO SUL, 2009, p.9)

Segundo as Lições do Rio Grande.

Para cumprir a meta 3, a sociedade brasileira tem que definir o que é apropriado em termos de aprendizagem, para cada série do ensino fundamental e médio. Para isso é preciso definir uma proposta de referencial curricular. É o que estamos construindo para a rede estadual de ensino do Rio Grande do Sul. Mas não se começa do zero e não se reinventa o que já existe, parte-se da experiência da própria rede estadual de ensino e também daquilo que outros já fizeram, dos parâmetros curriculares nacionais e do que outros já construíram. (RIO GRANDE DO SUL, 2009, p.9)

Embora os PCN apresentem explicitamente as competências e habilidades que se almeja desenvolver com os educandos, nos PCN+ o conceito de habilidades praticamente desaparece. É importante também sublinhar que o significado de competência não está muito claro nesses documentos, nem mesmo para os autores. Uma pesquisa (RICARDO et al., 2008) em que foram entrevistados autores dos PCN e dos PCN+ da área de *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias* indica que apesar de serem centrais nas DCNEM e nos PCN, não há uma compreensão clara desses conceitos. Ricardo et al. afirmam que

[...] observa-se a partir das declarações dos seus autores que a intenção principal do discurso das competências assumido por esse documento é a ampliação dos objetivos educacionais para além das informações disciplinares restritas. Trata-se ainda de reorientar não somente o que se ensina, mas como se dá essa prática e com quais perspectivas formadoras. A concepção educacional que está por trás da proposta e que aparece nas declarações discutidas anteriormente não se mostra de modo tão evidente nos textos dos PCN. (RICARDO et al., 2008, p. 270)

A falta de um esclarecimento sobre o que são habilidades e competências nos PCN e nos PCN+ fez com que esses documentos fossem muito criticados e tornou o seu discurso confuso. Em contrapartida, as Lições do Rio Grande propõem uma definição para competências que, apesar de ampla, permite ao educador uma compreensão sobre esse conceito tão presente nos novos referenciais.

O exame das muitas definições de competências permite destacar o que está presente em todas elas. A competência, nas várias definições, se refere a:

- um conjunto de **elementos**...
- que o sujeito pode **mobilizar**...
- para resolver uma **situação**...
- com **êxito**.

(RIO GRANDE DO SUL, 2002, p.20)

Entendendo que essas palavras possuem diferentes significados dentro de cada definição para competências, os Referenciais Curriculares do Rio Grande destacam que *elementos* podem estar se referindo a recursos, conhecimentos ou saberes; *mobilizar* pode significar colocar em ação, colocar esquemas em operação ou ainda, selecionar e coordenar; *situação* é uma atividade complexa que pode envolver um problema e a sua solução ou a representação de uma situação pelo educando; *êxito* é compreendido como o exercício apropriado de uma função ou como desempenho de uma atividade de forma eficaz ou ainda, responder de forma pertinente às demandas de uma situação. Dentro dessa nova perspectiva para o ensino no estado do Rio Grande do Sul, o foco da aula não deve mais estar centrado no educador e sim no educando, em sua aprendizagem. Para que isso possa acontecer, a escola como um todo deve se modificar. As Lições do Rio Grande resumem no Quadro 4 as diferenças marcantes entre a escola que temos hoje e a escola almejada para o século XXI. As características destacadas para a escola do

30

século XX (aprendizagem, participação e democracia) são realmente as que queremos desenvolver, entretanto o presente projeto não teve a pretensão de modificar a prática escolar como um todo. Detivemo-nos a transformar as aulas de Física em um ambiente propício à participação e ao desenvolvimento de competências. A escola em que as atividades didáticas foram aplicadas possui um projeto político pedagógico baseado na democracia e na formação humana do educando, o que facilitou a ação da educadora em trazer atividades diferenciadas para o contexto escolar.

Quadro 4: Comparação entre a escola do século XIX e XX e a escola do século XXI.

	Escola do século XIX e XX	Escola do século XXI
Princípio	Direito ao ensino	Direito a aprender
Conteúdo	Um fim em si mesmo	Um meio para desenvolver competências e habilidades
Currículo	Fragmentado por disciplinas Privilegia a memória e a padronização Linear e estático	Interdisciplinar e contextualizado Construção e sistematização de conceitos em rede articulados com processos de aprendizagem Organizado por áreas de conhecimento, unidades temáticas e conjunto de competências
Metodologia	Centrada no ensino Transmissão e recepção de conhecimentos Atividades rotineiras e padronizadas Livro didático como norteador do currículo Apoio ao ensino	Centrada na aprendizagem Construção do conhecimento orientado pelo professor Atividades diversificadas com foco no desenvolvimento de habilidades e competências Livro como recurso didático e a tecnologia educacional Apoio a aprendizagem
Professor	Transmissor de informação Resistente à mudança	Orientador e mediador Aberto às mudanças legais e pedagógicas
Aluno	Passivo	Protagonista e ativo
Gestão	Centralizada com foco no administrativo e burocrático	Democrática e participativa com predominância da dimensão pedagógica que tem o aluno e a aprendizagem como foco
Espaço e Tempo	Sala de aula/ Aula	Diversificado e flexível

(RIO GRANDE DO SUL, 2009, p. 30)

As Lições do Rio Grande indicam as principais competências para a compreensão da Física. São consideradas como competências básicas: *ler, escrever e resolver problemas*. Estas competências são discutidas no âmbito de três eixos: *representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural*. O cruzamento das competências básicas com os eixos dá origem ao que o novo referencial curricular chama de competências específicas. Tais competências estão indicadas no Quadro 5, transcrito do documento oficial.

Quadro 5: Relacionando os eixos às competências básicas.

	Representação e comunicação (E1)	Investigação e compreensão (E2)	Contextualização sociocultural (E3)
Ler e escrever (CB1)	<p>1. Apropriar-se da linguagem da Física, reconhecendo conceitos físicos, a partir de leituras sobre situações reais ou idealizadas, envolvendo análise qualitativa dessas situações, sem uso excessivo de fórmulas prontas.</p> <p>2. Reconhecer a linguagem da Física como constituída de símbolos, figuras, gráficos, equações ou tabelas, reconhecendo nessas representações não textuais as informações essenciais nelas contidas e vinculando tais informações aos conceitos físicos relevantes embutidos nessas informações.</p> <p>3. Expressar, sempre que solicitado, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos e outras representações não textuais, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.</p>	<p>1. Selecionar fontes de pesquisa confiáveis, junto com notícias sobre Física veiculadas pela mídia ou tópicos de Física publicados em revistas especializadas.</p> <p>2. Formular perguntas relevantes sobre tais tópicos de Física, expressando-as claramente e com a linguagem apropriada, reconhecendo os conceitos centrais envolvidos e fenômenos a serem investigados.</p> <p>3. Elaborar textos comunicando resultados de pesquisa, detalhando claramente objetivos, desenvolvimento e conclusões e fazendo uso correto da linguagem e de representações não textuais.</p>	<p>1. Perceber que a Física constitui parte da cultura contemporânea, sendo resultado de uma construção humana inserida em um processo histórico e social, discutindo criticamente aspectos do senso comum, veiculados pela produção literária e artística.</p> <p>2. Identificar a Física em diferentes âmbitos e contextos culturais: literatura, artes plásticas, teatro, música, reconhecendo que essa ciência permeia o mundo em que vivemos.</p> <p>3. Problematizar, por meio de elaboração de textos, o papel social da Ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo.</p>

<p>Resolver problemas (CB2)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Representar a situação-problema na linguagem textual e simbólica da Física, reconhecendo os conceitos físicos centrais envolvidos. 2. Elaborar hipóteses e estratégias na resolução de situações-problema, na forma escrita e ou oral, argumentando com clareza sobre o seu ponto de vista. 3. Expressar escrita ou oralmente sua solução de uma situação-problema, comunicando clara e concisamente as estratégias adotadas e justificando seus raciocínios com o uso correto da linguagem da Física. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender o contexto da situação-problema e ser capaz de buscar criteriosamente informações em revistas, periódicos ou internet, que auxiliem na sua resolução. 2. Investigar na situação-problema os aspectos mais importantes para a sua abordagem, concebendo modelos teóricos e explicativos para sua solução. 3. Extrapolar, sempre que possível, a solução da situação-problema para casos mais gerais do que o proposto, reconhecendo ainda os novos problemas que surgem na análise da situação original. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modelar situações concretas e reais à luz de teorias físicas, reconhecendo como a Física e a tecnologia influenciam a nossa interpretação do mundo atual. 2. Resolver situações-problema, reconhecendo que a utilização dos produtos da Física e da tecnologia nem sempre é democrática na busca de soluções alternativas e acessíveis. 3. Reconhecer que há sempre uma herança cultural, profundamente vinculada às questões sociais e históricas da Ciência, que guiam trabalho científico e que também norteiam a construção de modelos e a busca da solução de situações-problema.
---------------------------------	---	--	---

(RIO GRANDE DO SUL, 2009, p. 88)

Uma análise, mesmo que superficial, desse quadro revela o quão desafiador é para o educador promover o ensino baseado em competências, devendo trabalhar em Física aspectos que não se referem apenas ao conteúdo tradicional, mas também à natureza da ciência, aos modelos explicativos, à ciência nas diferentes culturas e em diferentes contextos como o da literatura e o da arte. Dentro dessa proposta, o material educacional aqui desenvolvido buscou permitir o desenvolvimento de tais competências. Entretanto, entendemos que, para haver de fato um desenvolvimento pleno dessas competências, a área de Ciências (Química, Física e Biologia) deveria se articular como um todo, o que não foi possível dentro deste projeto.

As Lições do Rio Grande, assim como os PCN+, dividem os conteúdos do Ensino Médio em seis temas estruturantes, mas dão especial destaque ao tema *Universo, Terra e vida*, sugerindo que seja o primeiro a ser abordado no primeiro semestre do Ensino Médio. Competências específicas pertinentes a esse tema são apontadas pelo novo referencial curricular para serem trabalhadas com os educandos:

1. Compreender de forma atualizada as hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo, além dos limites para o conhecimento dessas questões.
2. Construir sínteses da compreensão física, sistematizando interações e modelos microscópicos.
3. Reconhecer a presença da vida humana no Universo como uma indagação filosófica e também das condições físicas, químicas e biológicas para sua existência, evidenciando as relações entre ciência e filosofia ao longo da história humana. (RIO GRANDE DO SUL, 2009, p.92)

Um dos objetivos deste projeto foi articular as competências específicas, transcritas acima, e as competências gerais, transcritas no Quadro 5. Entendemos que o desenvolvimento de tais competências não é simples e se torna ainda mais complexo devido à generalidade presente na descrição das mesmas.

A competência número 3 possui ainda certa incoerência, o que dificulta sua interpretação pelo educador. Neste projeto desdobramos essa competência em três partes:

- Reconhecer que existem indagações filosóficas a respeito da presença da vida humana no Universo;
- Reconhecer que a presença da vida humana no Universo está vinculada às condições físicas, químicas e biológicas presentes no planeta Terra;

- Reconhecer e discutir a relação entre filosofia e ciência.

Os conteúdos pertinentes ao tema *Universo, Terra e vida* não estão explícitos nas Lições do Rio Grande. A escolha destes foi feita através de uma consulta aos PCN+ que indicam quais são os tópicos fundamentais a serem abordados dentro dessa temática.

Foi dentro da perspectiva de desenvolver as competências indicadas nas Lições do Rio Grande que pensamos a elaboração do material e o formato das aulas. O próximo capítulo apresenta e justifica a escolha do referencial teórico adotado e a sua relação com os parâmetros apresentados neste capítulo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento de competências e habilidades foi um dos principais objetivos do presente trabalho. É importante destacar que não nos preocupamos somente em desenvolver habilidades e competências propícias à aprendizagem mecânica, mas buscamos incentivar os estudantes a serem críticos, reflexivos e a terem autonomia. Para se adequar a esses propósitos, escolhemos o ensino por investigação, uma metodologia que considera o estudante como protagonista de sua aprendizagem e ativo dentro do espaço escolar.

O “ensino por investigação” é considerado inovador e amplamente difundido em países da América do Norte e da Europa. No Brasil, apesar de relativamente pouco discutido, o interesse por essa abordagem vem crescendo. Nesta seção pretendemos esclarecer qual a origem desse termo no ensino de ciências, estabelecer ligações entre o ensino por investigação e a epistemologia da ciência e apresentar algumas concepções dessa metodologia.

3.1 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

O termo “ensino por investigação” é uma tradução adaptada da expressão proveniente do inglês, *inquiry-learning*. Para depreender o significado dessa expressão, Rodrigues e Borges (2008) fazem uma reconstrução histórica do ensino de ciências por investigação, a partir da qual é possível entender as mudanças que essa abordagem sofreu e a utilização da palavra investigação em diversos contextos.

Segundo Rodrigues e Borges (2008), no início do século XIX eram ensinadas nas escolas europeias e norte-americanas apenas as disciplinas de português e matemática. Em meados desse século, personalidades influentes começaram a reconhecer a importância do ensino de ciências nas escolas. A ciência (vinculada a atividades de laboratório) passou a ser entendida como uma disciplina fundamental para o desenvolvimento do indivíduo por possuir um caráter mais prático, onde era

possível desenvolver o raciocínio indutivo. A inclusão desse conteúdo nas escolas levou intelectuais da época a pensarem as formas que deveriam ser adotadas para o ensino no laboratório.

A primeira chamada de “descoberta verdadeira” (*true discovery*), em que os estudantes tinham o máximo de liberdade para explorar o mundo natural por conta própria e segundo seus interesses, tal como um cientista. [...] A segunda foi chamada de verificação, uma abordagem em que os estudantes confirmavam fatos e princípios científicos no laboratório. Uma abordagem chamada também de não científica porque os estudantes já sabiam o que deveriam encontrar. E a terceira foi chamada de investigação, referindo-se a descoberta guiada, em que o estudante não teria de descobrir tudo por si só, mas orientado a resolver questões para as quais ele que não sabe a solução. (RODRIGUES e BORGES, 2008, p. 4)

Apesar de proporem formas de trabalhar em laboratório muito diferentes, essas três vertentes tinham como objetivo comum promover a autonomia do estudante, possibilitando a utilização do pensamento científico em seu cotidiano. A última forma de ensino citada é a que hoje em dia mais se aproxima da metodologia de ensino de ciências por investigação. O ensino de ciências no século XX não está necessariamente ligado à prática laboratorial, mas tem em comum com a investigação do século XIX o propósito de tornar o estudante ativo em sua aprendizagem.

O ensino por investigação é considerado uma metodologia de ensino baseada nas ideias do construtivismo, em que os estudantes constroem seu conhecimento progressivamente. Nessa metodologia, o educando tem o papel de solucionar problemas, enquanto o educador atua como um guia, ou um facilitador.

Antes de nos adentrarmos a uma caracterização mais profunda do ensino por investigação e apresentarmos as suas diferentes concepções, é importante nos perguntarmos “Por que ensinar ciências através de investigações?”. Não é nossa intenção afirmar o ensino por investigação como a melhor forma de ensino de ciências, mas destacar as possibilidades permitidas por essa metodologia na educação científica.

O desenvolvimento de nossa sociedade está extremamente vinculado ao desenvolvimento científico e tecnológico, entretanto a forma de produção desse saber não é abordada na escola. Os conceitos científicos são ensinados em separado da forma como foram produzidos; ocorre, portanto um isolamento entre aquilo que se conhece e a origem do conhecimento, assim como a sua utilização.

Esse isolamento torna o ensino de ciências e, mais especificamente, o ensino de Física, distante da realidade do educando. Os estudantes pouco se interessam pelas disciplinas de ciências por não encontrarem, nelas, explicações para fenômenos de seu interesse. Algumas vezes preferem buscar esclarecimentos para seus questionamentos em formas de conhecimento menos rigorosas. Não somente a realidade do educando é excluída do ensino de ciências, mas também o processo de construção do conhecimento científico e o reflexo dessa forma de conhecimento na vida humana.

Segundo Munford e Lima (2007),

Apesar da grande diversidade de visões acerca do que é ensino por investigação, acreditamos que as diferentes propostas existentes podem ser melhor compreendidas a partir de uma mesma preocupação, qual seja, a de reconhecer que há um grande distanciamento entre a ciência ensinada nas escolas e a ciência praticada nas universidades, em laboratórios e outras instituições de pesquisa. Essa não é uma preocupação recente, embora assuma novas formas e esteja cada vez mais bem substanciada do ponto de vista teórico. (MUNFORD e LIMA, 2007, p. 75)

O ensino por investigação busca integrar os conteúdos e as práticas científicas, para que o educando possa desenvolver em si o espírito crítico e questionador, aproximando a realidade escolar do fazer ciência. Segundo Driver et al. (1999),

aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos [...] nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos estudantes mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução de crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo tornando-se socializado em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento. (ibid, p.36)

Dessa forma, parece não fazer sentido o ensino de Física baseado em problemas e exercícios que não têm significado para o aluno e que são resolvidos a partir de leis físicas cuja origem e aplicabilidade não são discutidas em sala de aula. Segundo Driver et al. (ibidem), ensinar ciências não é apenas apresentar os conteúdos e promover exercícios de fixação e compreensão, mas introduzir os educandos a um modo diferente de pensar. É nesse sentido que acreditamos que as atividades investigativas possibilitam o desenvolvimento das competências que desejamos formar, pois são capazes de conduzir os educandos a uma nova forma de pensar, permitindo o desenvolvimento de atitudes científicas.

Em um estudo sobre o ensino da História e Filosofia da Ciência, realizado por Teixeira et al. (2009), os autores fizeram uma revisão da literatura, selecionando artigos, provenientes de revistas renomadas internacionalmente, que forneciam informações confiáveis sobre os resultados de se abordar História e Filosofia da Ciência na aulas de Física. Para serem selecionados, os artigos deveriam estar relacionados especificamente à disciplina de Física e ser de natureza didática, ou seja, apresentarem uma aplicação da História e Filosofia da Ciência em sala de aula e exporem os resultados dessa aplicação na pesquisa.

Os autores selecionaram 11 artigos que atendiam aos critérios expostos no que se refere à aprendizagem de conceitos e à formação de opiniões com relação à natureza da Ciência, assim como o desenvolvimento da capacidade de argumentação e de metacognição dos estudantes.

Segundo os autores, a abordagem da História e Filosofia da Ciência nas aulas de Física pode gerar efeitos positivos na visão dos educandos com relação à natureza da Ciência e favorecer o desenvolvimento da argumentação e da metacognição. Podemos, portanto, argumentar a favor do ensino por investigação destacando a sua capacidade de integrar o trabalho científico às aulas de Física.

Neste projeto, algumas atividades abordaram a História e Filosofia da Ciência. O principal objetivo de tais atividades foi promover uma reflexão por parte dos educandos sobre a construção do conhecimento científico e o seu vínculo com a vida do cientista, o qual, na busca pelo conhecimento, pode ser influenciado por suas próprias crenças e pelo meio do qual faz parte.

Gostaríamos de destacar um artigo de Silveira (2002) que forneceu motivação e fundamentação teórica para elaborarmos uma atividade que abordou a revolução copernicana. Intitulado “A premissa metafísica da revolução copernicana”, o artigo questiona a não abordagem, em livros didáticos, das questões metafísicas, muito presentes no contexto histórico e filosófico em que aconteceu o desenvolvimento da teoria heliocêntrica. O autor destaca passagens textuais de Popper, Kuhn e Burt que indicam a concepção neoplatônica de Universo apresentadas por Kepler, Copérnico e Galileu. De acordo com as ideias do neoplatonismo, o Sol é o astro mais importante por “conferir luz, vitalidade, crescimento e progresso às coisas visíveis”, devendo, portanto “ocupar o status mais elevado na ordem das coisas da natureza”. (Copérnico apud Lang, 2002; p.409). Segundo o autor, diferentemente do que é usualmente apresentado nos livros didáticos, Copérnico não afirmou que o Sol estava no centro para ser condizente com novas observações astronômicas, mas sim, baseou-se em uma premissa metafísica.

Considerada a importância de se abordar aspectos da epistemologia da Ciência nas aulas de Física, é importante descrevermos sobre qual perspectiva a produção do conhecimento científico foi apresentada aos educandos. Na subseção que segue discutiremos sobre a relação entre o ensino por investigação e epistemologia da Ciência.

3.2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA

Muitas vezes, no ensino de Ciências, a produção do conhecimento científico é diretamente associada à concepção tradicional de método científico. No entanto, trabalhos importantes na área de História e Filosofia da Ciência têm feito sérias críticas ao chamado método científico e propõem que não há ou deveria haver uma “receita de bolo” que determine como o conhecimento científico é produzido.

Segundo Moreira e Osterman,

(...) o ensino do método científico como se fosse uma rígida sequência de passos que começa com a observação e culmina em uma conclusão/descoberta é um erro didático e epistemológico. (MOREIRA, OSTERMANN, 1993, p.1)

Dentro dessa visão, acreditamos que o conhecimento científico é produzido por seres humanos e as crenças e visões de mundo do cientista não podem ser completamente separadas desse processo.

Neste trabalho não adotamos as ideias de nenhum epistemólogo em particular. Para permitir que os educandos formassem uma visão coerente a respeito da Ciência, buscamos promover em algumas atividades a discussão sobre a construção do conhecimento científico, ressaltando algumas ideias sobre esse processo. A partir da leitura de Finley e Pocoví (2000), destacamos algumas características da produção do conhecimento científico que consideramos relevantes:

- 1) As observações e interpretações dos cientistas a respeito do mundo natural são influenciadas por suas ideias e crenças anteriores à observação.
- 2) A formulação de problemas científicos depende das ideias e teorias sobre o mundo natural que estão sendo utilizadas.

- 3) A resolução de problemas científicos pode ser feita através de observações e do estabelecimento de novas ideias.
- 4) Existem outros métodos além da experimentação, cada um com suas próprias exigências de rigor, justificativas e limitações.
- 5) A escolha de quais, como e quantos dados serão coletados, e de como os dados serão interpretados e analisados depende da teoria.
- 6) As teorias científicas não são absolutas. Por mais esforços que a comunidade científica empregue para resolver um problema e por mais testes que se faça, nunca podemos dizer que uma pergunta é definitivamente respondida.

Nessa perspectiva, ainda que os cientistas possuam compromisso com a objetividade do conhecimento, isso não garante a neutralidade de sua produção. Outra característica da Ciência, que a distingue de outras formas de entender o mundo, é a sua mutabilidade. O conhecimento só pode ser afirmado como científico se é possível modificá-lo ou mesmo abandoná-lo. Essa característica não dogmática da Ciência não lhe confere menos confiabilidade, mas a possibilidade de ponderar quais teorias são mais adequadas para entender um fenômeno natural. Foi dentro dessa perspectiva que foram guiadas as aulas em que se abordou de alguma forma a epistemologia da Ciência. Também buscamos ressaltar que o momento social e histórico no qual o cientista está inserido tem peso na construção das teorias científicas.

No ensino por investigação, podemos distinguir duas formas de abordar a produção do conhecimento científico: através de atividades em que sejam discutidas História e Filosofia da Ciência, ou por meio de atividades em que os educandos atuem como cientistas, ou seja, em que eles busquem solucionar questões investigando algum fenômeno natural.

Alguns autores têm se preocupado com a visão que os estudantes podem formar quando participam de atividades escolares que tentam aproximar a ciência dos cientistas e a ciência das escolas. Os principais problemas que podem aparecer estão relacionados às diferentes características filosóficas e instrumentais da ciência escolar e da ciência acadêmica. Podemos apontar primeiramente as diferenças da motivação de cada uma delas. Enquanto a ciência dos cientistas tem como principal objetivo a produção de conhecimento novo, a ciência da escola visa a aprendizagem de conhecimento já estabelecido e consagrado pela comunidade científica. A estrutura utilizada pelos cientistas em suas pesquisas e a estrutura fornecida pelas escolas, no que tange à instrumentação dos laboratórios e o acesso à informação, são muito discrepantes. Além da estrutura física, podemos apontar a enorme diferença entre a formação dos pesquisadores e a formação geral dos estudantes secundários. Enquanto o pesquisador e os cientistas que trabalham com ele são suficientemente qualificados, no espaço escolar as investigações são feitas sem a colaboração de especialistas no assunto (MUNFORD e LIMA, 2007).

Tentar reproduzir o trabalho científico no contexto escolar, com estruturas e objetivos tão diferentes, pode levar a uma simplificação extrema da Ciência e uma visão distorcida do que seja a produção do conhecimento científico (MUNFORD e LIMA, 2007). É importante, portanto, esclarecer que as atividades investigativas não devem iludir os estudantes de que eles estão trabalhando como cientistas. Neste trabalho as atividades não tentaram reproduzir a ciência dos cientistas em sala de aula, mas promover atividades investigativas pertinentes ao contexto e estrutura escolar. Entendemos que essas atividades têm como propósito, despertar o espírito científico de questionamento e busca do saber, assim como favorecer a argumentação dos educandos.

Na implementação desse projeto, além de promover a discussão a respeito da natureza da Ciência, também foi necessário fazer uma ponderação entre o conhecimento científico e o conhecimento popular. Devido à escola ser localizada no campo, as crenças populares estão fortemente presentes na vida de muitos educandos. Grande parte das crenças afirmadas durante as aulas pelos estudantes foram transmitidas por familiares e são utilizadas constantemente em suas vidas.

Em atividades em que foi necessário confrontar esses dois tipos de conhecimento, buscamos enfatizar que existe uma grande diferença entre as crenças populares e o conhecimento científico e que ambas as formas de conhecimento são construções humanas. Segundo Jaffelice (2010, p. 138), “a ciência não é a grande detentora da verdade e do conhecimento”, entretanto é de se esperar que em uma aula de Física seja dada a oportunidade de o estudante entrar em contato com o conhecimento científico.

Acreditamos que desenvolver o espírito investigador e crítico no educando não significa impor o conhecimento científico como uma visão de mundo privilegiada, mas sim permitir o entendimento de como o conhecimento científico é produzido e promover a liberdade de questionamento dentro da sala de aula.

3.3 CONCEPÇÕES DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

No ensino por investigação procura-se desenvolver no estudante uma perspectiva menos pragmática sobre ciências, sendo desejável produzir atividades escolares que promovam a capacidade de questionamento e de entendimento do que é investigação e como ela resulta em conhecimento científico.

A investigação na educação tem como objetivo realizar com os estudantes atividades que envolvam fazer observações, levantar questões, examinar livros e outras fontes de conhecimento, utilizar ferramentas para analisar e interpretar dados, propor previsões, fazer argumentações e comunicar resultados. Envolve ainda a percepção pelos estudantes daquilo que se está assumindo na resolução de um problema e a consideração de explicações alternativas. Dentro dessa metodologia, o aluno deve entender o que é investigação e como esta resulta em conhecimento científico, desenvolvendo em si, dessa forma, o espírito investigador. Deve ser dada a oportunidade ao estudante de compreender “Como sabemos o que sabemos?” e “Quais evidências dão suporte ao que sabemos?”.

O ensino por investigação não possui uma sequência rígida de passos a ser seguida. Podemos dizer que uma atividade investigativa começa com uma pergunta, chamada pergunta foco, que pode ter sido proposta pelo educador ou pelo educando. Para responder à pergunta foco, o educador faz um levantamento entre os educandos das possíveis respostas, ou seja, das ideias prévias dos educandos e, posteriormente, promove atividades para que eles confirmem ou não as suas ideias prévias. Geralmente são atividades feitas em grupos para promover a interação entre os estudantes.

As atividades investigativas podem ser experimentais, nas quais o educando precisa coletar dados, ou de pesquisa, na qual o educando deve buscar por fontes de informação confiáveis. As atividades não se limitam a isso, também podem envolver interpretação de tabelas e gráficos prontos ou a manipulação de objetos com o objetivo de facilitar o entendimento e a resolução da questão foco.

Nesse projeto, o assunto mais abordado foi a Astronomia. Devido à impraticabilidade de promover experimentos astronômicos, foram utilizados outros recursos. Ao buscar entender o porquê das fases da Lua, por exemplo, os estudantes fizeram observações diárias do céu durante um mês. Para responder à pergunta “Por que ocorrem os eclipses?”, os educandos manipularam uma pequena maquete do sistema Terra-Lua, construída em escala, iluminada por uma lanterna. Com o objetivo de entender o movimento planetário, os estudantes observaram uma simulação e construíram suas próprias elipses. Outras atividades também incluíram a análise de tabelas, gráficos e imagens.

O mais importante em uma atividade investigativa é que o educador não forneça a solução da pergunta foco, mas promova práticas dentro da sala de aula que permitam que o educando, aos poucos, construa a sua resposta. Esse tipo de relação entre educador e educando promove uma maior participação dos educandos na aula, aumentando a responsabilidade dos mesmos na aprendizagem do conteúdo. O Quadro 6 faz uma comparação entre as características principais do ensino por investigação e do ensino tradicional.

Essa dinâmica diferenciada permite ao educador conhecer as concepções alternativas dos estudantes a respeito de fenômenos naturais, entrando em contato com a concepção de mundo e de realidade do educando que, na maioria das vezes, diverge da concepção científica de mundo.

Quadro 6: Comparação entre o ensino por investigação e o ensino tradicional.

	Ensino por Investigação	Ensino Tradicional
Teoria de aprendizagem principal	Construtivismo	Behaviorismo
Participação do estudante	Ativa	Passiva
Envolvimento dos estudantes nos resultados	Acréscimo de responsabilidade	Decréscimo de responsabilidade
Papel do estudante	Solucionador de problemas	Seguidor direcionado
Papel do currículo	Orientador do processo	Orientador do produto
Papel do professor	Guia/facilitador	Transmissor

A abordagem construtivista instrui educadores a valorizar as exposições e ideias dos educandos no contexto escolar, baseando-se no argumento de que o conhecimento é construído pelo indivíduo a partir de sua própria vivência e experimentação. Entretanto, é importante que essa valorização não seja permissiva a ponto de gerar uma relativização do conhecimento científico (Pietrocola, 1999). A ciência, em sua essência não é arbitrária ou autoritária, o conhecimento científico, portanto, não deve ser ensinado como uma verdade absoluta sedimentada no professor e pronta para ser absorvida pelos alunos.

As concepções alternativas dos educandos precisam ser respeitadas, abrindo-se espaço em sala de aula para que elas possam ser apresentadas, discutidas, argumentadas e contra-argumentadas. Acreditamos, portanto que valorizar e incentivar a construção do conhecimento pelo estudante não significa abdicar da aprendizagem de concepções científicas em prol da afirmação de concepções alternativas, mas criar estratégias para que o estudante possa expor e discutir suas explicações.

Existem diversas concepções de ensino por investigação que se encaixam dentro das características descritas até o momento. Munford e Lima (2007) fazem um levantamento de algumas concepções de atividades investigativas que julgam serem errôneas.

Em primeiro lugar os autores apontam que é muito comum a afirmação de que as atividades investigativas são necessariamente compostas por práticas experimentais ou que se limite a elas, entretanto não necessariamente o ensino por investigação está ligado à prática experimental. Em segundo lugar, os autores destacam que tem sido bastante disseminado que o ensino por investigação é baseado apenas em atividades “abertas”, em que o estudante levanta as questões a serem investigadas, coleta dados e decide de que forma vai analisá-los. Entretanto, os autores afirmam que as atividades investigativas possuem diferentes níveis de direcionamento que estão caracterizados no Quadro 7.

Outra concepção errônea refutada pelos autores é a de que todo o conteúdo deve ser ensinado por meio de atividades investigativas; os autores afirmam que é mais pertinente que alguns conteúdos sejam ensinados por outra metodologia.

A escolha do nível de direcionamento das atividades investigativas está relacionado com a realidade escolar. Educandos que têm pouca prática em atividades desse tipo podem receber um direcionamento maior, assim como aulas de curto período podem ser melhor aproveitadas com maior direcionamento por parte do educador.

No que compete às características próprias do ensino por investigação, Minstrell (2000) aponta que existem algumas pequenas diferenças na concepção de ensino por investigação de um autor para outro autor, entretanto a maioria concorda com os pressupostos que seguem:

- 1) Quase todas as pessoas, desde cientistas até crianças podem aprender através da investigação. Para isso é necessário práticas pedagógicas

específicas e um currículo favorável.

- 2) A investigação é tanto um dos objetivos de aprendizagem, quanto uma metodologia de ensino, ou seja, os estudantes devem aprender sobre o que é a investigação, sobre como fazer investigações e também aprender através de investigações.
- 3) O processo de investigação é motivado pelo diálogo, pelo questionamento e pela reflexão. A questão que será o foco da investigação deve ser compreensível e intelectualmente estimulante para os educandos.
- 4) A investigação inclui raciocinar em cima de uma experiência ou de ideias que descrevem uma experiência. Para isso é necessário que o educador forneça materiais, simulações ou informações que estimulem o pensamento.
- 5) Os materiais utilizados em uma atividade investigativa, como questionários, textos, objetos de manipulação, vídeos e *softwares* devem promover o questionamento sem fornecer as respostas.

Dessa forma podemos apontar que no ensino por investigação, os educandos devem se engajar em responder a perguntas de cunho científico através da investigação, dando prioridade às evidências ao responder às questões.

A escolha dessa metodologia de ensino aconteceu por supormos que as atividades investigativas tornam as aulas propícias para o desenvolvimento das competências designadas nas Lições do Rio Grande. As competências específicas presentes no cruzamento das competências básicas *Ler e escrever* e *Resolver problemas* com os eixos *Representação e comunicação* e *Investigação e compreensão* (Quadro 5) são aquelas que julgamos mais prováveis de serem desenvolvidas pelos educandos através de atividades investigativas. As competências específicas referentes ao eixo *Representação sociocultural*, de não menos importância, foram trabalhadas através de atividades não investigativas, mas

que também buscavam a participação ativa do estudante.

Quadro 7: Variações nas atividades que contemplam elementos essenciais do ensino de ciências conforme maior ou menor direcionamento do professor.

Característica Essencial	Variações			
1. Aprendizes engajam-se com perguntas de orientação científica	Aprendizes propõem uma questão	Aprendizes selecionam uma questão entre questões previamente propostas e colocam novas questões	Aprendizes delimitam melhor e tornam mais clara a questão fornecida pelo professor, ou por materiais ou outras fontes	Aprendizes engajam-se com questão fornecida pelo professor, materiais ou outras fontes
2. Aprendizes dão prioridade às evidências ao responderem às questões	Aprendizes determinam quais seriam as evidências e realizam coletas de dados	Aprendizes são direcionados na coleta de certos dados	Aprendizes recebem dados e têm de analisá-los	Aprendizes recebem dados e instruções de como analisá-los
3. Aprendizes formulam explicações a partir de evidências	Aprendizes formulam explicações após resumirem as evidências	Aprendizes são guiados no processo de formulação de explicações a partir de evidências	Aprendizes recebem possíveis formas de utilizar evidências para formular explicações	Aprendizes recebem evidências
4. Aprendizes avaliam suas explicações à luz de explicações alternativas e conectam suas explicações ao conhecimento científico	Aprendizes examinam independentemente outros recursos e estabelecem as relações com as explicações	Aprendizes são direcionados para áreas ou fontes de conhecimento científico	Aprendizes são informados acerca de possíveis conexões	
5. Aprendizes comunicam e justificam explicações	Aprendizes constroem argumentos razoáveis e lógicos para comunicar explicações	Aprendizes são treinados no desenvolvimento da comunicação	Aprendizes recebem diretrizes para tornar sua comunicação mais precisa	Aprendizes recebem instruções passo a passo e procedimentos para se comunicarem
<p>Mais----- Nível de Auto-direcionamento dos Aprendizes ----- Menos Menos----- Nível de direcionamento do professor ou de material ----- Mais</p>				

(Traduzido a partir de adaptações do NRC apud MUNFORD et al., 2007, p. 12)

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo fazemos uma síntese dos principais trabalhos encontrados na literatura que foram relevantes para o desenvolvimento de nossa proposta didática no que diz respeito a aspectos teóricos e práticos.

No aspecto teórico, selecionamos artigos que fazem uma avaliação do ensino de Astronomia no Brasil, assim como artigos que, de alguma forma, discutem as concepções apresentadas por estudantes e professores relacionadas à Astronomia (seção 4.1). No aspecto prático, escolhemos artigos que nos permitissem entrar em contato com a prática em ensino de Astronomia realizada por outros educadores no espaço escolar e também em outros espaços como universidades e museus. São artigos que contêm sugestões de atividades para a sala de aula, relatos de atividades de ensino aplicadas em escolas, bem como base teórica em temas de Astronomia para auxiliar o educador (seção 4.2). Adicionalmente, revisamos os projetos desenvolvidos por grupos internacionais que disseminam o ensino de Astronomia, como o Telescópios na Escola, o *Global Hands on- Universe* e, particularmente, o *Galileo Teacher Training Programm (GTTP)*, que teve tamanha importância em nosso projeto que a ele dedicamos a seção 4.3.

A revisão da literatura abarcou artigos publicados entre os anos 2000 e 2011 nos seguintes periódicos: Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) e Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA), além do material dos projetos desenvolvidos pelos grupos internacionais, especialmente o GTTP.

4.1 AVALIAÇÃO DO ENSINO DE ASTRONOMIA NO BRASIL E AS PRECONCEPÇÕES RELACIONADAS A TEMAS DE ASTRONOMIA

Nesta seção voltamos nossa atenção a artigos que fazem uma análise do ensino de Astronomia em espaços formais e informais de ensino, e a artigos que nos permitem tomar conhecimento de concepções de estudantes e professores

relacionadas a alguns conceitos de Astronomia.

Procurando fazer uma análise do ensino de Astronomia em espaços formais, informais e não-formais, Langhi e Nardi (2009) fornecem um panorama geral do ensino de Astronomia no Brasil, estabelecendo sete categorias para análise: educação básica, graduação e pós-graduação, extensão, pesquisa, popularização midiática, estabelecimentos e materiais didáticos. Na educação básica, os autores reconhecem a presença de conteúdos de Astronomia nos documentos oficiais, mas afirmam que a não obrigatoriedade do cumprimento dos PCN e PCN+ pode ser um empecilho para a implementação do ensino da Astronomia na educação formal. Destacam ainda que o ensino de Astronomia possui dois diferenciais básicos: i) pode acontecer em estabelecimentos como observatórios e planetários, tendo portanto um potencial de estreitamento entre a comunidade astronômica profissional e as comunidades astronômicas amadoras e ii) a Astronomia possui um alto grau de motivação, o que possibilita que ela seja facilmente difundida, dada a curiosidade sobre questões fundamentais para o ser humano.

Apesar da facilidade, alegada pelos autores, de disseminar conhecimentos de Astronomia, na educação formal pouco tem se avançado. A seguir relatamos alguns estudos feitos em escolas brasileiras que sustentam essa afirmação.

Oliveira et al. (2007) analisaram o nível de conhecimento dos alunos do Ensino Médio da Rede Estadual da cidade de Suzano (SP) quanto aos fenômenos astronômicos que os rodeiam. Para tanto foi elaborado um formulário com questões de múltipla escolha, que foi aplicado no primeiro ano noturno da Escola Estadual Batista Renzi. Em um espaço amostral de 34 alunos constatou-se que apenas 29,4% compreendiam a sucessão dos dias, 20,6% explicaram corretamente as estações do ano e 20,6% tinham ideia de quais são os objetos celestes mais próximos da Terra. Em contraposição, 67,6% classificaram corretamente o Sol como estrela, 55,9% relacionaram o *Big Bang* à origem do Universo, 32,4% reconheceram uma estrela cadente como meteoro e apenas 20,6% identificaram o ano-luz como unidade de distância.

Posteriormente, os autores expandiram essa análise para mais 310 alunos de de Ensino Médio da mesma escola, incluindo turmas diurnas e noturnas. Nessa fase, os autores notaram o pouco discernimento dos alunos sobre eventos astronômicos, e principalmente a grande confusão sobre o significado correto de termos astronômicos populares, destacando ainda que, “não é grande a diferença entre os percentuais das três séries, mostrando não haver avanço significativo nos conhecimentos de Astronomia durante o ensino médio.” (OLIVEIRA et al., 2007, p.95)

Em outro estudo, Faria e Voelzek (2008) destacam que em documentos oficiais como a LDB, os PCN e os PCN+, o ensino de Física deve propiciar o desenvolvimento de habilidades e competências. Os autores aprofundam-se na importância do tema estruturador *Universo, Terra e vida* e inferem que, embora os PCN+ tenham sido publicados há muito tempo, pouco tem sido feito nas escolas a respeito do ensino de Astronomia. Para verificar como os temas de Astronomia estavam sendo desenvolvidos nas escolas, os autores aplicaram um questionário com educadores das cidades paulistas de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá. Dos três municípios pesquisados, 66,2% dos professores responderam ao questionário. Desses 57,4% não abordaram nenhum tópico de Astronomia, 89,4% não utilizaram qualquer tipo de programa computacional, 70,2% não utilizaram laboratório, 83,0% nunca levaram os alunos a museus e ou planetários e 38,3% não indicaram qualquer tipo de revista ou livro sobre Astronomia aos seus alunos. Com base nos resultados do questionário, os autores concluíram que, embora a maioria dos professores reconheça que o conteúdo de Astronomia influi positivamente na formação do educando, os mesmos não incluem o tema em seus planejamentos escolares.

Entendemos que o espaço amostral apresentado por Oliveira et al. (2007) e Faria Voelzek (2008) não é suficiente para generalizar a situação do ensino de Astronomia no Brasil, entretanto, a partir das leituras realizadas, pudemos constatar grande preocupação de diversos autores com a falta de conteúdos de Astronomia na educação básica, bem como com a falta de formação de professores para o ensino de Astronomia nessa etapa.

Um estudo realizado por Pinto, Fonseca e Vianna (2007) relata um curso de formação continuada para professores do primeiro segmento do Ensino Fundamental que abordou Astronomia. O curso baseou-se nas concepções alternativas dos professores que foram incentivados a fornecer explicações para diversos fenômenos astronômicos. Durante o curso, os ministrantes puderam verificar que o formato esférico da Terra é conhecido entre os professores, entretanto ao pedir que eles desenhassem quatro pessoas localizados no polo sul, no polo norte, a leste e a oeste da linha do equador, os ministrantes perceberam grande dificuldade. No decorrer do curso, vários professores relacionaram a existência da gravidade com a presença da atmosfera terrestre, o que explica a dificuldade em desenhar as pessoas corretamente na superfície da Terra. Os autores afirmam que nenhum professor estabeleceu corretamente a causa das estações do ano, apresentando concepções alternativas, como a variação da distância Terra-Sol, para explicar esse fenômeno.

Leite e Housome (2007) também evidenciaram dificuldades de professores em temas básicos de Astronomia. O estudo realizado pelos autores envolveu professores de Ensino Fundamental, em sua grande maioria formados em Biologia. Os autores identificaram, através da análise de discurso dos professores, a maneira que os mesmos pensam o Universo. A pesquisa foi realizada com 17 professores, sendo que 65% deles já trabalharam conteúdos de Astronomia em sala de aula. A metodologia utilizada pelos autores foi filmar os professores enquanto eles construíam seu universo astronômico com objetos disponibilizados pelo grupo e dialogavam com os pesquisadores. Posteriormente foram selecionados trechos da gravação, que evidenciavam situações de interesse da pesquisa, para a análise do discurso.

Nessa análise os autores puderam inferir as concepções apresentadas pelos professores a respeito da Terra, da Lua, do Sol, das estrelas e da estrutura geral do Universo. Com relação à Terra, 41% dos entrevistados representaram-na utilizando objetos planos, 12% representaram-na com objetos esféricos e ocos, e 12% representaram-na por objetos esféricos, mas tiveram dificuldade de posicionar um boneco em sua superfície de maneira correta. Para representar os planetas, 9% dos professores escolheram objetos de forma plana e para representar a Lua, 41% também escolheram formas planas. No caso das estrelas a confusão é ainda maior:

94% escolheram a representação plana através da tradicional estrela de 5 pontas e de discos, e 24% dos professores representaram as estrelas dentro do Sistema Solar. Apenas dois entrevistados preferiram não representar as estrelas devido à grande distância que estão de nós. Parte dos professores apresentaram a ideia errônea de que as estrelas são frias. Para representar o Sol, 76% dos professores escolheram um objeto plano. Ao representar o universo, 24% posicionavam a Terra abaixo e os outros astros no alto, 18% das representações apresentaram um universo dividido em camadas e 58% construíram um universo plano remetendo às representações típicas dos livros didáticos. Em muitos casos as representações restringiram o universo ao Sistema Solar com as estrelas ao fundo. Segundo os autores,

A característica mais marcante está na bidimensionalidade com que o professor constrói os seus modelos. Mesmo para aqueles que representam os objetos astronômicos tridimensionalmente, a estrutura espacial de seu Universo como um todo é plana.

(LEITE e HOUSOME, 2007. p. 64)

Representações errôneas do Universo, muito parecidas com as apresentadas de forma ilustrativa nos livros didáticos, podem ser um indicativo de que não há uma formação adequada em Astronomia para professores que atuam no Ensino Fundamental e de que a principal fonte de consulta dos professores para essa temática é o livro didático.

As explicações alternativas para fenômenos astronômicos estão presentes no imaginário popular. Como essas concepções ainda são recorrentes entre os próprios professores, a escola não tem sido um espaço de confronto entre essas explicações e as explicações cientificamente aceitas e muitos conceitos errôneos em temas de Astronomia se mantêm durante o decorrer do ensino Fundamental e Médio. Scarinci e Pacca (2006) relataram concepções alternativas que foram observadas durante um curso, que abordou conteúdos de Astronomia, com educandos da 5^o série do Ensino Fundamental. Baseado no construtivismo, o curso procurou partir das preconcepções das crianças a respeito dos temas tratados. Em relação ao formato da Terra, as preconcepções encontradas pelos autores variam desde uma Terra plana, cilíndrica ou semiesférica, até uma Terra esférica. Segundo os autores, a dificuldade das crianças em conceber o formato esférico da Terra está ligada ao estabelecimento

de um referencial absoluto de queda dos corpos no Universo, ou seja, não existe a noção de que os corpos caem devido à ação de uma força central. Segundo os autores, as concepções sobre a causa do dia e da noite também são variadas. As crianças relacionaram a noite com o ocasionamento do Sol por nuvens, montanhas ou, ainda, pela Lua. Também apresentaram a concepção de que é o Sol que gira em torno da Terra, causando assim o dia e a noite. Em relação às estações do ano, as crianças relacionaram sua causa à diferença entre a distância Terra-Sol no apogeu e no perigeu terrestre. A causa das fases da Lua foram explicadas como a sombra da Terra ou do Sol sobre o satélite, além disso parte das crianças representaram o movimento da Lua como um movimento planetário. A explicação alternativa para a causa das fases da Lua, descrita por Sacarinci e Pacca (2006) também aparece em uma revisão da literatura feita por Iachel et al. (2008):

BAXTER (1989) (...) encontrou inúmeras noções explicativas para o fenômeno de formação das fases da Lua, dentre elas: Nuvens cobrem parte da Lua; Planetas provocam sombra sobre a Lua; O Sol faz sombra sobre a Lua; O planeta Terra faz sombra sobre a Lua; As fases são explicadas através da visibilidade a partir da Terra. Dentre todas as respostas, a concepção mais comum que surgiu durante sua pesquisa é a de que a Terra faz sombra sobre a Lua, provocando assim as suas fases.

CAMINO (1995), ao entrevistar professores do ensino primário constatou que certos modelos explicativos eram frequentes, sendo que o Modelo 1 e o Modelo 2, descritos abaixo, foram os mais utilizados pelos docentes. Os modelos explicativos utilizados foram: Modelo 1 - A lua é parcialmente iluminada pelo Sol, e ao rotacionar, a Terra varia sua posição, variando assim as partes iluminadas e não iluminadas de sua superfície; Modelo 2 - A sombra da Terra é projetada na Lua; Modelo 3 - O Reflexo do Sol na Terra interfere na iluminação da Lua, sendo que o afastamento e aproximação da Lua também contribuem para o fenômeno de formação das fases da Lua; Modelo 4 - A Lua descreve sua órbita ao redor do Sol, e as fases ocorrem porque o Sol eclipsa a Lua.

TRUMPER (2001), em um estudo quantitativo, consultou 378 estudantes entre 10 e 12 anos acerca de suas concepções alternativas sobre diversos temas em Astronomia. Ao perguntar aos estudantes sobre a formação das fases da Lua, constatou que cinquenta e três por cento (53%) deles acreditavam que o principal fator para o fenômeno é que “a Lua gira em torno da Terra”. Vinte e sete por cento (27%) dos entrevistados acreditavam que a sombra da Terra interfere no fenômeno. Outros dezessete por cento (17%) disseram que “o Sol faz sombra sobre a Lua”. Três por cento (3%) dos estudantes acreditavam que a Lua tem uma face branca e a outra preta, e ao girar, essas faces trocam de posição.

(IACHEL et al. 2008, p. 28)

lachel et al. (2008) realizaram ainda uma pesquisa na qual 40 estudantes, com idade entre 14 e 18 anos, pertencentes a três escolas da cidade de Bauru (SP), foram questionados sobre suas concepções alternativas a respeito da formação das fases da Lua. Ao analisar as respostas, os autores notaram 5 tipos diferentes de concepções alternativas, dentre elas destacam-se a de que as fases da Lua são originadas pela sombra da Terra na Lua, a crença de que quando o Sol se põe, a Lua nasce, ou seja, de que a Lua e o Sol nunca estão juntos no céu, e a ideia de que a Lua é coberta por planetas. Nesse estudo apenas 20% dos estudantes forneceram uma resposta completamente correta para explicar o fenômeno de formação das fases da Lua.

Os autores ainda destacam a evidência mostrada nos estudos de que existe uma confusão por parte de alunos e professores quanto à causa da formação de fases da Lua e a causa da formação dos eclipses.

As concepções alternativas relacionadas aos diversos fenômenos astronômicos se repetem em diferentes estudos. Utilizando-se dessas concepções errôneas, Silva (2009) desenvolveu um hiperfílmia que aborda os principais temas de astronomia escolar: os movimentos de rotação e translação da Terra, as estações do ano, fases da Lua e eclipses.

O hiperfílmia, construído para auxiliar na compreensão desses fenômenos, procurou desfazer essas concepções não científicas, enfatizando, durante a interação do usuário com as simulações, que: a causa das estações do ano não está relacionada à variação da distância Terra-Sol, e sim à inclinação do eixo terrestre; as fases da Lua não são causadas pela sombra da Terra sobre a Lua, e sim pelas diferentes posições relativas adquiridas pela Lua, Terra e Sol à medida que a Lua completa a sua translação em torno da Terra; a órbita da Terra ao redor do Sol e a órbita da Lua ao redor da Terra não estão no mesmo plano, essa é a causa de os eclipses não serem observados todo mês.

A utilização do hiperfílmia permite a visualização, em uma perspectiva

tridimensional, de fenômenos astronômicos e o confronto entre as explicações alternativas e as científicas de alguns fenômenos.

Com relação às estações do ano, gostaríamos de destacar um artigo que pode ser utilizado por professores para confrontar a concepção errônea de que as estações do ano têm sua causa na variação da distância Terra-Sol. Nesse artigo, Dias e Piassi (2007) mostram quais são os efeitos causados pela variação da distância Terra-Sol sobre o clima da Terra e o porquê de esses efeitos não serem suficientes para explicar as estações do ano. Para isso, os autores calculam a quantidade de radiação recebida pela Terra durante o seu periélio e durante o seu afélio e concluem que a diferença entre essas duas quantias é um fator pequeno quando comparado com a variação devido à inclinação do eixo imaginário da Terra. O artigo ainda discute a concepção errônea, presente em livros didáticos, de que a órbita da Terra seria uma elipse de alta excentricidade, o que leva educandos e educadores a imaginar que a variação da distância Terra-Sol é a causa das estações do ano.

Em uma das atividades desenvolvidas nesse projeto, cuja pergunta motivadora é “Por que ocorrem as fases da Lua?” foram abordados i) o cunho histórico de entendimento das fases lunares, ii) o modelo Terra-Lua-Sol utilizado hoje em dia, que possibilita a explicação das fases lunares e iii) as crenças populares relativas a influência das fases lunares na vida terrena. Um artigo de Silveira (2003), intitulado “Marés, fases principais da Lua e bebês” nos forneceu base teórica para elaborar essa atividade, além de ser um grande motivador para optarmos em trabalhar crenças populares em sala de aula.

Este artigo discute a influência da Lua na vida terrena explicando a origem das marés como uma sobreposição das forças gravitacionais da Lua e do Sol na Terra e apresentando um estudo que contesta a influência das fases lunares no nascimento de bebês. Motivadas por esse assunto, guiamos essa atividade de forma a conhecer as crenças dos educandos com relação às fases da Lua e posteriormente, buscamos interpor essas crenças com estudos científicos. Dentre as crenças apresentadas, foi apontada pelos educandos a ideia de que a fase lunar tem grande influência no

nascimento dos bebês, entretanto houve alguma discordância entre os estudantes com relação à fase da Lua em que nascem mais bebês.

Para debater essa crença apresentamos o estudo feito nesse artigo, no qual o autor analisa as fases lunares correspondentes a 104.615 datas de nascimento e conclui que não há nenhuma relação entre um número maior ou menor de nascimentos e os dias do mês lunar. Ao contestar algumas crenças populares foi necessário apresentar estudos científicos aos estudantes que lhes permitiram perceber que o conhecimento científico tende a ser baseado em dados e experimentos.

As concepções alternativas relatadas na literatura podem ser muito úteis aos educadores que desejam abordar temas de Astronomia com seus educandos baseando-se nas ideias do construtivismo. Grande parte das explicações alternativas apontadas nesta breve revisão foram observadas nas respostas dos educandos durante a aplicação do material didático desenvolvido neste trabalho. Ter conhecimento das explicações alternativas dos educandos nos permitiu perceber a forma como eles entendem o mundo e os acontecimentos astronômicos que os rodeiam, para então encontrar formas de apresentar o conteúdo que permitam a eles questionar a validade de suas próprias explicações.

4.2 PROPOSTAS DE ATIVIDADES PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NOS PERIÓDICOS REVISADOS

Nesta seção, iremos descrever propostas de atividades para o ensino de Astronomia encontradas nos periódicos revisados (RELEA, RBEF e CBEF), assim como apresentar alguns artigos cuja leitura foi indispensável para o desenvolvimento do nosso trabalho.

É notável a grande quantidade de atividades publicadas em periódicos para o ensino de Astronomia que envolvem a construção e utilização de lunetas ou telescópios. Canalle e Souza (2005) apresentam uma alternativa prática para a

construção de uma luneta, cujos materiais utilizados para a sua construção são lentes de óculos e tubos brancos de diferentes diâmetros e garrafas PET para a confecção do tripé. A luneta apresentada permite que sejam observadas as crateras lunares, assim como o relevo da superfície lunar. Os autores destacam a construção da luneta como um motivador para despertar nos educandos a curiosidade em temas de Astronomia.

Bernades e Iachel (2008) propõem a construção de um telescópio refletor como ferramenta didática para o ensino de Física e de Astronomia. Os autores destacam a importância da proposta na formação de futuros professores que podem utilizá-la como um motivador para o ensino destas disciplinas. Para o Ensino Médio, destacam a possibilidade de trabalhar conceitos da óptica geométrica como a formação de imagens em espelhos esféricos, a associação de lentes e as aberrações cromáticas. O tempo estimado pelos autores para a construção do telescópio foi de 140 horas.

Iachel et al. (2009) descrevem de maneira clara e objetiva as etapas de montagem de uma luneta. Além disso relatam uma oficina de lunetas realizada com professores de ensino médio da região de Bauru. Nesse artigo, os autores destacam que :

(...) o professor envolvido apresenta conscientemente sua preocupação entre o saber e o saber fazer, no que se referem as suas insuficiências, deixando claro que a maior dificuldade em se envolverem em atividades inovadoras é a falta de conhecimentos na área, decorrentes de seu próprio processo de formação. (2009, p. 4502-6)

Embora as atividades de construção de lunetas sejam bastante motivadoras, o tempo demandado para sua prática é muito grande, o que foi um grande empecilho para a introdução desse tipo de atividade no curso aqui desenvolvido, entretanto isso não impediu que os educandos participassem de uma noite de observação do céu com uma luneta galileana.

Além de atividades que envolvem a construção de telescópios e lunetas, Iachel

(2009) e Ourique et al. (2010) propõem atividades de astrofotografia. Iachel (2009) apresenta uma proposta de observação dos quatro principais satélites de Júpiter. O autor relata de maneira simples e objetiva os horários em que o planeta e seus satélites podem ser observados e de que maneira é possível inferir os períodos de translação das luas galileanas utilizando fotografias. Ourique et al. (2010) propõem atividades para o ensino de Astronomia a partir de imagens obtidas com uma câmera digital. As atividades didáticas propostas abordam os seguintes assuntos: identificação das constelações, aumento do número de objetos que podem ser vistos na foto quando comparados com os visíveis a olho nu, poluição luminosa, as cores das estrelas, a determinação do polo sul e o movimento dos planetas contra o fundo das estrelas fixas.

Para o estudo das estrelas, inclusive do Sol, é possível construir um espectroscópio de baixo custo descrito por Catelli e Pezzini (2002), ou ainda, utilizar a técnica de projeção do Sol descrita por Catelli et al. (2009). O espectroscópio pode ser utilizado para estudar o espectro de lâmpadas fluorescentes e do Sol, podendo ser um grande motivador para discutir como os cientistas sabem do que as estrelas são feitas; já a projeção do Sol, feita através de um binóculo, pode ser utilizada para contagem das manchas solares.

Em relação ao estudo do satélite terrestre, a Lua, encontramos duas propostas de atividades. Na primeira, Paoantonio e Pintado (2006) sugerem o cálculo da distância Terra-Lua pelo efeito paralaxe. Para isso os autores determinam a paralaxe lunar por meio da comparação entre exposições fotográficas obtidas de dois lugares muito distantes. A experiência foi realizada na Argentina e diversas escolas participaram. Na segunda, Saraiva et al. (2007) propõem a construção de um experimento simples e barato que tem como principal objetivo mostrar como as fases da Lua estão relacionadas à mudança da posição relativa entre a Terra, a Lua e o Sol. Sua vantagem é de que sua realização não precisa ser feita no escuro. O artigo ainda fornece sugestões de como utilizar o experimento em sala de aula e subsídio teórico a respeito da formação das fases da Lua, que pode ser utilizado por educadores que queiram se aprofundar no assunto.

Queiroz et al. (2004) relataram uma atividade não formal, envolvendo Ciência e Arte, voltada para o ensino das estações do ano. A atividade foi realizada em 2001, no MAST e se trata de um bate-papo em que os participantes são colocados a discutir sobre a causa das estações do ano e perceber a influência desse fenômeno na música (As Quatro Estações de Antônio Vivaldi), na pintura (as telas Primavera, Verão, Outono e Inverno do autor italiano Giuseppe Arcimboldo) e na literatura (poesias sobre as estações do ano escritas por Mario Quintana).

O tema estações do ano foi escolhido para ser abordado no museu devido à dificuldade encontrada por professores e por mediadores de museus para explicar esse tema. O trabalho entrelaçou as características climáticas das estações do ano (neve no inverno, sol extremo no verão, flores na primavera e frutos no inverno), presentes na Arte, e a explicação astronômica do fenômeno. Na fala do público, ao interagir com a mediadora, aparece a concepção alternativa de que a causa das estações do ano é a variação da distância Terra-Sol. Esse relato é extremamente interessante para professores que queriam construir uma atividade interdisciplinar capaz de aproximar a Física da Arte.

Reis et al. (2008) aplicaram, em um curso de formação continuada de professores, uma atividade¹ que objetiva simular o movimento de rotação de um satélite no espaço com latas de refrigerante. Esse experimento pode ser utilizado para abordar os conteúdos relacionados à Terceira Lei de Newton e ao movimento rotacional de um corpo no espaço. Além disso também pode motivar o debate sobre a exploração do espaço por satélites, a distinção entre satélites artificiais e naturais, os tipos de satélites e a sua órbita. Os autores sugerem que se compare a rapidez de rotação de latinhas de refrigerante que, ao serem perfuradas com pregos de diferentes tamanhos e preenchidas com água, são impulsionadas pelo fluxo da água que atravessa os furos. Os autores indicam que os pregos devem ser enfiados na latinha e depois inclinados em direção à mesma para que o formato do furo permita que a vazão da água seja tangencial à superfície da latinha. Para determinar qual lata possui maior rapidez de rotação, é necessário contar o número de voltas efetuado por

1 A atividade aplicada por Reis et al. foi desenvolvida pela NASA (National Aeronautics and Space Administrations) e adaptada pela AEB (Agência Espacial Brasileira).

cada uma delas. Ao reproduzir tal experiência em sala de aula, a autora não obteve resultados satisfatórios. Ainda que pareça existir uma proporção entre o fluxo da água e a rotação da latinha, existe outro fator determinante para os resultados: a energia potencial gravitacional armazenada pela água é a mesma independente do diâmetro dos furos. Dessa forma, para comparar o número de rotações de latinhas com furos de diferentes diâmetros, seria necessário estabelecer um intervalo de tempo para contagem.

Entrar em contato com as atividades para o ensino de Astronomia descritas por professores pesquisadores nos permitiu pinçar os assuntos de Astronomia mais relevantes e incorporá-los ao nosso trabalho. Infelizmente, a maioria das atividades sugeridas nos artigos revisados demandavam muito tempo e recursos, ou ainda, extrapolavam os assuntos escolhidos para serem abordados no material desenvolvido e portanto, não foram reproduzidas.

4.3 GALILEO TEACHER TRAINING PROGRAM (GTTP) E OUTROS RECURSOS PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

O *GTTP* é um projeto internacional que surgiu no Ano Internacional da Astronomia, celebrado em 2009, a partir da necessidade, detectada por diversos pesquisadores, de formar professores capacitados para o ensino de Astronomia. Este grupo percebeu que, apesar da grande variedade de ferramentas e recursos voltados para o ensino de Ciências e, em particular, de Astronomia, os materiais são subutilizados e poucos chegam efetivamente à sala de aula. Uma possível explicação para isso é o fato de a maioria dos educadores não receberem a formação necessária para entender e utilizar esses recursos.

Para atacar esse problema o consórcio *Global Hands-on Universe* (GHOU) se uniu com o *US National Optical Astronomy Observatory* (Observatório Nacional de Astronomia Óptica dos Estados Unidos), a *Astronomical Society of the Pacific* (Sociedade Astronômica do Pacífico) e outros líderes no campo, formando o projeto *Galileo Teacher Training Program* (GTTP), apoiado pela International Astronomical

Union (União Astronômica Internacional). O *GTTP* tem como objetivo melhorar o ensino de Ciências pela capacitação de professores para o uso de ferramentas do tipo "mãos na massa", informatizadas ou não, desenvolvidas para o ensino de Astronomia. Tendo em vista o caráter multidisciplinar da Astronomia, os professores podem usá-la como forma de reacender o interesse dos estudantes pelas Ciências. Para isso são feitas oficinas em diferentes lugares do mundo, onde são apresentados materiais educacionais como apostilas, *softwares* e maquetes que permitem o ensino de diversos tópicos da Astronomia. Os professores formados pelo *GTTP* recebem o título de *Galileo Teacher* (Professor Galileu) e o objetivo é que esses professores capacitem outros professores, formando uma rede. Os Professores Galileu que capacitarem outros professores recebem o título de *Galileo Ambassador* (Embaixador Galileu). O caráter multiplicador da formação é o principal diferencial do *GTTP* em relação a outros programas de formação de professores.

Em 2009, foi realizado em Porto Alegre um *workshop* para formar Professores Galileu do qual a autora deste trabalho fez parte. O *workshop* apresentou atividades do tipo mãos na massa que abordaram diversos temas dentro da Astronomia. A partir desse primeiro contato com atividades mãos na massa, a educadora buscou, em materiais divulgados por esse grupo e por outras fontes, atividades compatíveis com a metodologia de ensino e que abordassem os temas propostos no referencial curricular.

Cabe considerar que nem todas as atividades do tipo mãos na massa são baseadas no ensino por investigação. Para que uma atividade seja considerada investigativa, não basta que o educando manipule objetos e faça observações, é necessário que a atividade engaje os estudantes para que eles questionem e busquem soluções. Uma atividade investigativa inclui observar, fazer perguntas, fazer previsões e pensar nos resultados confrontando-os com as previsões. As atividades escolhidas foram adaptadas para se tornarem condizentes com a realidade escolar.

O *GTTP* disponibiliza em seu *site* uma coleção de recursos que pode ser utilizados pelos professores, além de *links* para outros *sites* que contêm atividades

diferenciadas para o ensino de Astronomia. Outros grupos que dão suporte ao ensino de Astronomia através de atividades do tipo mãos na massa são o Telescópios na Escola e o *Global Hands On-Universe*. O Telescópios na Escola é um programa educacional, coordenado pelo IAG/USP e formado por mais de oito instituições colaboradoras, que busca implantar a utilização de telescópios robóticos no ensino de Ciências para possibilitar a obtenção de imagens remotas dos astros em tempo real. No Rio Grande do Sul, a instituição representante é o Colégio Militar de Porto Alegre e o colaborador é o Prof. Luiz Carlos Gomes. O *site* do Telescópios na Escola disponibiliza uma série de materiais didáticos que servem de apoio ao professor, além de atividades práticas que podem ser realizadas nas escolas. Igualmente, o *Global Hands On-Universe (HOU)* é um programa educacional que disponibiliza atividades em que o educando precisa investigar situações, utilizando ferramentas e aplicando conceitos científicos, para responder às perguntas foco. Não é um programa voltado apenas ao ensino de Astronomia, mas abrange conceitos de toda a Física.

Os programas educacionais mencionados foram frequentemente consultados na busca de materiais e atividades que abordassem os assuntos pertinentes ao projeto. Também foram de grande importância os materiais disponibilizados pelas agências espaciais AEB, NASA e ESA que têm seus próprios programas educacionais oferecendo materiais como roteiros de atividades e artigos voltados ao ensino de Astronomia.

Feita essa sucinta descrição dos principais trabalhos da literatura em que nos ancoramos, passamos a apresentar, nos próximos capítulos a nossa proposta e os resultados de sua implementação.

5 PROPOSTA DIDÁTICA E APLICAÇÃO

Este capítulo é particularmente importante pois aqui estão descritas as características essenciais da escola em que aconteceu a aplicação da proposta, assim como a forma de organização do material desenvolvido e os detalhes observados pela educadora durante as aulas.

5.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Escola Estadual de Ensino Médio Nova Sociedade, onde a autora leciona desde abril de 2009, foi o espaço onde aconteceu a aplicação desta proposta. A escola é caracterizada principalmente por sua história de mobilização, luta e identidade ideológica. Localizada na zona rural da cidade de Nova Santa Rita, a 25 quilômetros de Porto Alegre, a escola surgiu em um assentamento do Movimento Sem Terra (MST).

A posse de terras, em que 58 famílias acampadas foram assentadas no município de Nova Santa, ocorreu em julho de 1988. As crianças em idade escolar, filhas dos assentados, estudaram até o final de 1988 sob a orientação de membros da comunidade com titulação até a 8^o série, que se prontificaram a lecionar para crianças de 1^o a 4^o série. Posteriormente, as crianças responderam a exames na Escola Municipal Treze de Maio, os quais permitiam validar os estudos, e todas as crianças foram aprovadas.

Em 1989 as crianças foram matriculadas na Escola Estadual de 1^o grau Incompleto Treze de Maio, localizada a 3 km de distância do assentamento. A distância era um empecilho para as crianças frequentarem a escola e foi motivo para a Equipe de Educação do Assentamento se mobilizar para conseguir uma escola no próprio assentamento. A partir de 1990 a 27^o Coordenadoria de Educação (Canoas) permitiu que ocorressem aulas de 1^o a 4^o série, em condições precárias no assentamento. Para atender às crianças que já estavam concluindo a 4^o série, a

Equipe de Educação encaminhou à Secretaria de Estado de Educação o pedido de construção e funcionamento de uma escola de 1° a 5° série no assentamento e, em 1990, iniciaram-se as obras. Em 13/11/1990 a escola recebeu aprovação do Conselho Nacional de Educação e as crianças que a frequentaram, tiveram seu estudo reconhecido, podendo fazer as avaliações na própria escola no final do ano letivo.

Crescendo cada vez mais, a escola foi criando turmas e ampliando seu quadro pessoal. Em 2011, completou 20 anos de existência e hoje funciona nos turnos da manhã, tarde e noite; conta com 365 alunos divididos em Ensino Fundamental, Ensino Médio e EJA de Ensino Fundamental. Em infraestrutura, possui seis salas de aula; uma sala de vídeo equipada com televisão, DVD e retroprojeto; um laboratório de Ciências com bancadas, microscópio e alguns instrumentos laboratoriais; uma sala de informática que dispõe de 15 computadores; uma quadra poliesportiva e um campo de futebol. Todas as conquistas da escola não seriam possíveis sem a mobilização e organização constante da comunidade e a boa vontade de diretores, educadores e funcionários.

A escola recebeu grande apoio do Setor Pedagógico do MST durante seu funcionamento, principalmente nos anos iniciais decorridos após a sua inauguração. Embora a autora não tivesse pleno conhecimento das metodologias de ensino que integram o que se entende por Educação do MST, elas existem e condizem em alguns aspectos com a metodologia empregada pela autora na construção de sua proposta.

A elaboração da proposta pedagógica do MST teve como pressuposto que todo ensino deve partir da realidade. Isso significa dizer que tudo o que os educandos estudam e constroem na escola deve ajudá-los a entender melhor o mundo em que vivem (SAVELI, 1999). A essência teórica desse princípio pedagógico está em Paulo Freire, o qual concebe que educar é ensinar o indivíduo a entender e se apropriar da realidade para se sentir parte dela e ser capaz de modificá-la.

Segundo Saveli,

Esse posicionamento teórico exige a opção por uma educação libertadora. Ainda é Paulo Freire que afirma: *esta educação em que educadores e educandos se fazem sujeitos do seu processo, essa educação supera o intelectualismo alienante, supera o autoritarismo do educador “bancário”, supera, ainda, a falsa consciência do mundo.*

(...) ter a realidade como princípio fundamental exige optar por uma concepção problematizadora de educação, onde educador e educando são investigadores críticos da realidade. Para Paulo Freire, *a educação problematizadora de caráter autenticamente reflexivo, implica num constante ato de desvelamento da realidade.*

(...) Isso implica garantir que as crianças tenham várias experiências de trabalho prático e com utilidade real, que aprendam a se organizar, a trabalhar em grupo, dividindo tarefas, tomando decisões, resolvendo problemas que a prática vai apresentando. (SAVELI, 1999, p. 23)

A proposta de ensino aqui desenvolvida não tem o caráter político próprio de uma escola que foi resultado de mobilização social, todavia se assemelha à proposta pedagógica do MST ao ter como princípios desenvolver um educando ativo em sua aprendizagem que seja capaz de investigar situações-problemas, que saiba trabalhar em conjunto, comunicar resultados e que tenha uma visão crítica da Ciência e de outros saberes.

O tema estruturador *Universo, Terra e vida* traz um conteúdo que por si só possui um caráter questionador e que, ao mesmo tempo, leva o educando a entender a realidade, não a do aqui e agora, e sim a realidade mais abrangente, que vai desde a explicação de fenômenos locais como as fases da Lua e as estações do ano, até a descrição do Universo como um todo.

Apesar de a autora entender que existe uma convergência entre os princípios norteadores da pedagogia do MST e o desenvolvimento de competências, proposto nas Lições do Rio Grande, as escolas do campo não se sentiram representadas neste currículo. Muitas foram as críticas que o novo currículo recebeu, a principal delas foi a falta de debate com a comunidade escolar para uma elaboração conjunta do currículo, sendo assim, a comunidade o considerou implementado “de cima para

baixo”, uma imposição. Entre prós e contras, a autora entendeu que, no que diz respeito aos direcionamentos do novo currículo do Rio Grande do Sul (2009) para a disciplina de Física, não havia dúvida de que ali existia uma proposta humanista, preocupada com a formação de um educando crítico, leitor e observador de sua realidade, uma proposta que mostra que a Física não deve ser ensinada apenas pelo conteúdo em si, mas por nos ajudar a entender situações presentes em nosso cotidiano, assim como a compreender as nossas origens e tudo o que nos cerca.

A proposta foi implementada nas duas turmas de 1º ano existentes na escola, a turma 102 do diurno, com aulas no turno da manhã e a turma 103 do noturno. Na primeira turma havia 31 alunos matriculados, dos quais 21 seguiram os estudos até o fim do ano letivo; já na segunda turma, havia 50 matriculados, dos quais apenas 24 seguiram os estudos até o final do ano letivo.

A evasão, evidenciada principalmente no turno da noite, é um problema presente que preocupa diretores e educadores da escola Nova Sociedade, não sendo um fenômeno particular desta escola, mas que se repete em inúmeros estabelecimentos escolares, principalmente os públicos. As escolas do campo possuem, ainda, um fator adicional que estimula a desistência: o difícil acesso à escola. Transporte escolar ineficiente, pontos de ônibus distantes e estradas em péssimas condições fazem com que educandos levem muito mais tempo do que o necessário para chegar à escola. É evidente a redução do número de educandos presentes em sala de aula em dias de chuva e a explicação é simples: não querem se sujar de lama.

O problema do transporte escolar ineficiente não se limita aos desconfortos físicos e ao tempo demasiadamente grande gasto no trajeto casa-escola, mas também acarreta a diminuição do tempo de permanência do educando dentro da escola. O único ônibus escolar disponível precisa dar voltas imensas, chegando à escola após o horário de início das aulas. No ano de 2010, os atrasos chegavam a 40 minutos, fazendo com que os educandos perdessem praticamente todo o primeiro período de aula (50 min).

Na grade curricular da escola, são disponibilizadas duas horas-aula por semana para a disciplina de Física, entretanto na maioria das vezes a educadora tinha apenas um período e dez minutos com todos os educandos presentes, o que prejudicou o andamento das atividades.

Apesar desses e outros empecilhos típicos de uma escola localizada no campo, o espírito de cooperação e motivação que permeia a escola e a liberdade e confiança recebidas da direção e dos vice-diretores, que conferiram total autonomia à educadora, foram grandes estímulos que tornaram possível a abordagem de conteúdos que divergem do currículo convencional. Além disso, a experiência com educandos trabalhadores que vivem no campo e que, ainda que alguns sejam empregados nos centros urbanos, possuem a cultura enraizada nas práticas com a terra, possibilitou à educadora ter contato com uma realidade muito distante da sua, enriquecendo suas práticas e sua visão de mundo.

Foi nesse contexto escolar, um tanto peculiar, que aconteceu a aplicação da proposta. Na próxima seção faremos uma apresentação do material desenvolvido e, posteriormente, os relatos de sua aplicação.

5.2 MATERIAL ELABORADO

A elaboração e aplicação de um material que possa ser utilizado para abordar o tema estruturador *Universo, Terra e vida* e esteja em consonância com as Lições do Rio Grande foi o principal objetivo do presente trabalho. A aplicação da proposta aconteceu por meio de textos confeccionados para os educandos. O conjunto de textos foi organizado para compor o que denominamos *Universo, Terra e vida: aprendizagem por investigação; Guia do Educando*², no qual estão disponibilizadas uma sequência de 15 atividades baseadas no Ensino por Investigação. Buscamos elaborar as atividades de modo a potencializar o desenvolvimento de competências como sugerem as Lições do Rio Grande. A estrutura de cada atividade, bem como seus objetivos principais, estão pontuados no material do educador, o qual

² Disponível no Apêndice C

denominamos *Universo, Terra e vida: aprendizagem por investigação; Guia do Educador*³. Adiantamos que é indispensável a utilização do Guia do Educador junto ao Guia do Educando.

Exibiremos, nesta seção, a *Atividade 4*, evidenciando como ela se apresenta no Guia do Educando (Quadro 8) e no Guia do Educador (Quadro 9), com o objetivo de fazer entender a organização do material.

Como pode ser observado no Quadro 8, a Atividade 4 possui um título enunciado como uma pergunta ampla. O título em forma de pergunta é uma característica da maioria das atividades. Espera-se que, no decorrer da atividade, o educando adquira alguns conceitos e informações que lhe permitam responder à pergunta, ao mesmo tempo em que participa de práticas que estimulam o desenvolvimento de competências.

O **texto** (abaixo do título) também faz parte da estrutura das demais atividades. Depois de expor o assunto que irá abordar em aula para a turma, o educador pode realizar a leitura do texto em grupo, fazendo pequenas pausas para dar explicações e pedindo a colaboração dos educandos para interpretá-lo. Dessa forma o educando passa a perceber que ler um texto não é apenas pronunciar as palavras ali impressas, mas principalmente se deter no significado que ele traz.

Antes de iniciar a atividade em si, é importante conhecer as **ideias prévias** dos educandos, que são possíveis respostas à pergunta inicial. Teorias de aprendizagem baseadas no construtivismo destacam a importância de conhecer as concepções prévias dos aprendizes para que, ao confrontá-las com as concepções cientificamente aceitas, o educador possa revelar aonde estão as limitações daquelas concepções, se for o caso. Ao tecer comparações entre as concepções prévias dos educandos e as concepções científicas, é importante não apresentar uma noção ingênua da ciência, muito menos tentar impor ideias científicas com argumentos de autoridade. Não são todas as atividades que possuem um espaço no *Guia do*

³ Disponível no Apêndice E

Educando para as ideias prévias, o que não impede que o educador ceda um espaço de fala aos educandos para conhecê-las.

Após detectar as ideias prévias e anotá-las no quadro-negro, o educador inicia as **práticas**, que são compostas de uma sequência de perguntas que auxiliam o entendimento dos conceitos e introduzem o assunto gradualmente. Para responder às perguntas, os educandos podem fazer e/ou observar experimentos, interpretar textos, observar simulações e vídeos ou mesmo, assistir à uma aula expositiva. Podem ainda trabalhar individualmente, em dupla ou em grupo. Geralmente ao serem desafiados a responder às perguntas durante uma aula, o trabalho termina por acontecer em grupo e envolve toda a turma. O educador atua como um guia, que percorre toda a sala para auxiliar a turma, enquanto os educandos buscam por respostas. É importante que o educador não dê respostas prontas, a não ser quando pretende apresentar um novo conceito. Para isso, ao ser indagado, deve pedir ao educando que tente responder, que diga qual é a resposta que julga certa ou porque acredita que sua resposta está errada e, se possível e necessário, apontar as falhas nas respostas através de novas perguntas que os levem a ir além do pensamento inicial, a pensar em outras situações. O medo de dar respostas erradas, o medo de se expor e de arriscar é normal em um contexto escolar em que os aprendizes são comumente passivos em sala de aula. Em síntese, a estrutura do Guia do Educando para cada uma das atividades tem a forma mostrada na Figura 1.

Para auxiliar educadores que tenham interesse em aplicar essa proposta em sala de aula, desenvolvemos o *Guia do Educador*, ilustrado no Quadro 9 com a Atividade 4. Nesse guia, o educador encontrará direcionamentos para cada uma das atividades propostas, sendo que cada capítulo que integra o guia corresponde à uma atividade do *Guia do Educando*.

O *Guia do Educador* começa com um texto de apresentação que contextualiza a produção do material, indica como ele pode ser utilizado, faz uma breve introdução ao Ensino por Investigação e problematiza a mais recente mudança curricular no estado do Rio Grande do Sul, que foi proposta em 2011 e está sendo oficialmente

implantada neste ano, 2012, apontando que o material aqui produzido também pode ser utilizado para atender às perspectivas do currículo mais recente. Logo após, para cada uma das atividades são apresentados os seguintes tópicos: *competências específicas relacionadas ao conteúdo, competências específicas relacionadas a ler, escrever e resolver problemas, ideias prévias, procedimentos de ensino, recursos, tempo previsto, sugestões de leitura e gabarito*. O conjunto de tópicos norteia as atividades, mas cabe ao educador utilizar este material da forma que julgar mais adequada. Faremos uma breve descrição de cada um desses itens.

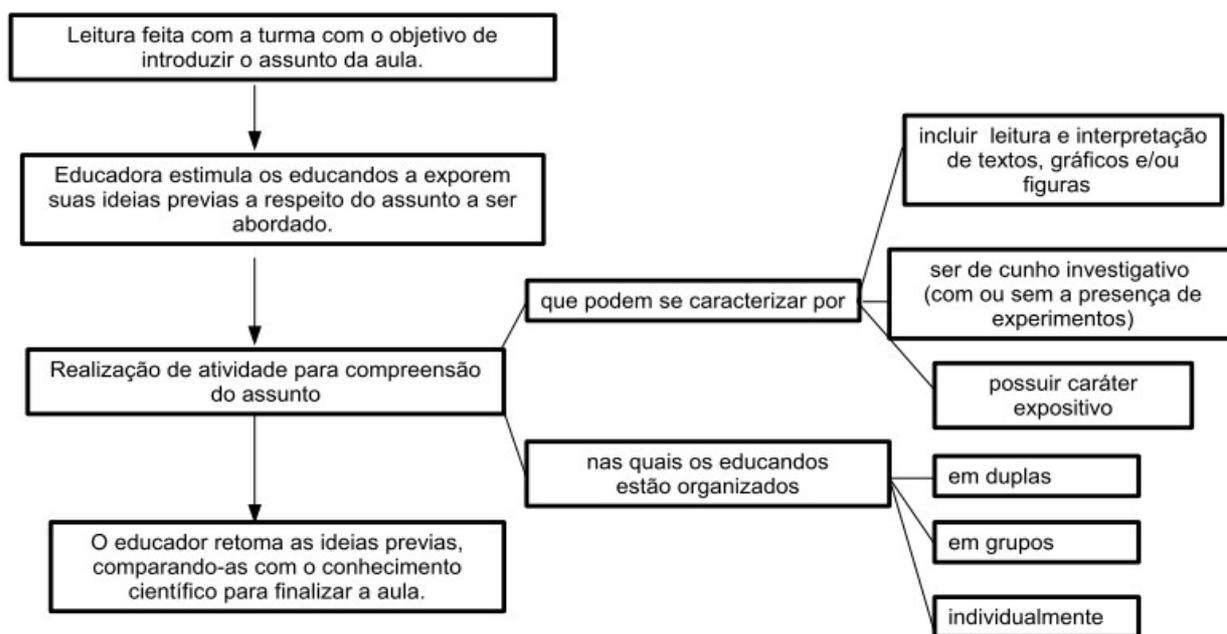


Figura 1. Esquema que apresenta de forma simplificada a dinâmica das aulas baseadas no Guia do Educando

As **competências específicas relacionadas aos conteúdos** são os conhecimentos e capacidades que espera-se que o educando adquira ou desenvolva a respeito de fenômenos naturais e tecnológicos abordados em uma determinada atividade. Tais competências foram baseadas nas competências específicas sugeridas pelos PCN+ (Quadro 2) e nas competências específicas sugeridas nas

Lições do Rio Grande (Quadro 3). Em ambos documentos, estão apresentadas as competências específicas relativas ao tema estruturador *Universo, Terra e vida*. Devido à grande generalidade desses textos e à necessidade de designar claramente quais competências específicas aos conteúdos são possíveis de serem desenvolvidas nas atividades, elaboramos e disponibilizamos, neste tópico, competências que se referem aos conteúdos abordados em cada atividade.

O tópico **competências específicas relacionadas a ler, escrever e resolver problemas** apresenta as competências descritas nas Lições do Rio Grande como originadas a partir do cruzamento das competências básicas (Ler e escrever e Resolver problemas) com os três eixos (Representação e comunicação, Investigação e compreensão e Contextualização sociocultural). São competências que devem permear o ensino de Física em todo o nível médio e permitem o desenvolvimento íntegro e constante das competências básicas.

No tópico **ideias prévias** são listadas concepções prévias observadas pela autora durante a aplicação da proposta, ou ainda, retiradas da revisão da literatura. É interessante que o educador conheça previamente algumas concepções que comumente são apresentadas pelos educandos ao serem abordados temas de Astronomia, para se preparar para a aula. Os **procedimentos de ensino** são um conjunto de ações que indicam a sequência da aula, destacando os passos importantes para realização da mesma. Não devem de maneira alguma limitar a ação do educador, que precisa direcionar a sua aula da maneira que melhor atende às demandas da turma.

O tópico **recursos** fornece uma lista dos materiais necessários ao desenvolvimento da atividade e o tópico **tempo previsto** fornece uma estimativa do tempo que a atividade demanda, que pode variar de acordo como o direcionamento dado pelo educador.

Nas **sugestões de leitura** estão enumerados *sites* e artigos, relacionados aos conteúdos e ao ensino de Física, que podem ser úteis para adquirir maior domínio

para a aplicação da atividade. Apesar de algumas sugestões estarem disponíveis apenas em língua inglesa, acreditamos que esses textos podem ser facilmente traduzidos para o português através de ferramentas disponibilizadas na internet, por exemplo, o *Google tradutor*. No tópico **gabarito** são disponibilizadas as respostas esperadas de cada atividade. O gabarito não deve limitar as discussões em sala de aula, mas funcionar como um norteador.

O *Guia do Educador* e o *Guia do Educando* são suportes para a implementação das atividades. Na próxima seção descreveremos os detalhes da aplicação feita pela educadora em 2010 e faremos um relato sucinto dos pontos importantes observados em cada uma das atividades.

Quadro 8: Atividade 4 retirada na íntegra do Guia do Educando

Atividade 4: O Universo é estático ou dinâmico?

Até o presente momento, você teve a oportunidade de conhecer qual a sua localização no Universo e de perceber quão enormes são as dimensões de objetos astronômicos e as distâncias entre eles.

Agora vamos aprofundar nosso estudo do Universo, vamos começar a compreender como ele é no presente e como ele foi em um passado remoto.

Universo Estático x Universo Dinâmico

Em uma noite estrelada podemos olhar para o céu e apreciar a sua imensidão. Todos aqueles pontinhos brilhantes, as estrelas, parecem estar incrustados em uma imensa esfera. Em uma noite límpida, você pode olhar para o céu e localizar algumas **constelações**. A constelação do Escorpião (Figura 4), por exemplo, forma um desenho que lembra o rabo de um escorpião. Embora a posição dessa constelação varie com o decorrer do ano, as distâncias entre as estrelas se mantêm fixas.

As grandes distâncias entre nós e as estrelas pertencentes a uma constelação, fazem com que as estrelas das constelações pareçam manter exatamente as mesmas posições relativas. Temos a impressão de que o céu e, conseqüentemente, o Universo, é **imutável**.

Esta impressão não é só nossa. Desde os tempos mais antigos, os pensadores que buscaram descrever o Universo acreditavam que esse possuía uma característica principal: era **estático**. É claro que ocorriam fenômenos no Universo que modificavam as coisas, como o nascimento e morte dos seres vivos, o ciclo da água, o movimento dos astros (Sol, Lua, estrelas e planetas) e até mesmo a explosão de uma estrela, mas todos esses eventos eram vistos como **fenômenos locais**.

Newton e outros pensadores acreditavam que se estudássemos o Universo, não sob o ponto de vista local, mas sob o ponto de vista mais amplo possível, ele seria sempre o mesmo. Einstein foi um dos primeiros a desenvolver uma teoria científica que buscava explicar **o Universo. Ao aplicar a sua Teoria da Relatividade Geral ao Universo como um todo, Einstein viu que suas equações não eram compatíveis com um Universo estático, pois a matéria existente nele faria os corpos se atraírem, e o Universo mudaria com o tempo.** Desiludido com esse resultado e convencido de que o Universo era imutável, Einstein alterou sua teoria. Ele introduziu uma constante, denominada constante cosmológica, nas equações relativísticas para que estas conduzissem a um Universo estático (eterno e imutável).

Bibliografia

http://pt.wikipedia.org/wiki/Constante_cosmol%C3%B3gica (acessado 24/03/2010)

Ideias Previas

4.1) Na sua opinião, o Universo é estático ou dinâmico? Explique.

O Universo é estático?

Para responder essa pergunta vamos fazer algumas leituras e discutir alguns conceitos novos.

4.2) A turma deve se dividir em grupos de no máximo quatro pessoas e no mínimo três.

4.3) Cada grupo receberá um texto com informações a respeito do Universo. Após ler o texto cada grupo deverá responder a uma pergunta especificada ao final do texto.

4.4) Cada grupo deve apresentar, para a turma, um resumo de sua leitura e responder à questão correspondente ao seu texto no quadro-negro.

4.5) Durante a leitura do texto e, posteriormente, após a apresentação dos colegas, alguns conceitos novos serão introduzidos. Registre os conceitos novos e os seus respectivos significados na Tabela 1.

Tabela 1: Conceitos abordados no debate sobre os textos

Conceito	Significado
Nebulosa	
Galáxia	
Velocidade	
Espectro Eletromagnético	
Espectrógrafo	
<i>Big Bang</i>	

4.6) Depois de ter lido o texto de seu grupo e ter discutido com os colegas, responda às

perguntas abaixo em uma folha separada.

(a) O que são galáxias?

(b) O que é o desvio da luz para o vermelho?

(c) Enuncie a Lei de Hubble.

(d) Qual é a relação entre a Lei de Hubble e o *Big Bang*?

(e) O Universo é estático ou dinâmico? Procure justificar cientificamente seu ponto de vista.

4.7) O recorte abaixo explica o porquê de alguns detalhes da logomarca Apa-Sul;

O que significa a logomarca do Jornal da APA-SUL Renato Quintino dos Santos

Em Junho de 1999, edição nº 84, publicamos pela 1ª vez a logomarca deste Jornal que foi desenvolvida pelo designer Júlio Cesar, a partir dos princípios que deveriam compor nossa identidade visual, ao refletir nossa visão de mundo. Na edição de nº 86, página 9, descrevi os significados da logomarca, quais sejam.

✓ O fundo elíptico significa que o universo atual está em expansão (não é estático) a partir do big-bang - a grande explosão - ocorrida a 15 bilhões de anos.

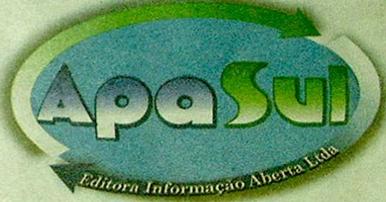
✓ Já as setas abertas e coloridas significam: a superior percepção milenar de que o Planeta Terra era verde, percepção esta que só foi modificada por Yuri Gagarin, o 1º homem a entrar em órbita em 1958, quando disse perplexo e estupefato: Nossa! A Terra é azul (coloração da seta inferior e o fundo também azul da Elipse).

✓ A descontinuidade das setas significa que a produção do saber ocorre por rupturas, como afirma Thomas Kuhn em seu livro "A Estrutura das Revoluções Científicas" e não somente por adições ao conhecimento anterior. (Exemplos emblemáticos das rupturas: A heurética de Arquimedes, o silêncio imposto pela Igreja a Galileu Galilei, a Teoria da Incerteza da Mecânica Quântica, de Werner Heisenberg).

✓ Trocando em miúdos: nossa logomarca pretende refletir emblema ético e paradigmático da nossa forma de ver, pensar e agir no mundo: nossas convicções e práticas que nos colocam todos em um mesmo "barco cósmico comum" fruto que somos da grande explosão (*big-bang*) ocorrida há bilhões de anos. Coloca-nos irmãos, como diz Leonardo Boff, da lesma à galáxia mais distante.

Certamente, estes paradigmas nos impõem uma nova ética sintetizada na expressão e na verdade de nossa "irresistível responsabilidade e amor por tudo que existe e vive".

Exemplo: é possível nesta ética pescar ou caçar por esporte? Matar outros seres vivos à toa, de graça? Não. Não é possível.



Referência: http://desenhantes.files.wordpress.com/2010/01/jornal_apasul.jpg
(não está disponível)

Você acha que a descrição do logotipo faz sentido?

() sim

() não

Escreva um parágrafo em seu caderno explicando a sua posição.

Atividade 4: O Universo é estático ou dinâmico?

4.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Compreender que o Universo não é estático, mas está se expandindo.
- Entender como os cientistas sabem que o universo está se expandindo.
- Conhecer a Lei de Hubble e o seu significado.
- Conhecer a teoria do *Big Bang* e sua origem.
- Compreender de forma atualizada as hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo.
- Identificar diferentes formas pelas quais a cultura e a vida humana influenciaram os modelos explicativos do Universo ao longo da história da humanidade.
- Perceber que a Física constitui parte da cultura contemporânea, sendo resultado de uma construção humana inserida em um processo histórico e social, discutindo criticamente aspectos do senso comum.

4.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Expressar oralmente suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.
- Elaborar hipóteses e estratégias na resolução de situações-problema, na forma escrita e/ou oral, argumentando com clareza sobre o seu ponto de vista.
- Expressar escrita ou oralmente sua solução de uma situação-problema, comunicando clara e concisamente as estratégias adotadas e justificando seus raciocínios com o uso correto da linguagem da Física. Desenvolver a capacidade de analisar informações

4.3) Ideias Prévias

- O Universo está parado porque as estrelas estão paradas.
- A Lua gira em torno da Terra.
- A Terra gira em torno do Sol.
- As galáxias estão girando. Galáxias maiores giram em torno de galáxias menores.

Obs.: As observações de movimentos locais em nosso Universo, como o nascer e o pôr do Sol e o movimento da Lua e das estrelas no céu noturno, podem ser exemplos utilizados pelos educandos para justificar que o Universo é dinâmico. Para evitar que esse tipo de confusão aconteça, é importante esclarecer que Universo dinâmico é aquele que sofre alguma modificação como um todo e não apenas modificações delimitadas pelo tempo e pelo espaço.

4.4) Procedimentos de Ensino

- Ler o texto com os educandos.
- Fazer uma explanação sobre a relação existente entre as crenças de Einstein e a introdução da constante cosmológica.

- Provocar um debate com a turma, perguntando aos educandos se eles acham que o Universo é estático ou dinâmico e pedindo a eles que justifiquem suas afirmações. Os educandos devem anotar as respostas no item 4.1.
- Utilizar as ideias prévias dos educandos para introduzir a ideia de fenômenos locais no Universo. Ver anexo 1 como exemplo.
- Dividir a turma em quatro grupos (atividade 4.2) e distribuir os textos Texto 4.1, Texto 4.2, Texto 4.3 e Texto 4.4 entre os grupos (atividade 4.3). Distribuir as perguntas para cada grupo.
- Depois da leitura dos textos, cada grupo deverá responder a uma das perguntas da questão 4.6, exceto o item (e), que deverá ser respondido individualmente. Posteriormente, com a ajuda dos educandos, o educador pode preencher a tabela (questão 4.5).
- Pedir aos educandos para fazerem a questão 4.7 em casa.
- Para fazer uma síntese do conteúdo, mostrar vídeos de alguns exemplos de fenômenos locais que ocorrem no Universo, como:

- Rotação da Terra:

<http://www.youtube.com/watch?v=OSGqrLUz7h4>

(Acesso em: 31/01/2012)

- Movimento aparente das estrelas:

<http://www.youtube.com/watch?v=wyJYPIWF3-0&feature=related>

(Acesso em: 31/01/2012)

- Realizar o experimento "Expansão do Universo", onde é possível frisar que a expansão não é um movimento local.

http://www.site.galileoteachers.org/images/stories/package/docs/expansion_universe.pdf

(Acesso em: 31/01/2012)

- Explicar o desvio para o vermelho, fazendo um paralelo entre esse conceito e o efeito doppler sonoro, apresentando o seguinte vídeo:

<http://www.youtube.com/watch?v=imoxDcn2Sgo>

(Acesso em: 31/01/2112)

- Para que os educandos possam observar na prática que elementos químicos, quando aquecidos, produzem um espectro próprio, pode-se fazer um experimento simples em sala de aula. Trata-se de acender uma pequena labareda e salpicar nela sal de cozinha. Para isso pegue uma vasilhame metálico, coloque alguns pedaços de giz e os umedeça com álcool. A seguir acenda o fogo e salpique cloreto de sódio em cima. Você vai perceber que o fogo adquiriu uma coloração esverdeada devido a emissão espectral do sódio contido no sal de cozinha.

4.5) Recursos

- Quadro, giz, retroprojetor, computador, balão, vasilhame metálico, álcool, fósforo e sal de cozinha.

4.6) Tempo Previsto

- 4 horas

4.7) Sugestões de Leitura

- Laboratório caseiro: observando espectros luminosos – espectroscópio portátil.

<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6627/6124>

(Acesso em: 31/01/2012)

4.8) Gabarito

4.1) Nessa questão os educandos vão afirmar seu ponto de vista. É importante anotar no quadro todas as respostas que forem surgindo.

4.2) Atividade.

4.3) Atividade.

4.4) Atividade.

4.5)

Conceito	Significado
Nebulosa	É uma nuvem de gás e poeira interestelar.
Galáxia	É um aglomerado de bilhões de estrelas e outros objetos astronômicos (nebulosas de vários tipos, aglomerados estelares, etc.), unidos pela força gravitacional e girando em torno de um centro de massa comum.
Velocidade	Medida de quão rápido um corpo se desloca. Quanto maior o deslocamento (d) e menor o tempo (t), maior é a velocidade (V). $V = d / t$
Espectro Eletromagnético	É o intervalo completo da radiação eletromagnética, ue contém desde as ondas de rádio, ao micro-ondas, o infravermelho, a luz visível, os raios ultravioleta, os raios X, até à radiação gama.
Espectrógrafo	É o equipamento que realiza um registro fotográfico de um espectro luminoso.
<i>Big Bang</i>	É a teoria cosmológica dominante que explica o desenvolvimento inicial do Universo. Os cosmólogos usam o termo " <i>Big Bang</i> " para se referir à ideia de que o Universo estava originalmente muito quente e denso em algum tempo finito no passado e, desde então tem se expandido e resfriado.

4.6)

(a) É um aglomerado de bilhões de estrelas e outros objetos astronômicos (nebulosas de vários tipos, aglomerados estelares, etc.), unidos pela força gravitacional e girando em torno de um centro de massa comum.

(b) É uma alteração no comprimento de onda da luz registrada, quando o objeto observado está se afastando do observador. Nesse caso, todo o espectro emitido pelo objeto é observado com um comprimento de onda maior.

(c) A velocidade de afastamento da galáxia (V) é proporcional à distância da galáxia até a Terra (D). O fator de proporcionalidade é a constante de Hubble (H), que atualmente possui o valor de $2,5 \cdot 10^{-18}$ /s. A Lei de Hubble pode ser expressa matematicamente por: $V = H \times D$.

(d) A Lei de Hubble afirma que o Universo está em expansão, portanto se imaginarmos o passado do Universo, a matéria estaria mais unida. Em um passado mais remoto a matéria estaria mais unida ainda caracterizando um Universo quente e denso, como afirma a teoria do Big Bang.

(e) Não, o Universo é dinâmico pois está se expandindo.

4.7) Espera-se que os educandos percebam a falha na seguinte afirmação feita pelo autor do texto: " ... fruto que somos da grande explosão, big-bang ...". O Big Bang foi uma expansão e não, uma explosão.

5.3 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

A proposta aqui apresentada foi aplicada em duas turmas de Ensino Médio, a turma 102 (turno matutino) e a turma 103 (turno noturno). A aplicação teve início no dia 25/02/2010 e término no dia 03/12/2010, sendo 22 aulas na turma matutina e 26 na noturna, que totalizaram 48 horas-aula. Os dois períodos semanais eram consecutivos, correspondendo a 50 minutos cada, entretanto em grande parte das aulas era possível trabalhar apenas 1h 20min com as turmas devido ao atraso do ônibus escolar.

No primeiro encontro (25/02/2010) com as turmas, a educadora se apresentou e conversou com os educandos sobre as mudanças no currículo do estado, explicando que estava previsto para o 1º ano do Ensino Médio aprender sobre o tema estruturador *Universo, Terra e vida*. Após uma breve introdução ao significado e abrangência desse tema, a educadora pediu para os estudantes formularem perguntas referentes ao tema, que envolvessem situações específicas de interesse deles, explicando que, no decorrer do ano, elas poderiam ser respondidas.

As perguntas formuladas foram: "Como surgiu a vida?", "O que seria da Terra sem o Universo?", "O que seria da Terra sem o Sol?", "O que seria da Terra sem nenhuma vida?". Os educandos foram alertados de que eles estavam se prendendo a um padrão de perguntas do tipo "O que seria da(o) ... sem a(o) ...?". A educadora

pediu a eles que buscassem fazer perguntas mais fundamentais, mas parece que eles gostaram desse padrão. Continuaram então com as seguintes perguntas: “Da onde nasceu a água?”, “O que seria do céu sem as estrelas?”, “Como surgiu o ser humano?”, “O que seria do homem sem o tempo?”, “Um dia o mundo vai acabar?”, “O que seria do Universo sem a vida?”, “Antigamente as pessoas viviam mais?”. Esta última pergunta gerou uma série de afirmações em sala de aula, o que levou a educadora a questionar o educando sobre porque ele acreditava que antigamente as pessoas viviam mais. Ele respondeu ter visto isso na televisão; outra educanda completou dizendo que os pais dela haviam afirmado aquilo.

As perguntas continuaram: “Por que só existe oxigênio na Terra?”, então questionei a educanda, “Será que só existe oxigênio na Terra?”, e ela reformulou sua pergunta que foi anotada no quadro-negro como “Será que só existe oxigênio na Terra?”. Outras perguntas que surgiram foram: “A Terra sempre foi como a conhecemos?”, “Como se formaram os planetas?” e , por último, “Como surgiu a água?”. Todas as perguntas foram anotadas e até o final do ano parte delas seriam respondidas.

No segundo encontro, que aconteceu no dia 05/03/2010, as turmas responderam à primeira parte do pré-teste, cuja elaboração, aplicação e resultados estão detalhados no Capítulo 6. A segunda parte do pré-teste foi respondida no dia 25/06/2010. As questões do pós-teste foram distribuídas em três avaliações trimestrais, aplicadas nos dias 21/05/2010, 03/09/2010 e 03/12/2010. Nos demais encontros, utilizamos o Guia do Educador na condução das atividades.

As mesas das salas de aulas das turmas são organizadas em dupla, em consequência do que, os educandos dificilmente trabalham sozinhos. Mesmo em atividades em que eram solicitadas respostas individuais, não havia como impedir que trocassem ideias com o(s) colega(s) antes de formularem suas respostas. A disposição das mesas foi alterada somente em aulas destinadas à aplicação de provas e testes. A seguir faremos um breve relato de cada atividade, em que expomos os respectivos objetivos, a estrutura sequencial das aulas e as impressões

que a educadora teve no decorrer das atividades. Para não ser redundante, as figuras, gráficos e tabelas que constam no Guia do Educando não foram aqui reproduzidos.

5.3.1 Relato da Atividade 1: Qual é a sua localização no Universo?

O objetivo da atividade foi apresentar a estrutura do Universo aos educandos, bem como introduzir o minuto-luz e o ano-luz como unidades de medida astronômica. Durante a atividade, os educandos puderam pensar sobre a sua localização no Universo e ter uma noção das dimensões astronômicas.

Primeiramente os educandos realizaram a leitura e discussão do texto introdutório e, posteriormente, a educadora fez uma exposição no quadro-negro sobre os conceitos de ano-luz e minuto-luz. Em seguida, a educadora pediu aos estudantes que respondessem as atividades 1.1 à 1.8. Os educandos responderam às perguntas e fizeram as contas com muito entusiasmo durante a aula. Surgiram alguns questionamentos como “Qual é a maior galáxia?” e “Qual é a maior estrela?”. Ficou como tema de casa, que terminassem o que não foi possível fazer em sala de aula; as questões foram corrigidas no quadro-negro na aula seguinte.

Durante a leitura do texto e as pausas para comentários foi possível perceber que alguns estudantes tinham impressões errôneas sobre a localização e dimensão de astros, tais como: as estrelas se localizam dentro do Sistema Solar; o Sol é menor do que a Terra; o Sol está tão perto da Terra quanto a Lua; Plutão é classificado como planeta. Quando esse tipo de ideia aparecia, havia estudantes que se prontificavam a explicar, outros ficavam descrentes daquilo que estavam ouvindo.

Trabalhar com números grandes e com muitos zeros pareceu algo desafiador para os educandos. Os números não cabiam na calculadora e foi preciso inventar novas maneiras de utilizá-la. Esse foi um bom argumento para revisar potências de dez e introduzir a notação científica. A aula foi muito animada, os estudantes

apresentaram algumas dúvidas, mas se envolveram para respondê-las. Discutiam entre si sobre as possíveis respostas para perguntas como “Qual é a sua localização no Universo?” e “Qual é a definição de ano-luz?” com naturalidade, procurando auxiliar uns aos outros para entender o novo conteúdo.

5.3.2 Relato da Atividade 2: O que é grande? O que é pequeno?

O objetivo desta atividade foi esclarecer aos educandos como utilizar a ordem de grandeza e a notação científica para expressar números muito grandes ou muito pequenos, bem como fazê-los perceber o degrau entre uma ordem de grandeza e a seguinte.

Antes de iniciar a atividade, a educadora ministrou uma aula de revisão de potências de dez. Primeiramente os educandos observaram uma sequência de imagens do Universo em diferentes ordens de grandeza. Na primeira imagem, a Via Láctea (ordem de grandeza de 10^{23} m) aparece como um pontinho e a última imagem mostra um núcleo atômico (ordem de grandeza de 10^{-14} m). Enquanto observavam as imagens, os educandos preencheram a tabela da questão 2.1. Posteriormente, leram em conjunto o texto introdutório da atividade e a educadora fez uma exposição sobre Notação Científica no quadro-negro, resolvendo alguns exemplos retirados das questões 2.1 e 2.2.

A dificuldade dos educandos em trabalhar com potências foi algo surpreendente para a educadora. Alguns educandos do turno noturno não reconheciam o que era uma potência e pareciam nunca ter estudado o assunto. Embora as imagens tenham animado os estudantes, que se mostraram bastante impressionados ao perceberem o quanto somos pequenos quando comparados ao restante do Universo, as contas foram um martírio para muitos. Ainda que a educadora tenha trabalhado as potências de dez dentro de um contexto, tentando atribuir significado para aqueles números, o medo da Matemática predominou durante a atividade.

5.3.3 Relato da Atividade 3: O que é Cosmologia?

Os principais objetivos desta atividade foram apresentar aos estudantes a definição de Cosmologia e fazê-los perceber a proximidade entre questões cosmológicas e metafísicas.

A educadora leu o texto, fazendo pequenas pausas para dar explicações. O texto apresenta as dificuldades que a Cosmologia teve em ser aceita como Ciência no início do século XX. A educadora explicou às turmas que, em princípio, o conhecimento científico é estreitamente vinculado à experimentação e que uma teoria científica só é bem aceita quando é possível realizar experimentos que a corroborem. Entretanto, não existe impedimento no desenvolvimento de uma teoria científica sem a utilização de experimentos. Nesses casos, os cientistas ficam esperando por uma oportunidade de comprovação que algumas vezes depende da construção de aparatos experimentais caros como o LHC, por exemplo, ou ainda da sorte de observar fenômenos astronômicos peculiares, como o eclipse ocorrido em Sobral (1919), em que a Teoria da Relatividade Geral foi “comprovada”. Depois de discutir o assunto, a educadora pediu às turmas que respondessem às questões 3.1 à 3.3 como tema de casa. As questões foram corrigidas na aula seguinte com a participação dos educandos.

Durante a correção houve um diálogo muito interessante, principalmente na turma 103 (noturno), na qual estavam presentes apenas algumas senhoras, os demais foram embora mais cedo devido a um imprevisto na linha de ônibus. Duas educandas participaram mais da conversa, uma religiosa (evangélica) e outra que não parecia ter uma religião definida. Quando discutíamos a questão 3.3⁴, o seguinte diálogo foi anotado:

- Educanda 1: Existem coisas que não pertencem ao homem. Coisas que Deus não permitiu serem reveladas ao homem.

⁴ O autor afirma que a ciência evita penetrar em um território “disputado por diversos saberes”. Que território é esse? Você conhece outras questões que a ciência evita responder? Quais? (enunciado da questão 3.3).

- Educanda 2: Mas você tem que admitir que a Ciência trás muito benefício. Veja a medicina, se não fosse a medicina, não viveríamos tanto.
- Educanda 1: Mas o homem só consegue descobrir as coisas e construir as coisas porque Deus permite, mas tem coisas que pertencem aos mistérios de Deus (fervorosa).
- Educadora: Eu acho muito importante que vocês estejam discutindo esses assuntos com respeito, mas Isaura, agora eu te pergunto uma coisa, como vamos saber o que Deus permite e o que Deus não permite? Acho que enquanto tivermos meios de aprender, devemos aprender.

Após mais algumas trocas, as educandas aproveitaram o pouco tempo que restava para terminarem a atividade. Ficou claro na correção do tema de casa que a linguagem do texto não é usual para os educandos, o que exigiu mais explicações sobre o texto. Os educandos apontaram como questões pertencentes a outros saberes a origem da vida e do Universo, bem como outras questões espirituais.

5.3.4 Relato da Atividade 4: O Universo é estático ou dinâmico?

Compreender que o Universo está se expandindo, saber o que evidencia a expansão do Universo, conhecer a Lei de Hubble e a teoria do Big Bang foram os principais objetivos desta atividade.

Primeiramente a educadora introduziu os conceitos de estático e dinâmico, em seguida enunciou a seguinte questão à turma: “Vocês acreditam que o Universo seja estático ou que o Universo seja dinâmico? Tentem dar exemplos que justifiquem as suas respostas.” Os educandos responderam com as seguintes afirmações:

- Educando 1: Dinâmico. As galáxias estão girando. Galáxias menores giram em torno de galáxias maiores. (Esta ideia foi colocada por uma aluna que gosta do

assunto e já foi ao planetário).

- Educando 2: Estático. O Universo está parado porque as estrelas estão paradas.
- Educando 3: Dinâmico . A Lua gira em torno da Terra.
- Educando 4: Dinâmico. A Terra gira em torno do Sol.
- Educando 5: Estático. O Sol está parado.

A cada afirmação de um educando, surgiam questionamentos e apontamentos de outros que concordavam ou discordavam. Durante o estabelecimento das ideias prévias, surgiram questionamentos como “Por que existem as fases da Lua?” e “Como as estrelas podem se mexer se as Três Marias estão sempre no mesmo lugar?”.

Anotadas as ideias prévias no quadro-negro, a educadora dividiu a turma em grupos e distribuiu um texto para cada grupo. Os grupos se reuniram para ler os textos e responder às perguntas da questão 4.6. Posteriormente, os grupos foram convidados a ir ao quadro-negro escrever as respostas elaboradas. As demais questões foram respondidas junto com a educadora durante a aula. O fechamento da atividade foi feito através de uma apresentação de *slides*, em que foram mostradas todas as ideias prévias dos estudantes, indicando se eram coerentes ou não. Posteriormente a educadora realizou dois experimentos: um que permite visualizar como seria o Big Bang, em que encheu de ar um balão com marcações de caneta, e outro que permitia estabelecer uma relação entre o espectro eletromagnético e os elementos químicos que o emitem; neste último a educadora jogou cloreto de sódio em uma chama, que passou da coloração azul para a alaranjada.

A aplicação dessa atividade demanda muito tempo, 6 horas-aula no total, pois os educandos são colocados a refletir, a ler, a expor suas respostas no quadro-negro,

a confrontar suas ideias prévias com as científicas e a visualizar experimentos. Lançar perguntas à turma pode causar um grande alvoroço, pois todos começam a falar ao mesmo tempo.

Os educandos pareceram ter mais dificuldades no texto que abordava o desvio da luz para o vermelho. Todos os grupos se empenharam em produzir respostas e até mesmo alguns educandos pouco interessados procuraram a educadora para tentar entender o texto.

5.3.5 Relato da Atividade 5: Por que ocorrem as fases da Lua?

O objetivo principal da atividade foi apresentar as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para descrever porque ocorrem as fases da Lua. Essa atividade se revelou mais interessante do que o esperado, pois além de apresentarem concepções alternativas para explicar a causa das fases da Lua, os educandos revelaram possuir crenças populares relacionadas às fases. A riqueza observada na atividade motivou a autora a escrever um trabalho intitulado *Concepções de alunos de ensino médio sobre as fases da lua e as possíveis influências desse satélite na vida humana* (Moretti, Saraiva e Veit, 2011), apresentado pela educadora no *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física* (Manaus – AM). Para um maior detalhamento da aplicação da atividade, sugerimos a leitura do referido trabalho disponível *ipsis litteris* no Apêndice A.

A aula se iniciou com a leitura do texto introdutório. A educadora fez pequenas pausas explicativas, nas quais apresentou o modelo de Berossus⁵ para as fases da Lua e comentou que o modelo explicativo atual para descrever esse fenômeno é baseado no fato de a Lua não ser um corpo luminoso, e sim iluminado pelo Sol. O contexto histórico dessa elaboração também foi comentado em sala de aula. Posteriormente, a educadora utilizou uma maquete do sistema Terra-Lua-Sol para

5 Berossus viveu entre 290 e 270 a.C. Na cidade de Marduk e elaborou o único modelo babilônico, de que se tem registro, para explicar as fases da Lua. O modelo proposto por Berossus admitia a Terra como plana e atribuía as fases da Lua ao fato de a Lua ter uma metade luminosa e a outra metade escura. .

mostrar os movimentos de rotação e de translação da Lua e da Terra, enfatizando porque ocorre o dia e a noite.

Depois dessa breve introdução, a educadora pediu às turmas que tentassem responder às perguntas “Por que ocorrem as Fases da Lua?” e “Quais são as influências da Lua na vida humana?”. Os educandos se pronunciaram em massa e todas as ideias prévias foram anotadas no quadro-negro. Depois, os estudantes foram convidados a fazer uma atividade prática para tentar entender as fases da Lua, na qual percorreram uma trajetória circular em torno de um aparato experimental que consistia em uma bola de isopor (representando a Lua) iluminada por uma lanterna (representando o Sol). Durante a atividade, a sala estava completamente escura e os educandos puderam observar como o aspecto da bola de isopor iluminada se modificava à medida que circulavam em torno dela. A educadora fez pequenas pausas para indicar em quais pontos do círculo era possível observar as quatro fases principais da Lua (Nova, Quarto Crescente, Cheia e Quarto Minguante). O fechamento da atividade foi feito através da esquematização do ciclo lunar no quadro-negro.

Na aula seguinte, a educadora fez uma comparação entre os estudos científicos e as crenças populares relacionadas às fases da Lua. Posteriormente os educandos responderam às questões 5.3 à 5.6. A educadora pediu à turma que fizesse um trabalho de observação da Lua durante um mês, em que deveriam desenhar o aspecto lunar e anotar o dia e o horário de observação.

Durante o levantamento das ideias prévias, os estudantes mencionaram a influência da Lua no crescimento do cabelo, no nascimento dos bebês, na intensidade da hemorragia que ocorre durante a castração do cavalo, no comportamento das pessoas e, principalmente, nas plantações. Os argumentos científicos levados pela educadora (ver Apêndice A) fizeram a maioria dos educandos passarem a discordar de parte das crenças, mas a influência nas plantações e na castração do gado foram reafirmadas pelos educandos que de maneira alguma deram mais credibilidade à Ciência do que aos conhecimentos práticos recebidos de seus familiares.

Os estudantes pareciam muito curiosos e estimulados durante às aulas. O assunto foi realmente um grande motivador. A presença de voz que tiveram quando o assunto foi crenças populares foi espantoso para a educadora, que teve que ter muita cautela ao ser a intermediadora entre os educandos e o conhecimento científico.

5.3.6 Relato da Atividade 6: Intervalo de tempo entre as fases da Lua e a variação do período de luação

Interpretar gráficos, procurar parâmetros e descrevê-los foram os propósitos desta atividade. Os gráficos escolhidos estabelecem um vínculo com a atividade anterior, pois mostram a variação do período sinódico da Lua (1984-2006).

Em um primeiro momento, a educadora propôs a Atividade 6 como tema de casa, entretanto devido à grande dificuldade enfrentada pelas turmas na interpretação dos gráficos, cedeu parte da aula para realização da atividade. A turma iniciou a atividade lendo, em conjunto, o texto introdutório, enquanto a educadora fazia pequenas pausas para dar explicações. Posteriormente a educadora interpretou o Gráfico 1 juntamente com a turma, esclarecendo o significado de cada um dos símbolos exibidos na legenda e perguntando à turma, por exemplo, “Qual é o intervalo entre a primeira Lua Quarto Crescente e a primeira Lua Cheia no ano de 2000?”, “Quantas luas cheias ocorreram em 2001?” e “Qual foi o menor intervalo de tempo entre uma Lua Nova e uma Quarto Crescente no ano de 2000?”. Em seguida as turmas continuaram a leitura do texto referente ao segundo gráfico da atividade na qual foi pedido a eles que encontrassem e descrevessem os parâmetros presentes no gráfico.

Durante a aula muitos educandos participaram, principalmente aqueles que haviam tentado responder às atividades em casa. Na turma da noite nenhum educando respondeu corretamente à Questão 6.5, em que era necessário descrever o parâmetro do segundo gráfico e na turma do dia uma única educanda respondeu corretamente.

5.3.7 Relato da Atividade 7: Por que ocorrem os eclipses?

O objetivo dessa atividade foi mostrar aos educandos que os eclipses da Lua e do Sol são fenômenos que acontecem devido a uma interposição dos astro Lua-Terra-Sol, bem como esclarecer em quais fases da Lua podem ocorrer e em quais regiões da Terra podem ser observados.

Primeiramente os educandos foram levados à sala de vídeo, onde o ambiente estava escurecido. A educadora mencionou que naquela aula o assunto seria “Eclipses” e iniciou a aula perguntando “Alguém já viu um eclipse solar? E um eclipse lunar?” Houve mais manifestações para o eclipse solar. A educadora questionou os educandos “O que é um eclipse solar? E um eclipse lunar?”, deixando cinco minutos para refletirem. Surgiram as seguintes manifestações com relação ao eclipse solar:

- Educando 1: É a sombra da Lua na Terra.
- Educando 2: É quando os astros se alinham.
- Educando 3: É a inovação do Sol.⁶

Para tentar explicar o eclipse lunar, os educandos fizeram as seguintes afirmações:

- Educando 4: Acontece quando a Terra faz sombra na Lua.
- Educando 5: Uma nuvem cobre a Lua.
- Educando 6: Um outro planeta tampa a Lua.

Os conceitos foram anotados no quadro-negro, sendo que os errados foram

⁶ O educando foi questionado quanto a essa afirmação e explicou que o eclipse seria uma forma de renovar o Sol, como se depois do eclipse o Sol ficasse mais forte, correspondendo a um ciclo da natureza.

cortados e os corretos, mantidos. Posteriormente a educadora explicou às turmas que eles iriam reproduzir um eclipse em escala reduzida e para isso começariam montando uma maquete do sistema Terra-Lua. As turmas foram divididas em grupos de três à cinco educandos, cada grupo confeccionou uma maquete. Os educandos ainda não tinham os conceitos de raio e diâmetro definidos, foi preciso uma pausa na atividade para explicar. Para representar a Terra, a turma utilizou uma bola de isopor de 2,5 cm de diâmetro e para representar a Lua, cada grupo confeccionou uma pequena esfera de massinha de modelar com 0,8 cm de diâmetro. Cada esfera foi apoiada em uma vareta e posteriormente anexadas a uma barra de isopor, distando 75 cm uma da outra.

No centro da sala, havia uma lâmpada incandescente de potência 100W, representando o Sol. A educadora pediu às turmas que tentassem reproduzir primeiramente o eclipse lunar e respondessem às questões 7.3 e 7.4. Posteriormente, pediu que reproduzissem o eclipse solar e respondessem às questões 7.5 e 7.6. Essa etapa é um tanto demorada e foi preciso auxiliar todos os grupos para que percebessem a sombra da Lua na Terra (eclipse solar) e da Terra na Lua (eclipse lunar), bem como as fases lunares correspondentes a cada posição.

Alguns educandos perguntaram sobre o período de ocorrência dos eclipses, e quando a educadora respondeu que os eclipses lunar e solar ocorriam duas vezes ao ano, interferiram questionando o porquê de não observarem o eclipse solar todo ano e outros questionaram o porquê de os eclipses não acontecerem todo mês. O fechamento do conteúdo ocorreu com uma demonstração, utilizando um globo terrestre (para representar a Terra), uma bola de isopor (para representar a Lua) e uma lâmpada incandescente para representar o Sol. Nessa demonstração, a educadora movimentou a Lua em uma órbita inclinada, mostrando que em determinadas posições, correspondentes à maior parte do ano, os astros Lua-Terra-Sol não se alinham. Também apontou em quais posições esse alinhamento acontece. Com relação à raridade de se observar um eclipse solar, a educadora os alertou que somente as pessoas que se encontram nas regiões da Terra atingidas pela sombra da Lua podem observá-lo. A Atividade 8 complementou essa resposta.

A atividade foi muito proveitosa, entretanto, por ser prática e acontecer em um ambiente pouco iluminado, foi necessário muita paciência da educadora. A turma ficou bastante agitada e alguns grupos ficaram impacientes enquanto esperaram por atendimento.

5.3.8 Relato 8: Prevendo os eclipses solares

Analisar e interpretar um gráfico e uma figura, com o objetivo de localizar espacialmente e temporalmente a ocorrência de um eclipse solar foi a intenção dessa atividade. O gráfico escolhido indica quando e em quais localidades ocorreram e vão ocorrer eclipses entre os anos de 1996 e 2020, e a figura é uma imagem da Terra durante um eclipse solar, obtida pela Estação Espacial, na qual é possível observar a sombra da Lua.

Primeiramente os educandos fizeram uma leitura da questão 8.1 e a educadora deu explicações sobre o gráfico apontando o significado das marcações contidas nele (regiões em que é possível observar os eclipses) e as datas junto às marcações (datas em que é possível observar os eclipses solares totais). Para responder os itens a e b da questão 8.1, os educandos manusearam um globo terrestre a fim de identificarem as localidades contidas no gráfico. Não houve nenhuma dificuldade em responder a questão 8.2.

Quando a educadora levou o globo para a sala de aula, pode perceber a falta de familiaridade de alguns educandos com a geografia da Terra. A fala de uma educanda revelou a sua dificuldade em localizar o Brasil no globo, a fala de outra mostrou a confusão entre o Brasil e a América do Sul.

5.3.9 Relato da Atividade 9: Constituição e origem do Sistema Solar

Os objetivos desta atividade foram: conhecer a principal teoria de formação do

Sistema Solar, assim como os astros que o compõe; conhecer as características que diferenciam planetas, planetas-anões, satélites (naturais e artificiais), asteroides e cometas; reconhecer a Unidade Astronômica como uma unidade utilizada para medir distâncias grandes e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

No primeiro momento, as turmas fizeram a leitura do texto introdutório. A educadora pediu a eles que se atentassem aos diferentes tamanhos dos planetas e à disposição das órbitas planetárias apresentadas na Figura 28 do *Guia do Educando*. Posteriormente, a educadora fez uma exposição do conteúdo utilizando um retroprojetor, em que mostrou imagens dos planetas e as principais características de cada uma deles. Os educandos também assistiram a um vídeo que compara o tamanho dos astros que compõem o Sistema Solar, bem como o de outras estrelas além do Sol. Posteriormente as turmas leram o texto “Os planetas”; foram feitas pequenas pausas nas quais a educadora enfatizou que as órbitas planetárias são elípticas e, com o objetivo de mostrar a diferença entre um círculo e uma elipse, construiu as duas figuras geométricas no quadro-negro utilizando fita adesiva, barbante e giz. A partir da elipse feita no quadro, apresentou os conceitos de eixo-maior e o eixo-menor da elipse, bem como o significado e a definição matemática de excentricidade. Também calculou a excentricidade da elipse construída, para isso mediu os respectivos eixos maior e menor com uma régua de madeira.

Para que os educandos construíssem suas próprias elipses e calculassem a excentricidade das mesmas (questão 9.2) foi entregue a eles papel A4 branco, pedaços de barbante e régua. Depois de construídas, compararam suas elipses com as dos colegas, observando a relação entre o valor da excentricidade e o achatamento das mesmas. A seguir, foi feita a leitura do texto “Planetas Anões, Cometas, Asteroides e Meteoroides”, com pausas para explicações. Para entender a origem do Sistema Solar, os educandos leram um pequeno texto intitulado “Formação do Sistema Solar” e posteriormente assistiram a uma animação que a reconstituía. Ao final da aula, a educadora pediu que as turmas se organizassem para fazer a investigação sugerida na questão 9.3.

Durante as exposições feitas sobre o Sistema Solar (leituras, vídeos e apresentação de *slides*), ficou claro que o tema era uma novidade. A partir das afirmações feitas pela turma, pode-se perceber que os educandos acreditavam que os planetas possuem aproximadamente o mesmo tamanho, assim como a Lua e o Sol; que as distâncias entre um planeta e o seu sucessor não variam muito; que todos os planetas possuem superfície sólida e que a Terra é o único planeta em que existe água. Os educandos pareceram bastante surpresos ao perceberem que essas ideias estavam erradas.

Com relação à investigação sugerida na questão 9.3, a educadora estabeleceu um prazo de três semanas para o início das apresentações. Não houve apresentações na turma da noite, pois nenhum grupo se organizou para isso. No turno do dia as apresentações foram um tanto conturbadas, muitos educandos não puderam participar, pois a escola estava promovendo um mutirão de limpeza, mas ainda assim, aconteceram quatro das cinco apresentações previstas.

O grupo de educandos (três componentes) que ficou com o tema *Exploração do Sistema Solar* parece não ter entendido muito bem a proposta e não elaboraram uma questão a ser investigada. O trabalho apresentado abordou a corrida espacial e o grupo construiu uma maquete do satélite artificial, Sputnik, para levar para a sala de aula.

O grupo de educandas (quatro componentes) que escolheu o tema *Planetas Rochosos* elaborou a seguinte pergunta **“Qual a diferença na temperatura da superfície de Mercúrio entre o lado de frente para o Sol e o lado oposto a ele?”**. As educandas apontaram a proximidade de Mercúrio ao Sol e a fina atmosfera do planeta como fatores que contribuem para a enorme variação de temperatura (-182°C à 427°C).

As perguntas **“Somos nós as únicas criaturas no Universo que pensam sobre a sua origem e evolução ou existiriam outras formas de vida inteligente entre as estrelas?”** e **“Existe vida em outros planetas?”** foram formuladas pelo

grupo de educandos (quatro componentes) que escolheu o tema *Outros Sistemas Solares*. Os educandos fizeram uma boa apresentação e apesar de não terem respondido à pergunta formulada no trabalho escrito, fizeram um debate em sala de aula e esclareceram que não sabemos se existe vida inteligente fora da Terra, que até hoje não a contactamos e que, caso exista, estariam a uma enorme distância de nós, o que dificultaria um possível contato.

O grupo de educandos (cinco componentes) que optaram pelo tema *Planetas Gasosos* elaborou as seguintes perguntas “**Se estes planetas são gasosos, então não há uma superfície dura, sólido, como nós aqui na Terra?**”, “**Se são gasosos como conseguiram atrair para si as luas e como conseguem mantê-las?**” e “**Se são gasosos como conseguem ter um campo magnético tão forte, como é o caso de Júpiter?**”. Os educandos parecem achar que para exercer força gravitacional, é necessário ser sólido ou ainda, que por ser gasoso Júpiter possui pouca massa. O grupo não respondeu às perguntas corretamente; ao lerem na internet sobre o intenso campo magnético de Júpiter, atribuíram ao campo magnético a força que mantém coesa a atmosfera do planeta e as suas luas em órbita.

Embora as apresentações tenham sido ricas, através de uma rápida busca na internet é possível perceber que a maior parte dos textos entregues, e até mesmo algumas perguntas, são cópias. Acreditamos que esse tipo de atitude é um empecilho no desenvolvimento das competências, principalmente aquelas derivadas do eixo *Ler e escrever* e que devemos pensar em novas maneiras de ensinar e outros tipos de atividade que estimule a iniciativa de produzir textos próprios.

5.3.10 Como podemos prever a localização dos planetas?

Conhecer as características da época em que Kepler viveu e as suas crenças pessoais, relacionando-as ao desenvolvimento das Três Leis de Kepler para o movimento planetário, bem como compreender estas últimas, foram os objetivos desta atividade.

Em um primeiro momento, a turma leu o texto introdutório em conjunto e assistiram aos vídeos indicados na questão 10.1, que abordam a vida de Kepler e são parte da série de televisão, Cosmos, produzida por Carl Sagan. Em seguida, a educadora questionou a turma quanto à possibilidade das crenças de Kepler terem influenciado o desenvolvimento de suas teorias, com o intuito de provocar um debate com a turma. Foram destinados 15 minutos para os educandos responderem essa questão (10.2). Posteriormente a educadora apresentou as Três Leis de Kepler utilizando uma simulação que permitia perceber: a relação entre excentricidade e a distância entre o centro da elipse e um de seus focos; a relação entre a distância do planeta ao Sol e a velocidade daquele; e a correspondência entre o raio médio da órbita e período orbital. Posteriormente a educadora anotou as Três Leis de Kepler no quadro-negro e apresentou os conceitos de afélio e periélio aos educandos. A análise das tabelas 3 e 4 do Guia do Educando foi feita pela educadora junto aos educandos. Ao final da aula, foram discutidas com a turma outras aplicações para as Leis de Kepler, além da descrição do movimento dos astros. Ao observarem a Figura 39 do Guia do Educando, um estudante questionou o fato de Marte possuir calotas polares como a Terra.

Houve um debate em sala de aula sobre a vida de Kepler, em que a educadora instigou a turma a imaginar se hoje em dia também é possível que os cientistas sejam influenciados por suas crenças durante o desenvolvimento de suas teorias. Ao serem apresentados às Leis de Kepler, os educandos pareciam um tanto preocupados com as expressões matemáticas introduzidas.

5.3.11 Relato da Atividade 11: Viagem interplanetária.

O principal objetivo dessa atividade é aplicar as Leis de Kepler, em particular, para descrever o deslocamento de uma sonda espacial lançada do planeta Terra com destino à Marte.

A educadora introduziu a atividade à turma, explicando que os principais

objetivos seriam: encontrar o tempo gasto para que uma nave que sai da Terra chegue à Marte e encontrar o tempo decorrido entre o envio de sinais da nave, quando a nave se encontra em solo marciano, e a recepção dos mesmos na Terra. Antes de começar a calcular, foi necessário fazer uma série de ponderações. Primeiramente a educadora esclareceu que após escapar da Terra, o movimento da nave espacial é regido somente pela força gravitacional. Posteriormente, a educadora demonstrou no quadro-negro como encontrar o valor da constante k e explicou que o periélio da trajetória da nave espacial é a órbita terrestre e o afélio da sua trajetória é o periélio da órbita marciana.

Em seguida, a educadora resolveu o exemplo 11.1 no quadro-negro e pediu aos educandos que resolvessem às questões 11.2 à 11.8 em dupla, auxiliando-os à medida em que era necessário. Surgiram muitas dúvidas e foi preciso fornecer uma breve explicação de cada questão. O fato de praticamente todas as questões envolverem cálculos, aumentou em muito o grau de dificuldade da atividade. Ficou como tema de casa as questões 11.9 e 11.10. Na aula seguinte a educadora corrigiu todas as questões no quadro-negro e discutiu as últimas descobertas da *Mars Express*.

Os educandos se envolveram bastante na atividade, discutindo entre si e levantando questões. Entender o significado de cada variável, bem como fazer operações básicas de matemática, como elevar ao quadrado ou elevar ao cubo, não foram triviais para os educandos. Esses apresentaram ainda a concepção alternativa de que a nave espacial gastaria menos combustível se a sua trajetória fosse uma linha reta. Expliquei que fazendo uma trajetória curva, a nave aproveitaria a força gravitacional do Sol para chegar ao seu destino.

5.3.12 Relato da Atividade 12: Quais fatores influenciam na intensidade da Força Gravitacional?

Esta atividade teve como principal objetivo aprofundar o conceito de força gravitacional, buscando evidenciar a relação entre a força e a massa dos corpos envolvidos, bem como diferenciar os conceitos de peso e massa.

A atividade teve início com a leitura da tirinha da questão 12.1, foi solicitado aos educandos que respondessem aos itens a, b, c e d dessa questão para fazer um levantamento das ideias prévias relacionadas à força gravitacional. No item a, grande parte dos educandos respondeu corretamente que foi a força gravitacional que impediu o menino maluquinho de levantar voo. No item b, os educandos forneceram uma resposta simplificada, do tipo “A bolinha subiu e desceu.” A educadora fez então uma descrição mais detalhada do movimento da bolinha. No item c, vários educandos apresentaram a concepção alternativa de que a força gravitacional é provocada pela atmosfera; assim, a Lua não possui gravidade por não possuir atmosfera. Após discutir essas concepções, buscando contra argumentá-las, as turmas leram o texto “Peso x Massa”, que encerra com a proposta de uma investigação. Antes de começar a atividade investigativa, a educadora apresentou o dinamômetro à turma, ensinando como utilizá-lo e quais as suas unidades de medida (Kgf e N). Posteriormente, pendurou um saco de pipoca no dinamômetro, pedindo aos educandos que respondesse os itens a e b da questão 12.2.

Em um segundo momento, os educandos se organizaram em quatro grupos, cada grupo recebeu cinco objetos, que correspondiam a saquinhos de alimentos e mediram o peso dos objetos com o dinamômetro, preenchendo a tabela do item c da questão 12.3. Antes de iniciarem a construção de gráficos, a autora explicou como marcar os pontos e traçar a reta, frisando a importância de colocar o nome das grandezas em cada eixo, assim como, as suas unidades de medida. Em seguida, os educandos responderam aos itens d, e, f e g da questão 12.2.

Em um terceiro momento, a turma assistiu e discutiu o vídeo da questão 12.3,

que apresenta uma filmagem feita durante a missão Apollo 11, em que os astronautas jogam objetos para cima. Após o vídeo os itens a e b da questão 12.3 foram discutidos e respondidos. A aula finalizou com a leitura e discussão da tirinha 12.4.

Durante essa aula a participação dos educandos foi grande, já que precisavam realizar medidas e construir gráficos; a educadora funcionou como uma mediadora, auxiliando os grupos. Mostrar essa filmagem foi interessante para que alguns educandos se convencessem de que a Lua possui campo gravitacional.

5.3.13 Relato da Atividade 13: Campo gravitacional x distância

Essa atividade teve como principal objetivo aprofundar o conceito de força gravitacional, buscando evidenciar a relação entre essa grandeza e a distância entre os corpos envolvidos, bem como apresentar o conceito de campo gravitacional.

Em um primeiro momento a educadora introduziu o conceito de campo gravitacional, fazendo a seguinte comparação: assim como a luz emitida pelo Sol demora cerca de 8 minutos para atingir a superfície da Terra, se o Sol sumisse de repente, levariam também 8 minutos para a Terra sair de órbita. É claro que a educadora alertou à turma que essa situação é imaginária. Essa “coisa” que viaja pelo espaço levando a informação de que existe um corpo massivo capaz de exercer atração gravitacional é o chamado campo gravitacional. Após essa breve explanação, os educandos leram o texto introdutório e responderam à questão 13.1, na qual citaram algumas interações gravitacionais mencionadas durante as aulas, como a interação Terra-Lua, as interações Sol-planetas e a interação Terra-pessoas. A turma continuou a leitura do texto, fazendo uma pequena pausa para a educadora explicar a Tabela 5 do Guia do Educando, em que é possível perceber a dependência do campo gravitacional com a massa que o gera e a distância ao centro dessa massa. As questões 13.2 e 13.4 foram discutidas com os educandos que se manifestaram. As ideias corretas foram anotadas no quadro-negro. A educadora fez uma introdução às atividades práticas, explicando que utilizaríamos a proposição de que campo

gravitacional e luz possuem naturezas parecidas, para descrever o campo gravitacional a partir da observação de uma fonte de luz.

A educadora fixou uma grande folha de papel branco no quadro-negro e a partir de demonstrações feitas com a lanterna, a turma respondeu às questões 13.5 à 13.9, correspondentes as *Observações Quantitativas*. Para responder às questões propostas em *Observações Qualitativas*, a educadora forrou a mesa com folhas de papel e pediu a ajuda de dois educandos para fazer marcações que permitissem medir o diâmetro da superfície iluminada, conforme ela afastava a lanterna da mesa. Com as marcações feitas foi possível preencher a tabela da questão 13.10. Foi necessário preencher toda a tabela com os educandos, pois ainda não sabiam calcular a área do círculo. A educadora atribuiu um tempo para que os educandos respondessem as questões 13.10 a 13.12 e posteriormente as corrigiu. As conclusões da atividade (questões 13.13 e 13.14) foram discutidas e escritas pela educadora no quadro-negro.

A atividade teve grande participação devido ao seu caráter experimental. A falta de um bom aparato experimental dificultou as medidas e provocou erros nos valores obtidos, que foram discutidos com a turma. O primeiro fator de erro foi realizar as medidas com um educando segurando a lanterna; mesmo que tenha se esforçado para manter a distância entre a lanterna e a mesa fixa durante uma medição, era imprescindível que se movesse. O segundo erro notável aconteceu em decorrência da lente da lanterna que desviava a sua trajetória e reduzia a área a ser medida. Para uma segunda aplicação, seria interessante que a fonte fosse o mais pontual possível e livre de lentes.

5.3.14 Relato da atividade 14: A importância do Sol e o seu ciclo de vida

Entender de onde vem a energia produzida pelo Sol, como os elementos químicos são formados e a causa das estações do ano são os objetivos desta atividade.

Em um primeiro momento, a educadora perguntou para a turma “Alguém saberia explicar porque ocorrem as estações do ano?”. Apesar de ser um assunto muito familiar, nenhum educando respondeu corretamente, sendo que os únicos que se manifestaram indicaram a variação da distância Terra-Sol como a causa das estações do ano.

Em um segundo momento, a educadora realizou, com a turma, a leitura do texto “Por que ocorrem as estações do ano?”. A explicação para o fenômeno foi complementada através do manuseio de uma maquete que possuía uma lâmpada no meio (representando o Sol) e quatro bolas de isopor (representando a Terra nas posições de equinócio e solstício). A maquete permitia observar como a inclinação do eixo de rotação terrestre provoca o aquecimento não uniforme da Terra no decorrer do ano. Na maquete estavam indicadas as posições de solstício e equinócio, bem como as datas em que ocorrem. Para mostrar com mais detalhes como a região iluminada pelo Sol varia enquanto a Terra translada, a educadora também utilizou uma animação própria para entender as estações do ano. Na animação havia um boneco que foi posicionado na latitude $-30,0^\circ$. A educadora questionou os educandos quanto a diferença de horas iluminadas e não iluminadas na região em que se encontra o boneco, facilmente notada na simulação, e apontou o polo norte e o polo sul como regiões extremas, onde podem ocorrer 24 horas de luz ou 24 horas de noite. Para finalizar a atividade, a educadora ressaltou que essa diferença na iluminação não está relacionada à pequena variação na distância Terra-Sol, argumentando que a variação na distância Terra-Sol não poderia explicar as estações do ano porque quando é inverno no hemisfério sul, é verão no hemisfério norte e vice-versa. A educadora pediu aos educandos que respondessem com suas próprias palavras, à questão 14.1; posteriormente alguns educandos leram suas respostas e a educadora teceu alguns comentários.

No terceiro momento, a turma fez a leitura do texto “De onde vem a energia fornecida pelo Sol?”, que aponta o Sol como uma fonte esgotável de energia. A ideia de que o Sol é eterno era recorrente entre os educandos. Ao perceberem que o Sol é movido a um combustível, o Hidrogênio, e que um dia vai acabar, houve inúmeras manifestações por parte dos educandos, que questionavam: “O Sol vai morrer?”,

“Quando isso vai acontecer?”, “O que vai acontecer com a Terra?” e “O que vai acontecer com o ser humano?”. A educadora tentou tranquilizá-los, explicando que a morte do Sol chegaria somente daqui a 5 bilhões de anos, mas não funcionou, pois pareciam querer salvar também as gerações futuras. O texto também possibilita explicar aos educandos entender como os cientistas sabem que as estrelas nascem, vivem e morrem, pois conta a história da nebulosa do Carangueijo que surgiu a partir da morte de uma estrela, evento registrado pelos chineses em 1054.

A aula foi praticamente expositiva, ainda assim houve grande participação dos educandos que interagiram com a educadora durante a apresentação da maquete, a manipulação da simulação e a leitura do texto.

5.3.15 relato da Atividade 15: O que vai acontecer com o Sol?

O objetivo dessa atividade foi mostrar que o Sol, assim como as outras estrelas, possui um ciclo de vida, passando por diferentes estágios de evolução.

A educadora fez uma apresentação de *slides* que mostra as estrelas em diferentes fases de evolução, explicando o que caracteriza a Sequência Principal e indicando a posição do Sol nessa sequência. Posteriormente, a turma fez a leitura das tabelas 6 e 7 do Guia do Educando, que apontam as características de uma estrela como o Sol e as características de uma estrela mais massiva que o Sol. A interpretação da Figura 51 do *Guia do Educando*, que esquematiza o ciclo de evolução estelar para estrelas com massas parecidas e para estrelas com massas superiores a do Sol, foi feita pela educadora com a colaboração da turma. Após a leitura e discussão dos textos, a educadora cedeu um tempo para que elaborassem a resposta da questão 15.1⁷.

Nesta atividade os educandos se mostraram bastante curiosos para saber

7 O enunciado da questão 15.1 diz: “A partir da leitura das Tabelas 6 e 7 e da interpretação da Figura 51, escreva um pequeno texto, que aborde a origem, vida e destino do Sol. Procure utilizar as suas próprias palavras e ideias para expressar como será a evolução do Sol.”

sobre o que vai acontecer com o Sol, novamente se mostraram preocupados com o seu fim. Saber que ao chegar no estágio de Gigante Vermelha, o Sol sofreria uma expansão que o levaria a engolir Mercúrio e Vênus e talvez até a Terra, ou pelo menos aqueceria nosso planeta de modo a evaporar toda a água existente pareceu aterrorizante para os educandos. Infelizmente, a produção de texto não ocorreu como o combinado; boa parte do educandos copiaram trechos do Guia do Educador para responder à pergunta 15.1.

A aplicação da proposta foi muito rica e mostrou o quão desafiador é o desenvolvimento de competências pelos educandos. Levar atividades diferenciadas e abordar temas estimulantes resulta em um maior interesse dos estudantes pela aula, entretanto o costume com aulas em que se comportam como aprendizes passivos exige do educador e dos educandos muito empenho. No próximo capítulo faremos a avaliação da proposta aqui apresentada.

6 AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

A proposta foi avaliada a partir de uma análise qualitativa, constituída por uma avaliação geral da proposta e das questões dissertativas dos pré e pós-testes, e por uma análise quantitativa, elaborada a partir da ponderação dos acertos e dos erros obtidos pelos educandos nas questões de múltipla escolha nos pré e pós-testes. O pré-teste foi dividido em duas partes devido à grande quantidade de questões. A primeira parte, disponível no Apêndice B, foi aplicada no dia 05/03/2010 e a segunda parte, disponível no Apêndice C, foi respondida no dia 25/06/2010. As questões do pós-teste foram distribuídas em três avaliações trimestrais, aplicadas nos dias 21/05/2010, 03/09/2010 e 03/12/2010. O pré-teste pretendeu medir o conhecimento geral dos estudantes com relação ao conteúdo que os PCN+ e as Lições do Rio Grande propõem que sejam tratados no tema estruturador “Universo, Terra e vida”. Para nortear a construção das questões do teste nos baseamos nas seguintes perguntas:

O educando ...

1. ... sabe que a sucessão do dia e da noite acontece devido o movimento de rotação da Terra?
2. ... sabe por que a Lua possui fases?
3. ... entende as estações do ano como um fenômeno que tem como causa principal a inclinação do eixo de rotação terrestre e o seu movimento de translação?
4. ... sabe o que são e como acontecem os eclipses solar e lunar?
5. ... conhece as teorias e modelos atuais propostos para explicar a origem e a constituição do Universo?
6. ... conhece como os astrônomos investigam a composição e origem do Universo?
7. ... compreende as interações gravitacionais?
8. ... reconhece ordens de grandeza de medidas astronômicas?
9. ... reconhece a presença da vida humana como uma consequência das condições químicas, físicas e biológicas do nosso planeta?
10. ... é capaz de discutir a possibilidade de vida fora da Terra?
11. ... percebe a influência dos modelos explicativos do Universo na vida humana e vice-versa?
12. ... é capaz de produzir uma argumentação concisa ao responder uma questão?

13. ... é capaz de resolver um problema simples a partir da interpretação de informações fornecidas?

Norteadas por estas indagações, o pré-teste é constituído de questões objetivas (grande parte de múltipla escolha e uma de realização de cálculos) e de questões abertas (textuais e de interpretação de gráfico).

A análise do pré-teste e do pós-teste englobou as duas turmas, a diurna e a noturna. Devido à infrequência e alta evasão escolar, nem todos os educandos que responderam ao pré-teste (48 na primeira parte do pré-teste e 44, na segunda), compareceram às provas trimestrais e responderam ao pós-teste. Por isso, a análise comparativa foi feita utilizando apenas as respostas dos educandos que responderam a todas as avaliações e todas as partes dos pré e pós-testes, que correspondem a um total de dezesseis educandos, dos quais oito frequentavam a turma diurna e oito frequentavam a turma noturna.

Fizeram parte do pós-teste, as questões 2 à 9 referentes à primeira parte do pré-teste e as questões 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15 e 16 referentes à segunda parte do pré-teste. As questões 3, 7 e 11 da primeira parte do pré-teste e a Questão 1, da segunda parte do pré-teste, são discursivas.

A Questão 11 (primeira parte) teve como objetivo avaliar a interpretação de gráfico. Para verificar se os estudantes avançaram, elaboramos uma outra questão para o pós-teste, constituída por um gráfico que julgamos ter maior grau de dificuldade. Essa questão está disponível no Apêndice D.

As questões 1 e 12 da primeira parte do pré-teste não foram reaplicadas, pois as teorias científicas que tentam explicar a origem da vida pouco foram discutidas em sala de aula e os conceitos de matéria escura e energia escura não foram abordados. Igualmente, as questões 11 e 14 da segunda parte do pré-teste não foram reaplicadas, pois apesar de o assunto *Possibilidades de vida fora da Terra* ter sido discutido em alguns momentos como curiosidade e durante a apresentação de

trabalhos da turma diurna, não houve uma atividade centralizada nesse tema.

A causa das marés, abordada na Questão 14 da segunda parte do pré-teste, foi apresentada em sala de aula durante a Atividade 5, na qual os educandos apontaram as marés como um fenômeno influenciado pelas fases lunares, entretanto, não houve aprofundamento no assunto.

6.1. ANÁLISE QUALITATIVA

A análise qualitativa⁸ é apresentada em duas partes: a primeira é uma avaliação geral da proposta e a segunda se refere à análise das questões dissertativas do pré-teste. A análise geral da proposta tem como objetivo evidenciar o grau de consonância das atividades aplicadas com as Lições do Rio Grande. Para isso, classificamos as atividades nos seguintes eixos: “Representação e Comunicação”, “Investigação e Compreensão” e “Representação Sociocultural”. As atividades que permeiam mais de um eixo foram classificadas naquele que julgamos ter sido o mais contemplado pela atividade.

6.1.1 Avaliação Geral da Proposta

(a) Representação e Comunicação

As atividades que mais se aproximam deste eixo são as de número 1, 2, 4, 6, 8, 14 e 15. O Quadro 10 indica como essas atividades se relacionam ao eixo Representação e Comunicação.

⁸ O emprego da expressão "análise qualitativa" não tem a pretensão de caracterizá-la como tendo sido conduzida à luz de alguma das consagradas metodologias de pesquisa qualitativa da área de Pesquisa em Ensino de Ciências, mas tão somente de caracterizá-la como uma análise em que o foco não foi quantitativo.

Quadro 10: Relação das atividades (coluna da esquerda) que têm maior relação com o eixo de Representação e Comunicação, pelas razões apontadas na coluna da direita.

Atividades	Relação com o eixo Representação e Comunicação
Atividade 1 Qual é a sua localização no Universo?	A leitura é essencial para que os educandos se apropriem de conceitos físicos como planeta-anão, asteróide, cometa, galáxia, Via Láctea, aglomerado estelar, superaglomerados, ano-luz e minuto-luz a partir da leitura e discussão do texto introdutório.
Atividade 2 O que é grande? O que é pequeno?	São trabalhados os conceitos de ordem de grandeza e notação científica, bem como a maneira de utilizá-los; dessa forma o educando começa a conhecer a Física como constituída, também, de linguagem matemática.
Atividade 4 O Universo é estático ou dinâmico?	Os educandos são divididos em grupos para ler e interpretar textos e, posteriormente, responder às perguntas propostas para cada grupo no quadro-negro. Dessa forma, é esperado que expressem escrita e oralmente suas interpretações, argumentando cientificamente.
Atividade 6 Intervalos de tempo entre as fases da Lua e o período de luação?	Baseada na interpretação de gráficos, permite que os educandos estabeleçam relações entre as informações fornecidas pelo gráfico e alguns dos conceitos aprendidos na Atividade 5.
Atividade 8 Previendo eclipses solares	Baseada na interpretação de representações não textuais, uma imagem e um gráfico, permite que os educandos estabeleçam vínculos entre as informações fornecidas por essas representações e alguns dos conceitos aprendidos na atividade anterior.
Atividade 14 A importância do Sol e o seu ciclo de vida	A leitura e interpretação de texto são fundamentais para que o educando se aproprie de conceitos físicos essenciais para entender de onde vem a energia produzida pelas estrelas. Além disso, a partir de uma demonstração feita pela educadora, os educandos devem expressar, utilizando linguagem científica, suas próprias conclusões sobre o porquê ocorrem as estações do ano.
Atividade 15 O que vai acontecer com o Sol?	Os educandos devem expressar, a partir de uma aula expositiva e do texto disponibilizado na atividade, suas próprias conclusões sobre que fim terá o Sol.

As figuras 2 à 5 são imagens das respostas colocadas pelos estudantes no quadro-negro durante a Atividade 4.

Figura 2. Resposta dos educandos à questão “O que são galáxias?”

Figura 3. Resposta dos educandos à questão "O que é o deslocamento da luz para o vermelho?"

Figura 4. Resposta dos educandos à questão " O que é o deslocamento da luz para o vermelho?"

Figura 5. Resposta dos educandos à questão "Qual é a relação entre a Lei de Hubble e a teoria do Big Bang?". Os educandos completaram a resposta no lado esquerdo do quadro-negro.

(b) Investigação e Compreensão

As atividades que mais se aproximam deste eixo são as de número 7, 9, 12 e 13. O Quadro 11 indica como essas atividades se relacionam ao eixo Investigação e Compreensão.

Quadro 11: Relação das atividades (coluna da esquerda) que têm maior relação com o eixo de Investigação e Compreensão, pelas razões apontadas na coluna da direita.

Atividades	Relação com o eixo Investigação e Compreensão
<p>Atividade 7 Por que ocorrem os eclipses?</p>	<p>Baseada na investigação de uma situação-problema através da manipulação de uma maquete e da observação de uma demonstração. Para resolver a situação-problema, os educandos levaram em consideração alguns aspectos importantes (alinhamento dos astros, fase lunar, inclinação da órbita da Lua em relação ao plano orbital da Terra) para entendê-la.</p>
<p>Atividade 9 Constituição e origem do Sistema Solar</p>	<p>Os educandos foram desafiados à formular perguntas relevantes sobre o Sistema Solar, buscar informações em fontes confiáveis para responder à essas questões e elaborar um texto para comunicar os resultados da pesquisa. Além disso, apresentaram seu trabalho para a turma.</p>
<p>Atividade 12 Quais fatores influenciam na intensidade da força gravitacional?</p>	<p>A investigação de qual é a relação existente entre o peso de um objeto na Terra, a aceleração gravitacional terrestre e a massa do mesmo foi o objetivo desta atividade. Para isso, os educandos organizaram os dados em tabelas e construíram gráficos. A situação investigada foi extrapolada para a Lua, onde puderam comparar o campo gravitacional terrestre com o lunar através da interpretação de um vídeo.</p>
<p>Atividade 13 Campo gravitacional x distância</p>	<p>Os educandos investigaram a relação existente entre o campo gravitacional provocado por um corpo e a distância até esse corpo. Para isso, construíram tabelas e estabeleceram relações de proporcionalidade através da comparação entre a natureza do campo gravitacional e a natureza da luz. Ao final da atividade, estabeleceram um modelo de proporcionalidade relacionando as duas grandezas.</p>

As figuras 6 à 8 ilustram os educandos investigando a questão “Por que ocorrem os eclipses?”, proposta na Atividade 7. Um dos textos escritos para responder à essa pergunta é apresentado na Figura 9.

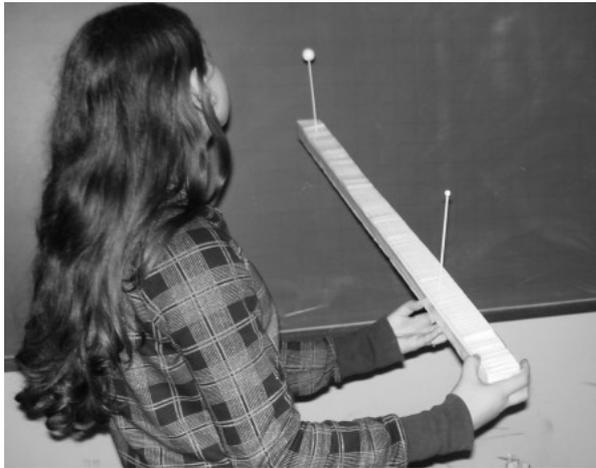


Figura 6. A educanda manipula uma maquete para projetar a sombra da Lua na Terra.



Figura 8. O educando projeta a sombra da Lua na Terra, simulando um eclipse solar.



Figura 7. Uma lâmpada incandescente, posicionada no centro da sala de aula, representa o Sol.

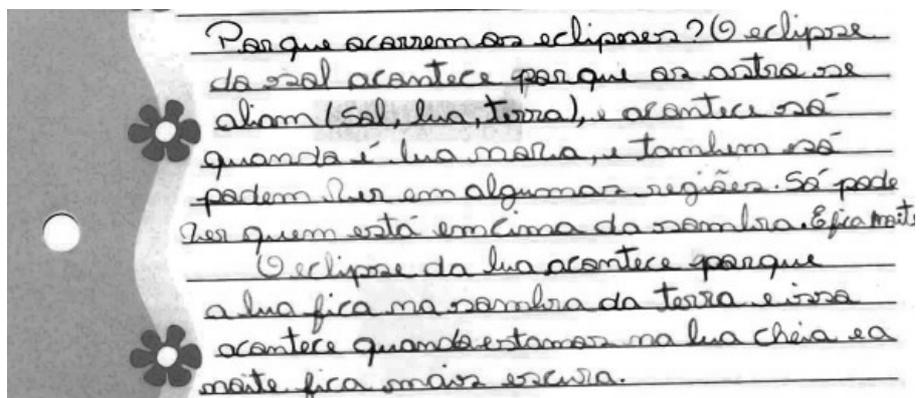


Figura 9. Texto escrito por uma educanda para explicar o porquê dos eclipses.

(c) Representação Sociocultural

As atividades que mais se aproximam deste eixo são as de número 3, 10 e 11. O Quadro 12 indica como essas atividades se relacionam ao eixo Representação Sociocultural.

Quadro 12: Relação das atividades (coluna da esquerda) que têm maior relação com o eixo de Representação Sociocultural, pelas razões apontadas na coluna da direita.

Atividades	Relação com o eixo Representação Sociocultural
Atividade 3 O estudo do Universo é considerado ciência?	Direciona, através da leitura e interpretação de texto, o educando a perceber que algumas questões que a Ciência tenta responder são comuns à outros saberes e práticas.
Atividade 5 Por que ocorrem as fases da Lua?	Embora esta atividade também esteja sobremaneira vinculada ao eixo Investigação e Compreensão, destacamos aqui o seu caráter sociocultural, pois ela permitiu discutir aspectos do senso comum, veiculados ao contexto sociocultural dos educandos, a partir de uma perspectiva científica.
Atividade 10 Como podemos prever a localização dos planetas?	Permite ao educando perceber que a ciência como uma construção humana e que seu desenvolvimento é atrelado ao contexto social e cultural de uma determinada época.
Atividade 11 Viagem interplanetária	Propõe uma situação-problema ao educando em que ele deve entender alguns detalhes da viagem feita por uma sonda espacial lançada para Marte. Para ser resolvida, a situação-problema exige uma representação simbólica que envolve a utilização das Leis de Kepler e o entendimento de alguns conceitos físicos e matemáticos como período, raio orbital médio (ou semi eixo maior da elipse), afélio e periélio, envolvendo a interpretação de uma situação real a partir de uma teoria física, além disso, discute alguns dos resultados encontrados pela <i>Mars Express</i> .

As figuras 10 à 12 mostram algumas das respostas fornecidas pelos educandos ao serem questionados sobre quais características de Kepler e de sua época favoreceram o desenvolvimento de suas teorias e quais destas foram um empecilho.

a) No século XVI e XVII, Kepler, um grande estudioso, de queria saber a velocidade das movimentações dos planetas. A teoria de Kepler era que os planetas mais próximos do Sol se movimentavam mais rapidamente e os mais afastados.

b) A fé de Kepler dificultou seus estudos, pois ele acreditava que Deus havia feito tudo com perfeição. A razão interessava-se de tudo dificultava...

se de tudo dificultava... Também os estudos de Kepler. Na época, as autoridades das igrejas católicas eram ordenadas a entrar nas casas dos moradores e ordenar as pessoas a queimas todas as livros que contradiziam a Bíblia da Igreja Católica e os que não queimavam eram mortos.

Figura 12. Texto produzido por uma dupla de educandos durante a Atividade 10.

Como complemento à Atividade 5, os educandos observaram a Lua durante um mês e desenharam seu aspecto, anotando a data e horário das observações. A Figura 13 é um registro dos aspectos da Lua feito por uma das educandas.

Os quadros e figuras apresentados nesta seção nos permitem afirmar que as atividades propostas estão em consonância com as Lições do Rio Grande, embora nem todas as competências específicas, originadas do cruzamento dos três eixos com as competências básicas, tenham sido abordadas.

Para o desenvolvimento das competências pertencentes ao eixo Representação e Comunicação, é necessário que os educandos percam o medo de

falar em público e se desafiem a escrever seus próprios textos. Esses dois aspectos são difíceis de serem desenvolvidos. Na maioria das atividades envolvendo a produção de textos, os educandos copiavam trechos dos textos introdutórios ou da *internet* e pareciam muito inseguros ao expor os textos produzidos em sala de aula. Uma atitude da educadora que contribuía com os educandos, nesse sentido, era ajudá-los a organizar as ideias e fatos disponíveis antes de eles começarem a escrever. Nas atividades investigativas que envolviam a observação e/ou manipulação de experimentos, em que geralmente os educandos trabalhavam em grupo, era notável o empenho deles e a colaboração constante entre os colegas de um mesmo grupo e entre os grupos.

Pudemos perceber durante o decorrer das atividades que houve um crescimento na participação dos educandos. Nas primeiras aulas, eles pareciam um tanto dispersos e ao final da aplicação da proposta já estavam mais adaptados à dinâmica do *Ensino por Investigação*. A quantidade de educandos presentes em cada turma foi um diferencial na dinâmica das aulas. Em todas as atividades foi necessária a presença constante da educadora guiando os grupos e na turma 103, com muito mais educandos que a turma 102, muitas vezes os grupos perdiam muito tempo esperando as orientações da educadora.

O desenvolvimento de competências demanda tempo e sua avaliação é complexa. Nos deteremos na próxima subseção a avaliar as questões discursivas respondidas nos pré e pós-teste.

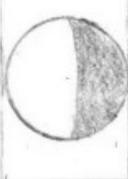
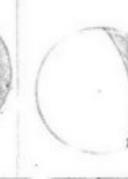
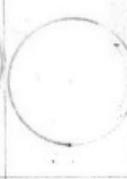
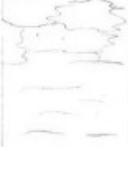
15/06/10	16/06/10	17/06/10	18/06/10	19/06/10	20/06/10	21/06/10	22/06/10	23/06/10
HORA:17:55	HORA:17:11	HORA:18:45	HORA:19:01	HORA:19:08	HORA:20:19	HORA:20:55	HORA:21:09	HORA:22:33
								
24/06/10	25/06/10	26/06/10	27/06/10	28/06/10	29/06/10	30/06/10	01/07/10	02/07/10
HORA:18:31	HORA:17:09	HORA:21:29	HORA:19:46	HORA:20:37	HORA:22:10	HORA:20:13	HORA:06:48	HORA:07:47
					Não tinha lua	Não tinha lua		
03/07/10	04/07/10	05/07/10	06/07/10	07/07/10	08/07/10	09/07/10	10/07/10	11/07/10
HORA:18:43	HORA:22:27	HORA:07:17	HORA:18:11	HORA:19:21	HORA:20:33	HORA:17:18	HORA:18:15	HORA:17:32
Não tinha lua.	Não tinha lua		Não tinha lua			Não tinha lua	Não tinha lua	Não tinha lua

Figura 13. Registro do aspecto lunar feito por uma educanda durante um mês durante a Atividade 5.

6.1.2 Análise das questões discursivas dos pré e pós-teste

Nesta subseção, as respostas dos educandos aos pré e pós-testes são apresentadas com o objetivo de compará-las. As respostas foram transcritas fielmente dos testes e possuem inúmeros erros gramaticais. Não nos ateremos a tais erros em nossa análise.

(a) Questão sobre a origem do Universo (Questão 3/ Apêndice B)

Esta questão (Figura 14) aborda a origem do Universo e se divide em três itens. O Quadro 13 apresenta as respostas fornecidas pelos educandos nos pré e pós-testes.

3. A respeito da origem do universo, responda:

a) Você conhece alguma teoria científica que explique como surgiu o Universo?

()sim ()não

b) Qual é o nome dessa teoria?

c) O que diz essa teoria?

Figura 14: questão 3 retirada da primeira parte do pré-teste (Apêndice B).

Quadro 13: Respostas fornecidas pelos educandos sobre a origem do Universo (Questão 3/ Apêndice B)

	Respostas apresentadas no pré-teste	Respostas apresentadas no pós-teste
E1	a) () sim (x) não b) c)	a) (x) sim () não b) Lei de Hubble. c) O universo está se expandindo.
E2	a) () sim (x) não b) c)	a) (x) sim () não b) Big Bang. c) Que as galáxias estão se afastando.
E3	a) () sim (x) não b) c)	a) (x) sim () não b) Big bang. c) Que tudo surgiu de uma explosão.
E4	a) () sim (x) não b) c)	a) (x) sim () não b) Big-Bang. c) Diz que em um tempo remoto toda matéria estava agrupada em um só lugar e numa expansão deu origem ao universo, e ele era quente e denso.
E5	a) () sim (x) não b) c)	a) (x) sim () não b) Big Bang c) É a expansão que deu origem ao universo inteiro.
E6	a) () sim (x) não b) c)	a) () sim (x) não b) Não sei. c) O que ela diz não sei porque não conheço.
E7	a) (x) sim () não b) Big bang. c) Que ouve uma explosão e assim se formou o universo.	a) (x) sim () não b) Big-bang. c) Que ouve uma expansão no universo.

E8	a) <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não b) Deus o criador. c) Que Deus criou o universo em 7 dias.	a) <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não b) A teoria do Big Bang. c) A teoria diz que primeiro veio a as galáxias e depois o nosso univerço.
E9	a) <input type="checkbox"/> sim <input checked="" type="checkbox"/> não b) c)	a) <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não b) O Big Bang. c) Que o universo começou em um ponto, onde era tudo unido.
E10	a) <input type="checkbox"/> sim <input checked="" type="checkbox"/> não b) c)	a) <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não b) Big Bang. c) Denso e quente o universo passou a se expandir e está em constante expansão.
E11	a) <input type="checkbox"/> sim <input checked="" type="checkbox"/> não b) c)	a) <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não b) Big bang c) Que tudo era um ponto, ou seja, terra, galáxias sol etc! Estavam tudo juntos.
E12	a) <input type="checkbox"/> sim <input checked="" type="checkbox"/> não b) c)	a) <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não b) A Teoria do Big Bang. c) Diz que o universo surgiu através de uma grande explosão.
E13	a) <input type="checkbox"/> sim <input checked="" type="checkbox"/> não b) c)	a) <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não b) Big Bang. c) Que foi uma expansão que criou o Universo e o que existe nele.
E14	a) <input type="checkbox"/> sim <input checked="" type="checkbox"/> não b) c)	a) <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não b) Hubble e Big Bang. c) Hubble que as galáxias estavam em expansão e com o tempo ela foi se afastando e Big Bang foi uma grande expansão gerando o universo.
E15	a) <input type="checkbox"/> sim <input checked="" type="checkbox"/> não b) Não sei. c) Não sei.	a) <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não b) Big Bang. c) É uma explosão que seu início a expansão do universo;
E16	a) <input type="checkbox"/> sim <input checked="" type="checkbox"/> não b) c)	a) <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não b) A teoria do Big-Bang. c) Diz que todo o Universo surgiu após uma enorme explosão conhecida como Big-Bang.

O Quadro 13 revela que apenas dois, dos 16 educandos, afirmaram, no pré-teste, conhecer alguma teoria científica que explicasse a origem do Universo. Destes, somente o Educando 7 apontou uma teoria realmente científica. É visível a evolução dos educandos no pós-teste, em que 15 dos 16 respondentes afirmaram conhecer uma teoria para o início do Universo e, destes, 14 mencionaram a teoria do Big Bang. Apesar de a Lei de Hubble e a teoria do Big Bang estarem sobremaneira relacionadas, podemos perceber que alguns estudantes confundiram esses conceitos.

Possivelmente isso possa ter ocorrido porque os dois conceitos foram apresentados em uma mesma atividade. Também houve equívoco de vários estudantes ao explicarem o Big Bang como uma explosão e não como uma expansão.

(b) Questão sobre a causa do movimento da Lua (Questão 7/ Apêndice B)

A Questão 7, enunciada no pré-teste como “Por que a Lua gira em torno da Terra?”, foi alterada para a aplicação do pós-teste com o objetivo de melhorar a sua compreensão e passou a ser enunciada como “O que mantém a Lua girando em torno da Terra?”. O Quadro 14 apresenta as respostas fornecidas pelos educandos.

É notável que, ao responderem à Questão 7 do pré-teste, muitos educandos atribuíram a causa do movimento de translação da Lua ao redor da Terra a outros fenômenos naturais como, por exemplo, a sucessão do dia e da noite. Esse tipo de argumento que afirma que “as coisas são assim porque tem de ser assim” e portanto, não estabelece uma relação de causa e efeito, são frequentes nas falas dos educandos.

No pós-teste pudemos notar uma evolução conceitual dos educandos e um estabelecimento coerente da relação de causa e efeito. Enquanto, no pré-teste, nenhum dos educandos analisados associou a causa do movimento de translação da Lua à força gravitacional, no pós-teste um total de 9 educandos fizeram essa associação.

Quadro 14: Respostas fornecidas pelos educandos à questão sobre a causa do movimento da Lua em torno da Terra (Questão 7/ Apêndice B)

	Respostas apresentadas no pré-teste	Respostas apresentadas no pós-teste
E1	A Lua gira em torno da Terra porque o Sol também gira para termos o dia e a noite. É o que eu acho.	Movimento de translação e rotação.
E2	A Lua não gira em torno da Terra.	A Lua faz os dois movimentos de rotação e de translação, são movimentos naturais.
E3	Não sei.	Por causa da força gravitacional.
E4	Porque o alinhamento da Lua permite que a faça assim.	A força gravitacional.
E5	Eu acho que porque ela tem que ficar dia e noite e não só noite.	-
E6	Ela faz o mesmo movimento que o Sol e quando o Sol está em um lado ela está no outro.	-
E7	Porque precisa ter dia e noite.	A força gravitacional.
E8	Porque é o sistema de rotação e translação e também porque o Sol está girando ao contrário.	É o movimento de translação e rotação que é movido pelo eixo da Terra.
E9	Não sei.	A força gravitacional.
E10	“acho” que é a terra e que gira	A translação natural da Lua.
E11	Para que exista noite e dia. Também ela gira em torno de si creio que isto consequentemente faça com que ela saia do lugar.	É a força gravitacional.
E12	Porque a Lua aquece e ilumina a Terra.	-
E13	Porque na Terra tem vários lugares e precisamos ter dia e noite.	A força gravitacional que a Terra exerce sobre a Lua.
E14	não sei ...	A força gravitacional.
E15	Por ela ser menor do que a Terra.	A gravidade.
E16	Para ter dia e noite.	Sua força gravitacional é atraída pela quantidade de massa existente na superfície da Terra.

(c) Questões de interpretação de gráficos (Questão 11/ Apêndice B e Questão 12/ Apêndice C)

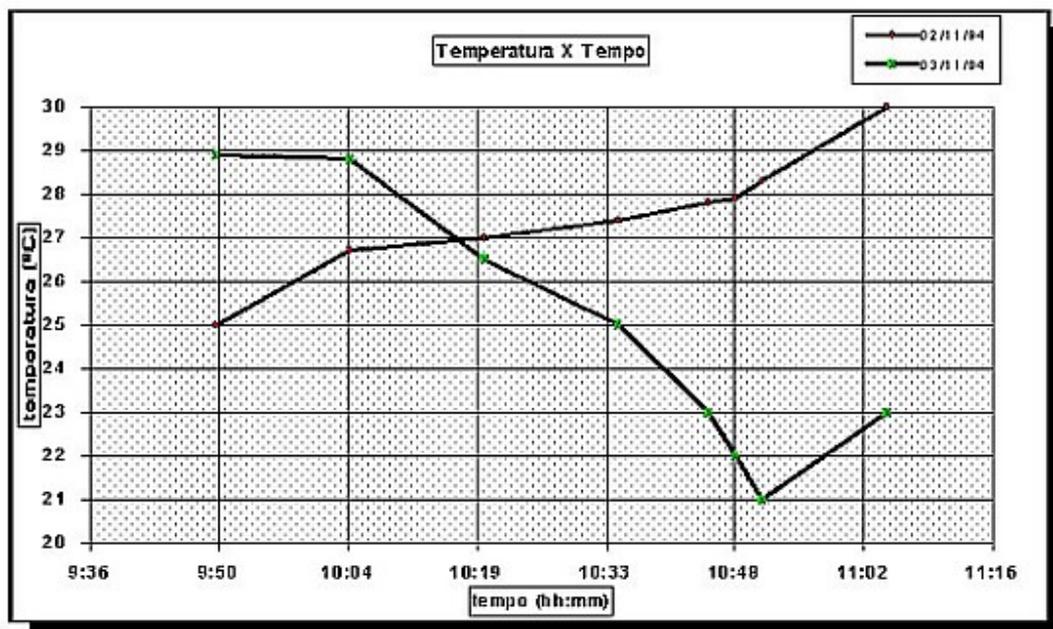
O Quadro 15 apresenta as respostas dos educandos à Questão 11 (Figura 15), da primeira parte do pré-teste, e as respostas dos educandos à Questão 10 do pré-teste (Figura 16). Estas questões exigiam que os educandos interpretassem gráficos e estimassem valores, dessa forma, foi necessário estipular uma margem de

erro para os valores estimados. As repostas esperadas são apresentadas no Quadro 15.

Quadro 15: Respostas esperadas para a questão de interpretação de gráficos

Questão 11	Questão 10
<p>a) A temperatura mínima registrada foi de 21°C.</p> <p>b) A temperatura começou a subir entre as 10h48min e as 11h02min.</p> <p>c) Entre as 9h50min da manhã e as 10h48min da manhã, a queda de temperatura foi de 8°C.</p> <p>d) A temperatura aumentou 5°C durante a manhã.</p>	<p>a) A temperatura mínima está entre 18°C e 19°C.</p> <p>b) A temperatura máxima registrada foi de 22°C.</p> <p>c) A temperatura começou a cair no mês de Março.</p> <p>d) Julho – 22°C. Novembro – 9°C/ 10°C. A queda de temperatura entre julho e novembro foi de 12° a 13°C.</p>

11. No dia 3 de Novembro do ano de 1994 pode ser observado do Brasil um eclipse total do Sol. Um observador cuidadoso se deslocou até a cidade de Foz do Iguaçu para visualizar melhor o eclipse portando um termômetro. Durante um eclipse solar a Terra deixa de ser iluminada pelo Sol. Isso faz com que a temperatura diminua consideravelmente. O observador tirou medidas da temperatura do ar e fez comparações com temperaturas do dia anterior. O gráfico obtido com os valores do dia 03/11/1994 e do dia 02/11/1994 foi o seguinte:



O eixo das ordenadas representa a temperatura, enquanto que o eixo das abscissas representa o tempo.

A partir da interpretação do gráfico responda:

a) Durante o eclipse, qual foi a temperatura mínima registrada?

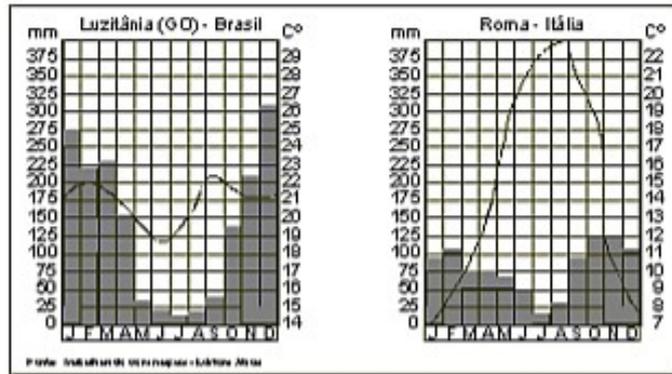
b) Durante o eclipse, em qual horário a temperatura começou a subir?

c) No dia do eclipse, qual foi a queda de temperatura entre as 9:50 da manhã e às 10:48 da manhã?

d) Como variou a temperatura no dia anterior ao eclipse?

Figura 15: Questão 11 retirada na íntegra do Apêndice B.

10. As figuras abaixo representam a variação anual de temperatura e a quantidade de chuvas mensais em duas localidades. As temperaturas estão representadas pelas linhas e as chuvas, pelas colunas.



(a) Qual foi a temperatura mínima registrada na cidade de Luzitânia?

(b) Qual foi a temperatura máxima registrada na cidade de Roma?

(c) Em qual mês a temperatura começa a cair na cidade de Luzitânia?

(d) Qual foi a queda de temperatura na cidade de Roma entre os meses de Julho e Novembro?

(e) As temperaturas mínimas em Luzitânia ocorreram no mês de Junho e Julho, enquanto que na cidade de Roma ocorreu nos meses de Dezembro e Janeiro. Como você explica essa diferença?

Figura 16: Questão 10 retirada na íntegra do Apêndice D.

No Quadro 16 são apresentadas as respostas do educandos, ao lado das quais indicamos quando consideramos corretas (V) ou erradas (X).

Quadro 16: Respostas fornecidas pelos educandos à Questão 11 da primeira parte do pré-teste (coluna da esquerda) e à Questão 10 do pós-teste (coluna da direita)

	Questão 11 Respostas apresentadas no pré-teste	Questão 10 Respostas apresentadas no pós-teste
E1	a) 21 graus. V b) 11:02. X c) 9:50 29 graus, 10:48 21 graus. V d) Entre 29 e 23 graus. V	a) 18°. V b) 22°. V c) Março V d) Julho 22° - novembro 9°=13°. V
E2	a) b) c) d)	a) 18°C graus. V b) 22° C graus. V c) O mês de março. V d) 9°C. V
E3	a) 21°. V b) 10:48 hs. V c) 9° de queda. X d) Ela subiu. V	a) 18,8°. V b) 22, 9°. V c) Março. V d) 12,3. V
E4	a) 21°. V b) 10:48. V c) 5°.X d) 25 a 30 1° dia 21 a 29 2° dia. V	a) 19°C. V b) 22°C. V c) junho. X d) 14°C. X
E5	a) 25 X b) 9:50 X c) 22 – 29 X d) 21 – 29 X	a)18,5 graus C°. V b) 23 graus C°. V c) Junho. X d) Julho 22°C Novembro 10°C queda 12°C.V
E6	a) 27°. X b) 10:19. X c) 27°. X d)	a) 18°C. V b) 22°C. V c) junho. X d) 9°C. X
E7	a) 21°C. V b) 11:05. X c) 29°C para 21°C diferença de 8°C. V d) 25° à 30°C. V	a) 18,5°C. V b) 22°C. V c) Agosto. X d) 6°C. X
E8	a) Vinte e um graus. V b) 11 e 2. X c) 29 e 21 graus. V d) 29 e 23 graus. X	a) 18 graus. V b) 22 graus. V c) Março. V d)
E9	a) 21°. V b) 10:48. V c) 8°C. V d) AUMENTOU.V	a) 18°C. V b) 22°C. V c) Março. V d) 13°C. V
E10	a) 21°. V b) 9:59 hs. X c) 8°. V d) 25° à 30°. V	a) 18°C. V b) 22°C. V c) Março. V d) Não houve queda, aumentou. X
E11	a) 21°C. V b) 10:48. V c) 8°C. V d) 25 subiu p/ 30. V	a) 21°C. X b) 22°C. V c) d) Foi de 7°C e 11°C. X
E12	a) A temperatura mínima foi de 21. V b) Começou a subir 10:33. X c) A Queda de 23. X	a) Mínima de 18°C. V b) Máxima de 22°C. V c) No mês de junho. X

	d) A temperatura aumentou. X	d) Temperatura de 7°C. X
E13	a) 25 X b) 50 X c) 21 X d) 21 a 29 V	a) Foi 21°C. X b) Temperatura máxima é 7°C. X c) Em março. V d) Foi de 23°C à 7°C. V
E14	a) 25° X b) das 10:00 à 10:04 X c) 21° X d)	a) 14 °C X b) 21 °C X c) Abril X d) queda de 6°C X
E15	a) 21 graus V b) 9:50 X c) d) Variou em 25°C à 30°C. X	a) 14°C X b) 22°C V c) Abril X d)
E16	a) 21 graus V b) 11:05 X c) 29,22 graus X d) 25 à 30 graus V	a) 14 graus X b) 12 graus X c) Mês de janeiro X d) Queda de 5°X

A análise do Quadro 16 mostra que os educandos obtiveram um total de 29 acertos no pré-teste e 37 acertos no pós-teste. Entretanto, nem todos obtiveram mais acertos no pós-teste do que no pré-teste.

No item “a” do pós-teste houve grande número de acertos, entretanto nas quatro respostas erradas foi possível notar que os educandos apontam 14°C e 21°C como as temperaturas mínimas registradas na cidade de Luziânia. No primeiro caso, podemos inferir que os educandos confundiram o gráfico referente à temperatura com aquele referente à quantidade de chuva. Não identificamos a causa do erro no segundo caso.

No item “b” do pós-teste a maioria das respostas fornecidas estão corretas; os três educandos que responderam erroneamente apontaram a temperatura máxima da cidade de Roma como sendo respectivamente 7°C, 12°C e 21°C. No primeiro caso, o estudante parece ter apontado a temperatura mínima no lugar da máxima. No segundo caso, o estudante parece ter confundido o gráfico referente à temperatura com aquele referente à quantidade de chuva e no terceiro caso não identificamos a causa do erro.

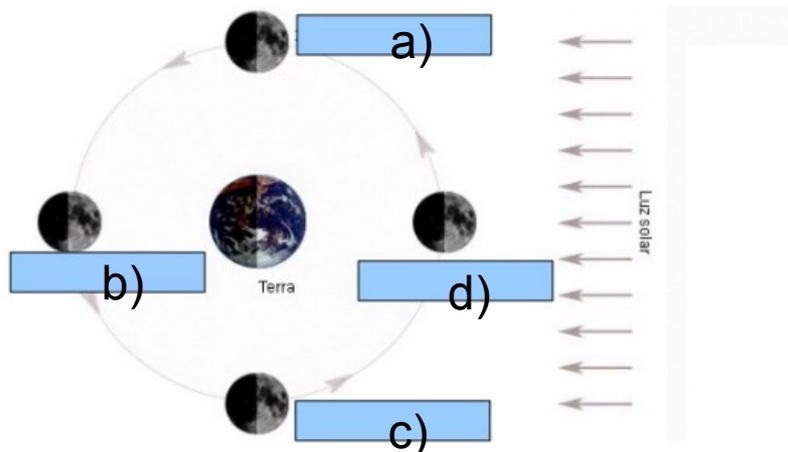
O item “b” do pré-teste, assim como o item “c” do pós-teste, possibilitam avaliar se o educando percebe em que regiões do gráfico as temperaturas são crescentes ou decrescentes e em quais pontos ocorre a inversão. O índice de acerto nesses itens foi muito baixo, sendo 5 acertos para o pré-teste e 6 acertos para o pós-teste.

O item “d” do pré-teste, bem como o item “d” do pós-teste, permitem avaliar a capacidade de o educando inferir, a partir da análise do gráfico, as variações nos valores das variáveis envolvidas. Analisando o quadro, percebemos que houve mais acertos no pré-teste do que no pós-teste para esse item.

Embora a diferença de acertos entre os testes não seja significativa, é importante lembrar que a Questão 10 (pré-teste) possui um grau de dificuldade maior que a Questão 11 (pós-teste), portanto podemos concluir que houve alguma evolução dos educandos na interpretação de gráficos.

(d) Questão sobre as fases da Lua (Questão 1/ Anexo C)

Para fazer a análise da Questão 1 da segunda parte do pré-teste, nomeamos cada um dos espaços destinados às respostas, conforme pode ser visto na Figura 17, com o objetivo de facilitar a discussão.



Como mostra a figura acima a Lua está sempre metade iluminada e metade escura. Por que ela aparece para nós com diferentes formas?

_____ e)

Figura 17: Esquema de organização da questão 1 da segunda parte do pré-teste em que estão indicados as letras a, b, c, d e e correspondentes a cada espaço de resposta.

O Quadro 17 apresenta as respostas fornecidas pelos educandos à Questão 1 no pré e pós-teste. Os itens considerados corretos foram marcados com um V e os itens considerados incorretos foram marcados com um X. O item exige que o educando associe a causa das fases da Lua à mudança das posições relativas dos astros Lua, Terra e Sol. As respostas que pareciam fazer essa associação foram consideradas corretas.

Quadro 17: Respostas fornecidas pelos educandos à Questão 1 da segunda parte do pré-teste

	Respostas apresentadas no pré-teste	Respostas apresentadas no pós-teste
E1	a) Minguante. X b) Nova. X c) Crescente. X d) Cheia. X e) Porque a Terra gira sobre a lua, e em cada fase mostra metade da lua. X	a) Quarto Crescente. V b) Cheia. V c) Quarto Minguante. V d) Nova. V e) Porque ela gira em torno dela mesma e ao mesmo tempo gira em torno da Terra, sendo assim a Terra faz sombra na lua e não deixa o Sol iluminar a lua por completo. A lua não tem luz própria. X
E2	a) b)	a) Minguante. X b) Cheia. V

	c) d) e)	c) Crescente. X d) Nova. V e) Por causa da localização nossa na Terra. V
E3	a) b) c) d) e) Não sei.	a) Quarto Crescente. V b) Cheia. V c) Quarto Minguante. V d) Nova. V e) Rotação, translação. X
E4	a) b) c) d) e) Porque a lua faz sombra sobre a terra e porque ela está em rotação ela muda de forma. X	a) a) Quarto Crescente. V b) Cheia. V c) Quarto Minguante. V d) Nova. V e) Isso depende da posição da lua quando a terra está fazendo sombra nela. X
E5	a) Minguante. X b) Crescente. X c) Cheia. X d) Nova. V e) Por que depende das estrelas. X	a) Quarto Crescente. V b) Cheia. V c) Quarto Minguante. V d) Nova. V e)
E6	a) Crescente. V b) Nova. X c) Cheia. X d) Minguante. X e) Eu acho que os cientistas queriam que a lua seja assim. X	a) Minguante. X b) Cheia. V c) Crescente. X d) Nova. V e)
E7	a) b) c) d) e)	a) Quarto Minguante. X b) Cheia. V c) Quarto Crescente. X d) Nova. V e)
E8	a) b) c) d) e) É porque em um lado aparece a sombra da Terra e em outro aparece a luz da terra. X	a) Quarto Crescente. V b) Cheia. V c) Quarto Minguante. V d) Nova. V e) É porque depende o lado que está o Sol. X
E9	a) b) c) d) e) É que a medida que a terra está girando a luz solar bate na lua gerando diferentes formas. X	a) nova. X b) Quarto crescente. X c) Quarto minguante. V d) Cheia. X e) Porque a Terra está rodando em torno da Lua. X
E10	a) Crescente. V b) Cheia. V c) Minguante. V d) Nova. V e) DEVIDO A LUS DO SOL. X	a) Crescente. V b) Cheia. V c) Minguante. V d) Nova. V e) Devido ao constante movimento da terra e da lua a lua gira em torno da terra e no seu próprio eixo. X
E11	a) b) c)	a) Crescente. V b) Cheia. V c) Minguante. V

	d) e) vária conforme ela se movimenta em torno do Sol. X	d) Nova. V e) Porque a Lua está em constante movimento. V
E12	a) Cheia. X b) quarto crescente. X c) Nova. X d) quarto minguante. X e) Porque ela gira em torno da Terra. Creio que ela não tem todos os lados iguais. X	a) Minguante. X b) Cheia. V c) Crescente. X d) Nova. V e) Porque ela está em diferentes formatos como uma parte iluminada e outra escura. X
E13	a) Crescente. V b) Cheia. V c) Minguante. V d) Nova. V e) A lua gira em torno da terra e quando a luz só sol bate na lua ela aparece de maneira diferente pra nós. V	a) Crescente. V b) Cheia. V c) Minguante. V d) Nova. V e)
E14	a) Nova. X b) Minguante. X c) Cheia. X d) Crescente. X e) Porque a Terra está girando em torno do Sol. X	a) Quarto Crescente. V b) Cheia. V c) Quarto Minguante. V d) Nova. V e)
E15	a) minguante. X b) cheia. V c) crescente. X d) nova. V e) Porque em cada momento ela está localizada em um lugar que o sol está ou não batendo. X	a) Quarto Crescente. V b) Cheia. V c) Quarto Minguante. V d) Nova. V e) Porque depende de onde estamos localizados e cada dia, quanto mais gira a lua, mas se diferencia. V
E16	a) b) c) d) e) depende da posição da lua. V	a) Quarto Minguante. X b) Cheia. V c) Quarto Crescente. X d) Nova. V e)

Ao compararmos as respostas fornecidas no pré-teste com as respostas fornecidas no pós-teste (Quadro 17), pudemos perceber um grande aumento de acertos nos itens a, b, c e d. No pré-teste nenhum educando conseguiu fazer a correspondência correta entre as quatro fases principais da Lua (Nova, Quarto Crescente, Cheia, Quarto Minguante) e as posições adquiridas pela Lua durante a sua translação, já no pós-teste um total de 10 estudantes fizeram a associação correta. No item e, que exigia maior abstração e elaboração escrita, os educandos obtiveram dois acertos no pré-teste e três acertos no pós-teste. Este fato aponta para a dificuldade que os educandos possuem na expressão e argumentação escrita. Também foi possível inferir que dois dos educandos analisados mantiveram a

concepção alternativa de que as fases da Lua são causadas pela sombra da Terra na Lua. O gráfico apresentado na Figura 18 faz uma comparação entre o número de acertos obtidos nos pré e pós-teste para cada um dos educandos em que é possível observar a evolução dos mesmos. O gráfico também aponta que o Educando E13 obteve mais acertos no pré-teste do que no pós-teste, entretanto, não identificamos uma causa para esse resultado.

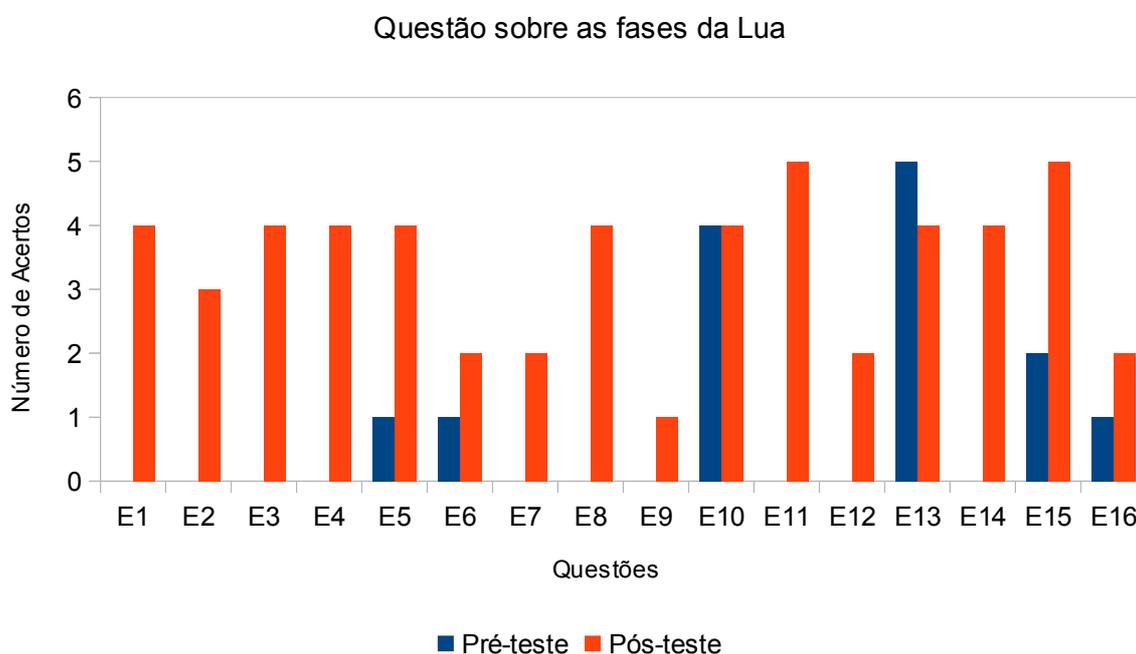


Figura 18: O gráfico faz uma comparação entre o número de acertos que cada estudante obteve no pré-teste e no pós-teste na questão sobre as fases da Lua (Questão 7/ Apêndice B).

6.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

A análise quantitativa realizada se divide em duas partes: na primeira, comparamos o número total de acertos obtidos, no pré-teste e no pós-teste, em cada uma das questões (Figura 19 e Figura 20), e na segunda computamos, em um gráfico, o número de acertos obtidos, no pré e no pós-teste, para cada um dos educandos (Figura 21).

Nas questões em que o educando deveriam atribuir valor verdadeiro ou falso para n itens, atribuiu-se o valor $1/n$ para cada item respondido corretamente, sendo a pontuação total de cada uma dessas questões igual à soma da pontuação de todos os seus itens. Assim cada item da Questão 2 do pré-teste (e n do pós) recebeu pontuação $1/7$, e cada item da Questão 6 (m do pós), pontuação $1/3$.

Na Questão 5 (parte 1), alguns dos educandos que representaram as trajetórias das pedras corretamente justificaram o desenho produzido com afirmações do tipo “As pedras caem para baixo”. Embora tal justificativa não esteja errada, consideramos que as respostas nas quais aparece o conceito de força gravitacional são mais completas, portanto essas foram pontuadas com 1,0 e aquelas foram pontuadas com 0,5.

Das cinco questões em discussão, uma única exigia cálculos matemáticos (Q9) e o desempenho nessa questão é bem inferior ao desempenho nas demais, tanto no pré quanto no pós-teste. Isso corrobora o que observávamos em aulas, que os alunos tinham grande dificuldade com questões que requeriam cálculos matemáticos.

É possível observar, a partir da Figura 20, que os educandos obtiveram mais acertos na Questão 3 durante o pré-teste do que no pós-teste; não encontramos nenhuma justificativa para esse fato, mas entendemos que em uma reaplicação da proposta seria necessário um reforço maior de quais fatores são determinantes para a intensidade da força gravitacional.

Questões objetivas da primeira parte do pré-teste (Apêndice B)

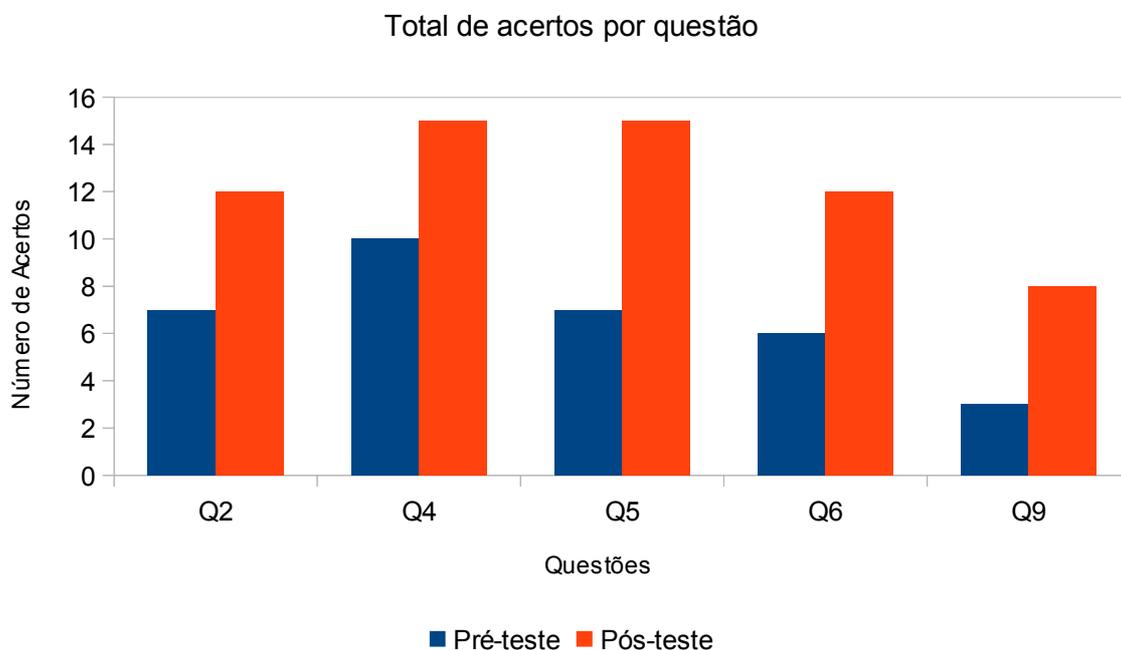


Figura 19: Comparação entre o número de acertos obtidos no pré-teste e o número de acertos obtidos no pós-teste nas questões 2, 4, 5, 6 e 9 (Apêndice B).

Na Questões 12 (Apêndice C), ao serem questionados no pré-teste sobre qual seria o destino do Sol, nenhum educando respondeu corretamente e grande parte deles assinalou o item que afirmava que o Sol é eterno. No pós-teste, ainda que nem todos tenham assinalado o item correto, nenhum deles reafirmou a eternidade do Sol. Como foi relatado no Capítulo 5, as atividades que tinham como objetivo fazer entender a evolução do Sol revelaram aos educandos uma realidade um tanto trágica e preocupante, o que pode justificar o grande envolvimento das turmas com essa questão e, conseqüentemente, a mudança na concepção prévia de que o Sol é eterno.

Na questão 13 (Apêndice C) do pré-teste nenhum dos educandos analisados associou corretamente a formação dos elementos químicos aos processos que ocorrem no interior das estrelas e à explosão de supernovas, sendo que a alternativa

mais escolhida foi a que afirma que os elementos químicos foram criados juntos com a Terra. Já no pós-teste, a maioria deles fez a associação correta e apenas dois continuaram afirmando que os elementos químicos foram formados junto com a Terra.

Questões objetivas do pré-teste e do pós-teste

Total de acertos obtidos por cada educando

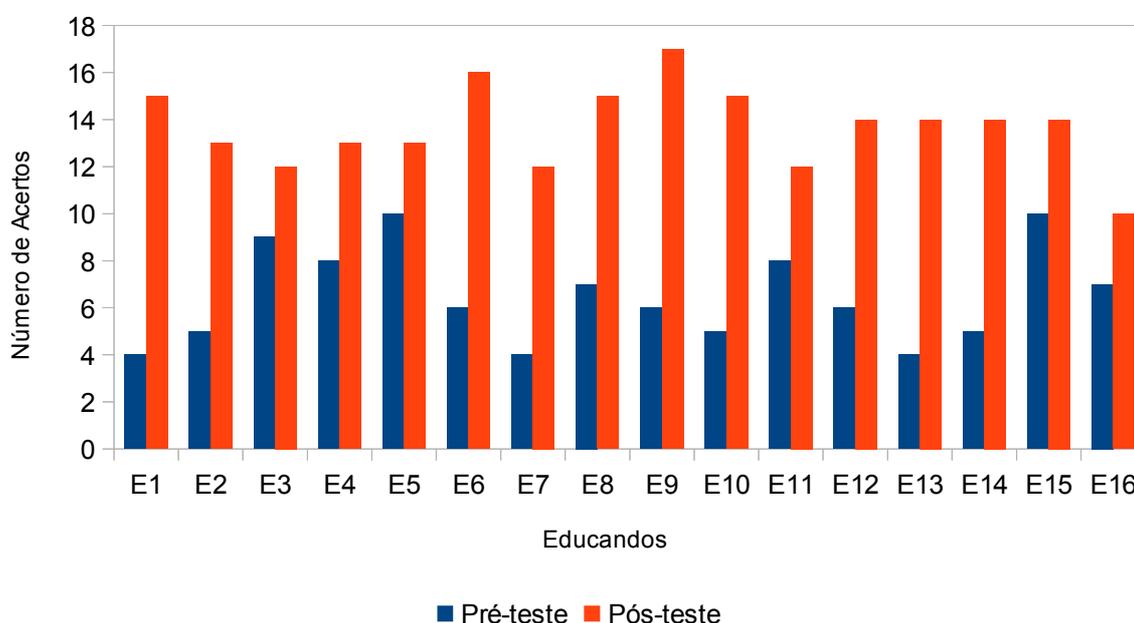


Figura 21: O gráfico faz uma comparação entre o número total de acertos obtidos por cada educando nas questões objetivas do pré-teste e do pós-teste (Apêndices B e C).

A pontuação das questões 15 e 16 (Anexo C) foi feita atribuindo-se 0,5 ponto para cada assertiva correta assinalada. Essas questões possuíam quatro assertivas, dentre as quais deveriam ser escolhidas duas corretas. Dessa forma, mesmo que o educando não tivesse conhecimento para responder à questão, em uma escolha aleatória das assertivas, teria 50% de chance de acertar. Ainda sim, foi possível detectar uma diferença significativa entre o número de acertos obtidos no pré-teste e no pós-teste. No Quadro 18 estão dispostos os dados utilizados para construção do

gráfico apresentado na Figura 17.

Quadro 18: Número de acertos obtidos por cada educando nas questões objetivas dos pré e pós-teste.

Educando	Pontuação atingida no pré-teste ⁹	Pontuação obtida no pós-teste ¹⁰
Educando 1	4	15
Educando 2	5	18
Educando 3	9	12
Educando 4	8	13
Educando 5	10	13
Educando 6	6	16
Educando 7	4	12
Educando 8	7	15
Educando 9	6	17
Educando 10	5	15
Educando 11	8	12
Educando 12	6	14
Educando 13	4	14
Educando 14	5	14
Educando 15	10	14
Educando 16	7	10
Total ¹¹	104	224

Para verificar se as diferenças obtidas nos dois testes são significativas, fizemos uma análise estatística de tais dados, na qual calculamos a média de acertos nos pré e pós-teste e verificamos se a diferença é estatisticamente significativa. Para calcular a significância, realizamos o teste não-paramétrico *Wicoxon Signed Rank para Amostras Relacionadas*. A significância obtida no teste foi igual a:

$$\alpha = 0,000$$

9 A pontuação máxima a ser obtida era igual a 18 pontos.

10 Idem.

11 A pontuação total máxima é igual a 288.

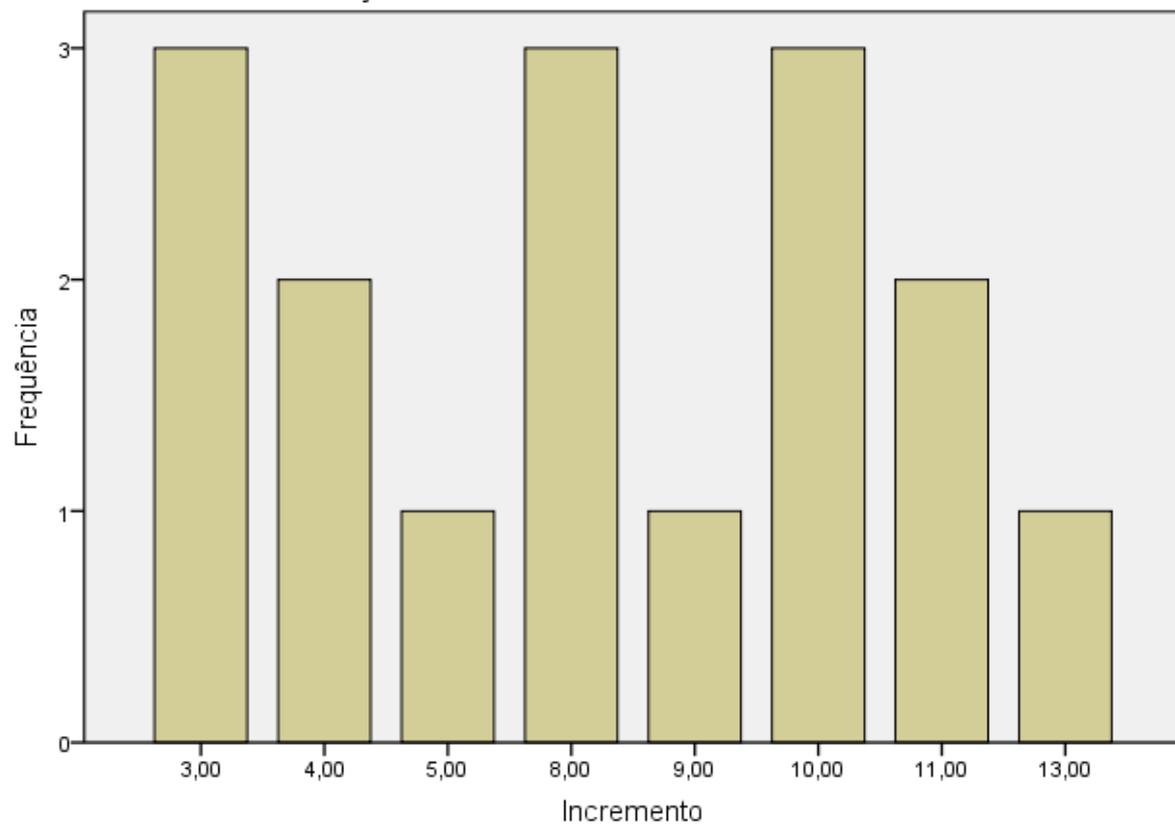
A significância é a probabilidade de ocorrência da hipótese nula, sendo que tal hipótese representa a possibilidade de que as diferenças observadas sejam por acaso, mera flutuação estatística. O valor encontrado permite afirmar que a probabilidade de ocorrência da hipótese nula é de 0,0%, portanto tal hipótese pode ser descartada e a diferença entre os pré e pós-teste é significativa. O gráfico apresentado na Figura 22 relaciona o incremento obtido nas nota com a quantidade de educandos que obteve cada incremento.

O gráfico exibido na Figura 22 e a análise estatística apresentada nos permite concluir que todos os educandos que fizeram parte desta análise evoluíram em termos de conhecimentos de Astronomia. É verdade que optar em fazer a análise apenas com educandos que estiveram presentes em todas as avaliações inseriu um fator a mais na determinação dos resultados: o envolvimento do estudante. Geralmente educandos que não faltam às aulas demonstram maior participação e comprometimento em aprender, conseqüentemente se adequam mais a uma metodologia de ensino que busca transferir a responsabilidade da aprendizagem para o educando.

Apesar dessa limitação de nossa análise e da falta de uma avaliação qualitativa rigorosa, entendemos que podemos classificar os resultados obtidos como positivos, pelas razões que apontamos no próximo capítulo.

Comparação das notas das questões objetivas dos pré e pós-teste

Distribuição do incremento nas notas dos educandos



7 COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÕES

Faremos aqui uma reflexão sobre os fatores que contribuíram para que a nossa proposta tivesse alcançado, de maneira geral, bons resultados. Também discorreremos sobre algumas dificuldades percebidas pela educadora durante a aplicação da proposta e sobre alguns aspectos que poderiam ser melhorados em uma reaplicação.

O conteúdo envolvido no tema estruturante “Universo, Terra e vida” é muito interessante na perspectiva dos educandos, o que contribuiu para a motivação e o envolvimento dos mesmos nas atividades realizadas em sala de aula. A organização das atividades em grupos também facilitou o engajamento dos educandos, permitindo que debatessem e argumentassem entre si. O fato de as atividades serem variadas, envolvendo a interpretação de textos, a realização de experimentos e a visualização de simulações e filmes, tornou as aulas dinâmicas, o que também é um ponto motivador.

A metodologia utilizada, o Ensino por Investigação, favorece o desenvolvimento das competências e, para isso, demanda tempo. O fato de a escola não possuir um currículo rígido a ser seguido facilitou a aplicação do projeto, pois a educadora teve a liberdade de fazer e refazer o seu planejamento para adequá-lo ao ritmo de trabalho dos educandos, dando-lhes melhores condições para a aprendizagem. A escola, mesmo sendo pública dispunha de projetores, o que permitiu à educadora trabalhar com vídeos e simulações.

A apresentação dos conteúdos partindo de uma pergunta inicial que deveria ser respondida, primeiramente, de acordo com as ideias prévias dos educandos, para posteriormente ser discutida do ponto de vista científico despertou o interesse dos mesmos e possivelmente contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos.

O fato de a escola possuir uma identidade própria e ser localizada no campo gerou debates interessantes que envolveram as crenças populares apresentadas por

alguns educandos e o conhecimento científico. Esses debates permitiram à educadora fazer uma distinção entre a ciência e outros saberes e, ao mesmo tempo, evidenciar a ciência como não detentora da verdade.

A avaliação da proposta (Capítulo 6) evidencia que os educandos evoluíram nos conteúdos, entretanto não tivemos instrumentos sólidos para avaliar como se deu o progresso deles no que diz respeito às competências. Para contemplar, em nossa avaliação, o desenvolvimento das competências, fizemos uma apreciação do projeto em si, procurando observar se a proposta estava de acordo com as Lições do Grande e se a sua estrutura e modo de organização poderiam propiciar o desenvolvimento de competências. Embora o resultado da avaliação tenha sido positivo, acreditamos que o desenvolvimento de competências dificilmente acontecerá apenas em uma disciplina de carga horária igual a duas horas semanais.

O desafio em desenvolver as competências do eixo ler e escrever continua. O hábito que os estudantes têm em reproduzir textos ao invés de escrevê-los com suas próprias palavras não foi alterado durante a aplicação da proposta. Percebemos que os educandos escrevem, com certa dificuldade, textos curtos elaborados por eles mesmos, entretanto quando se trata de textos maiores, as cópias predominam. É necessário que, em uma reaplicação, sejam pensadas práticas que permitam aos educandos criar o hábito de pesquisa e de leitura para sentirem-se capazes de elaborar os próprios textos.

O fato de a escola ser localizada no campo também trouxe alguns empecilhos à aplicação da proposta no que diz respeito ao atraso dos ônibus, à infrequência e à desistência dos educandos. O reduzido período de aula contraposto à grande demanda de tempo exigida no Ensino por Investigação teve como consequência a diminuição da abordagem investigativa nas duas últimas atividades e não permitiu que a educadora adentrasse nos conteúdos importantes da Mecânica, sugeridos no eixo estruturador “ Movimentos: variações e conservações”. Dadas às condições, acreditamos que optar em trabalhar os conteúdos respeitando o ritmo dos educandos foi a melhor opção.

O principal objetivo da nossa proposta foi elaborar atividades didáticas que contemplassem as Lições do Rio Grande, dessa forma estaríamos contribuindo com os educadores do Rio Grande do Sul que desejassem atender esse referencial curricular que, instituído no final de 2009, passou a vigorar em 2010, entretanto tal feito não foi possível. Recentemente, devido à mudança de governo, um outro referencial curricular foi implementado em 2011 e passou a vigorar em 2012. O mais recente referencial não levou em consideração nada do que foi construído nas Lições do Rio Grande e tampouco se baseia nos PCN+.

Ainda que a nossa intenção primeira não tenha sido atingida, acreditamos que produzir um material que atenda aos objetivos apontados nas Lições do Rio Grande para o ensino de Física, mais especificamente para o eixo temático *Universo, Terra e vida*, é também atender à demanda de educadores que buscam por atividades diferenciadas para o ensino de Astronomia.

Esperamos que o produto final deste mestrado venha a ser de grande importância a educadores que estejam dispostos a utilizá-lo e que favoreça aulas bem fundamentadas nas pesquisas recentes sobre ensino de Astronomia, no que diz respeito ao potencial de formação humana reconhecido nessa temática e às ideias prévias dos educandos em relação aos diferentes fenômenos astronômicos. Pretendemos, dessa forma, contribuir para superar a deficiência na formação de professores na área.

O desenvolvimento e aplicação desta proposta trouxe grandes mudanças na minha prática docente, mostrando que é compensador inovar e que apostar na escolha de uma metodologia de ensino diferenciada pode trazer resultados gratificantes.

REFERÊNCIAS

BERNARDES, Tamara O.; IACHEL, Gustavo; ISCALVI, Rosa M. F. Metodologias para o ensino de Astronomia e Física através da construção de telescópios. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n.1: p. 103-117, abr. 2008.

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

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Brasília, 2006.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 2000.

BRASIL, SEMTEC. PCN's+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002.

BRASIL, Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 27833, 23 dez. 1996.

BRASIL, Resolução CEB/CNE n°3, de 26 de Junho de 1998. Institui as diretrizes curriculares para o Ensino Médio. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 jun. 1998.

CANALLE, João B. G.; SOUZA, Adelino C. F. Simplificando a luneta com lentes de óculos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n.1: p. 121-130, abr. 2005.

CATELLI, Francisco; GIOVANNINI, Odilos; BALEN, Osvaldo; SILVA, Fernando S. Instrumentação para o ensino de astronomia: projetando a imagem do Sol. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 7, p. 7-13, 2009

CATELLI, Francisco; PEZZINI, Simone. Laboratório Caseiro: Observando espectros luminosos- espectroscópio portátil. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.2: p. 264-269, abr. 2002.

DIAS, C.; RITA, J. Inserção da Astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v.6, p. 55-65, 2008.

DIAS, Wilton S.; PIASSI, Luis P. Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 325-329 (2007).

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico em sala de aula. Tradução Eduardo F. Mortimer. **Química Nova na Escola**, n. 9, maio 1999.

FARIA, Rachel Z.; VOELZKE, Marcos R. Análise das características de aprendizagem de astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, 4402 (2008).

FINLEY, Fred N.; POCOVÍ, M. Cecília. Considering the scientific method of inquiry. In: MINISTRELL, Jim; ZEE, Emily H. van (Org.). **Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science**. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 2000, p.47-62.

IACHEL, Gustavo; BACHA, Marcelo G.; PAULA Marina P.; SCALVI Rosa M. F. A montagem e utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4502 (2009).

IACHEL, Gustavo. Evidenciando as órbitas galileanas através da astrofotografia. **Revista Latino- Americana de Educação em Astronomia**, n. 8, p. 37-49, 2009.

IACHEL, Gustavo; LANGHI, Rodolfo; SCALVI, Rosa M. F. Concepções Alternativas de Alunos de Ensino Médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. **Revista Latino- Americana de Educação em Astronomia**, n. 5, p. 25-37, 2008.

JAFELICE, L. C. Astronomia, educação e cultura: abordagens transdisciplinares para os vários níveis de ensino. Natal, RN: EDUFRRN – Editora da UFRN, 2010. p. 21.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4402 (2009).

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

MINISTRELL, Jim. Implications for teaching and a learning inquiry: a summary. In: MINISTRELL, Jim; ZEE, Emily H. van (Org.). **Inquiring into Inquiry Learning and**

Teaching in Science. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 2000, p.471-496.

MOREIRA, Marco A.; OSTERMANN, Fernanda. Sobre o ensino do método científico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 10, n°2, p.108-117, 1993.

MUNFORD, Danusa; LIMA Maria E. C. C.. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 9, n°1, p. 72-89, 2007.

OLIVEIRA, Edilene F.; VOELZKE, Marcos R.; AMARAL, Luiz H. Percepção astronômica de um grupo de alunos do ensino médio na rede estadual de São Paulo na cidade de Suzano. **Revista Latino- Americana de Educação em Astronomia**, n. 4, p. 79-99, 2007.

OURIQUE, Pedro A.; GIOVANNINI, Odilon; CATELLI, Francisco. Fotografando estrelas com uma câmera digital. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 1302, 2010.

PAOANTONIO, Santiago; PINTADO, Olga I. Astronomía em la escuela- medición de la distancia tierra-luna. PAOANTONIO, Santiago; PINTADO, Olga I. **Revista Latino- Americana de Educação em Astronomia**, n. 3, p. 7-13, 2006

PIETROCOLA, M., Construção e Realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos, **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 4, n° 3, dezembro de 1999.

PINTO, Simone P.; FONSECA, Omar M.; VIANNA, Deise M. Formação continuada de professores: estratégia para o Ensino de Astronomia nas séries iniciais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 24, n°1, p.71-86, 2007.

QUEIROZ, Gloria P.; LIMA, Maria da C. B.; VASCONCELLOS, Marias das M. N. Física e arte nas estações do ano. **Revista Latino- Americana de Educação em Astronomia**, n. 1, p. 33-54, 2004

REIS, Norma T. O.; GARCIA, Nilson M. D.; SOUZA, Petronho N.; BALDESSAR Pedro S. Análise da dinâmica de rotação de um satélite artificial: uma oficina pedagógica em educação espacial. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 1401 (2008)

RICARDO, Elio C.; ZYLBERSZTAIN, Arden. Os Parâmetros Curriculares Nacionais

para as ciências do Ensino Médio: Uma análise a partir da visão de seus elaboradores. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol 13, nº3, p. 227-254, 2008.

RIO GRANDE DO SUL. **Lições do Rio Grande** (2009). Disponível em <http://www.seduc.rs.gov.br/pse/html/refer_curric.jsp?ACAO=acao1>. Acesso em: 18 de JULHO de 2011.

RODRIGUES, Bruno A.; BORGES, A. Tarciso. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008**.

SARAIVA, Maria de F. O.; AMADOR, Cláudio; KEMPER, Érico; GOULART, Paulo; MULLER Angela. As fases da Lua numa caixa de papelão. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 4, p. 9-26, 2007.

SAVELLI, E.. A proposta pedagógica do M.S.T. para as escolas dos assentamentos (A construção da escola necessária). **Olhar de Professor**, Ponta Grossa, 2, apr. 2009.

SCARINCI, Anne L.; PACCA Jesuína L. A..Um curso de astronomia e as concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 89-99 (2006).

SILVA, Tatiana. Ensino a distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n.3: p. 523-546, dez. 2009.

SILVEIRA, Fernando L. A premissa metafísica da revolução copernicana. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3: p. 407-410, dez. 2002.

SILVEIRA, Fernando L. . Marés, Fases Principais da Lua e Bebês. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n.1: p. 10-29, abr. 2003.

TEIXEIRA, Elder S.; GRECA Ileana M.; FREIRE, Olival Jr..The history and philosophy of science in physics teaching: a research synthesis of didactic interventions. *Science & Education*. Disponível em <<http://www.springerlink.com/content/b147110g225773v3/about/>>. Acesso em: 18 de JULHO de 201

APÊNDICE A – RELATO APROFUNDADO DA ATIVIDADE 5

CONCEPÇÕES DE ALUNOS DE ENSINO MÉDIO SOBRE AS FASES DA LUA E AS POSSÍVEIS INFLUÊNCIAS DESSE SATÉLITE NA VIDA HUMANA

Roberta Lima Moretti¹, Maria de Fátima O. Saraiva², Eliane Angela Veit³

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul/robertalm_fis@yahoo.co.br

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul/eav@if.ufrgs.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul/fatima@if.ufrgs.br

Resumo

O tema estruturante “Universo, Terra e vida” indicado nos Parâmetros Curriculares Nacionais foi trabalhado com educandos do 1º ano do Ensino Médio pertencentes a uma escola localizada na cidade de Nova Santa Rita (RS). Dentre os assuntos abordados, não poderia faltar a formação das fases da Lua. Num primeiro momento os estudantes foram estimulados a expressar suas ideias prévias a respeito do fenômeno de formação das fases da Lua e as crenças populares que eles tinham relacionadas as possíveis influências da Lua na vida humana e terrena. A comparação entre as crenças populares conhecidas pelos estudantes e o conhecimento científico foi feita com o objetivo de desenvolver o espírito investigativo e crítico nos educandos. A atividade foi avaliada inserindo-se questões relativas ao tema na prova trimestral. Aproximadamente metade dos estudantes mostraram ter aprendido como ocorre a luação. A maioria dos estudantes mostrou ter aceito o conhecimento científico, mas um número significativo manteve seu ponto de vista, não modificando suas crenças após a atividade.

Palavras-chave: ensino de Astronomia, fases da Lua, crenças populares.

1. Introdução

O tema estruturante “Universo, Terra e vida” (BRASIL, 2002) traz para a sala de aula assuntos que podem levar os estudantes a uma profunda reflexão a respeito do mundo que os cerca e, conseqüentemente, a respeito de si próprios. Abordar a Astronomia no Ensino Médio é uma ótima oportunidade de alimentar a admiração pela riqueza e diversidade do nosso Universo, fomentar o espírito investigativo do educando e promover uma visão mais condizente de ciência (DIAS e RITA, 2008).

A Astronomia, apesar de conter conhecimentos das áreas de Mecânica, Óptica, Eletromagnetismo e Termodinâmica, possui um diferencial com relação a estas: é uma disciplina que estimula e busca responder a questões existenciais como “Quando surgiu o Universo?”, “Como surgiu o ser humano?”, “Estamos sozinhos no Universo?”.

Trazer questões como estas para sala de aula não é tarefa simples, especialmente porque cada educando possui uma visão de Universo que não envolve apenas o conhecimento científico, mas é carregada de espiritualidade e de crenças que foram adquiridas ao longo de suas vidas.

Alguns educadores ao se depararem com debates que envolvem crenças, principalmente as de cunho religioso, preferem argumentar que a ciência não se envolve com tais assuntos e colocam fim ao diálogo (OSTERMAN e CAVALCANTI, 2010). Não acreditamos que esta seja uma boa atitude em sala de aula. Os educandos buscam informações em diversos meios de comunicação (internet, rádio, televisão), entretanto essas informações geralmente são superficiais. É importante que a escola seja um espaço para discutir os assuntos que permeiam o imaginário popular. O debate de tais assuntos é ainda um caminho para apresentar o conhecimento científico e as suas propriedades.

Dentre os assuntos abordados em Astronomia que abastecem a imaginação popular está as fases da Lua. Entender como as fases da Lua acontecem e que tipo de influência exercem na vida humana foi um dos objetivos da atividade realizada com estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola localizada na zona rural do município de Nova Santa Rita, RS.

2. Desenvolvimento

A atividade educacional teve como principais objetivos trabalhar o conceito de fases da Lua e discutir as supostas influências que este satélite exerce sobre a Terra e seus habitantes.

Entendemos que promover atividades que possibilitam desenvolver o espírito investigador implica em instigar o educando a expressar e questionar suas ideias a respeito de determinado assunto, assim como discuti-las do ponto de vista científico.

A atividade foi dividida em três momentos principais:

- 1) detecção das ideias prévias dos estudantes com respeito à ocorrência das fases da Lua e das possíveis influências das fases da Lua em nossas vidas;
- 2) realização de uma atividade prática para a compreensão de porquê ocorrem as fases da Lua;
- 3) comparação entre estudos científicos e as crenças populares relacionadas à Lua.

2.1 Primeiro Momento

Inicialmente a turma leu um texto curto produzido pela educadora onde foi abordado o modelo de Berossos (~290 A.C.), primeiro modelo do qual se tem registros desenvolvido para explicar os fenômenos das fases da Lua (KAVANAGH, AGAN e SNEIDER, 2005). A leitura teve o propósito de conscientizar os educandos de que a busca por explicações para os fenômenos astronômicos data de tempos remotos.

Posteriormente os alunos foram instigados a expressarem suas ideias prévias respondendo as seguintes questões:

- 1) Por que ocorrem as fases da Lua?
- 2) Qual a influência que a Lua tem em nossas vidas?

As ideias prévias dos educandos foram colocadas no quadro-negro de forma simplificada e estão expostas na Tabela 01.

Tabela 5.01: Idéias Prévias

Por que ocorrem as fases da Lua?	Qual é a influência das fases da Lua na vida humana?
Porque a Terra faz sombra na Lua.	Se não tivesse a Lua não teria a noite.
Depende da posição relativa entre a Lua, a Terra e o Sol.	Crescimento dos cabelos.
	Plantações
	Tem que olhar a fase da Lua para castrar os animais, senão eles podem ter hemorragia.
	Nascem mais bebês na virada de Lua.
	Nascem mais bebês na Lua Cheia.
	O comportamento das pessoas se altera na Lua Cheia.
	Deve-se olhar a fase da Lua para vacinar o gado.
	As marés dependem da fase da Lua.

2.2 Segundo Momento

A concepção alternativa de que as regiões não iluminadas da Lua durante o ciclo lunar correspondem à sombra da Terra na Lua é comumente relatada em pesquisas desse caráter (IACHEL, LANGHI e SCALVI, 2008).

Para trabalhar o fenômeno de formação de fases da Lua, a turma realizou uma atividade de simulação das posições relativas entre Sol, Terra e Lua durante um ciclo de fases. Utilizou-se uma esfera de isopor e uma lanterna para representar respectivamente a Lua e o Sol. A esfera foi posicionada de forma que metade de sua superfície fosse iluminada. Em seguida os estudantes formaram um grande círculo em torno da montagem e giraram em sentido anti-horário.

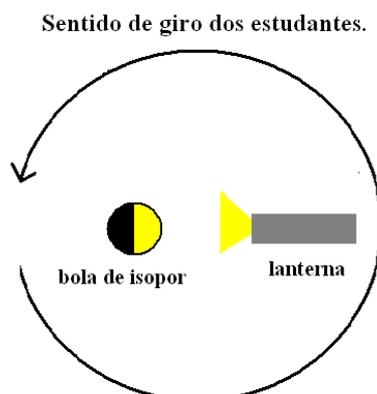


Figura 5.01: Montagem da atividade prática. Os alunos percorrem uma trajetória circular em torno da lanterna que ilumina a bola de isopor.

A educadora salientou que o mais importante era que eles observassem a parte iluminada que a esfera de isopor apresentava conforme eles se deslocavam.

A atividade não representa de forma realista o movimento de translação da Lua em torno da Terra ou o movimento de translação da Terra em torno o Sol, mas pode ser utilizada para tratar o assunto em questão. A atividade permite salientar que durante a lunação metade da superfície lunar está sempre iluminada pelo Sol, sendo assim a Lua se apresenta para nós com diferentes fases devido às posições relativas entre a Terra, a Lua e o Sol. Cada estudante visualiza o que seria visto de algum ponto da Terra.

O fechamento do segundo momento foi feito através da esquematização do ciclo lunar, onde foram indicados as quatro fases principais da Lua: Nova, Quarto Crescente, Quarto Minguante e Cheia.

2.3 Terceiro Momento

Durante o terceiro momento a educadora retomou as ideias expostas pelos estudantes a respeito das possíveis influências das fases da Lua na vida humana. As ideias dos estudantes foram colocadas no quadro-negro para levantar as discussões.

A educadora apresentou estudos científicos que negam as afirmações de praticamente todas as possíveis influências da Lua na vida humana que foram citadas pelos estudantes, com exceção do efeito das marés, que é totalmente reconhecido pela comunidade científica. A Tabela 2 mostra a relação entre as crenças populares citadas pelos estudantes e os trabalhos científicos que contradizem estas crenças.

Existem muitos estudos que buscam compreender a relação existente entre as fases da Lua e o comportamento humano (<http://faculty.washington.edu/chudler/moon.html>). Apenas alguns foram comentados em sala de aula. Houve uma aceitação geral por parte dos educandos de que as fases da Lua não influenciam no nascimento dos bebês, no crescimento dos cabelos e no comportamento das pessoas.

Entretanto, as crenças populares de que o desenvolvimento das plantas está intimamente relacionado ao ciclo lunar e de que o sangramento dos animais durante a castração é totalmente influenciado pela fase lunar de sua realização foram reafirmados pelos estudantes.

Ao descrever o estudo realizado por Salim Simão, sobre a não influência das fases da Lua nas plantações, houve grande reação por parte da turma. Grande parte dos educandos afirmaram não acreditar no estudo, alguns até se negaram a eliminar essa ideia. A educadora estabeleceu um diálogo com a turma, esclarecendo que eles estavam participando naquele momento de uma aula de Física e que portanto seria importante tomar conhecimento do que a ciência afirma a respeito das crenças populares citadas. Em nenhum momento a crença foi classificada como errada, mas buscou-se esclarecer ao máximo que a dependência entre as plantações e as fases da Lua não é correta do ponto de vista científico.

Apesar de grande parte dos mitos populares com relação à Lua já terem sido desmistificados por pesquisas e estudos científicos, existem alguns tipos de influência que o nosso satélite exerce sobre nós que ainda não são completamente compreendidas.

Existem muitos estudos que buscam compreender a relação existente entre as fases da Lua e o comportamento humano (<http://faculty.washington.edu/chudler/moon.html>). Apenas alguns foram comentados em sala de aula. Houve uma aceitação geral por parte dos educandos de que as fases da Lua não influenciam no nascimento dos bebês, no crescimento dos cabelos e no comportamento das pessoas.

Entretanto, as crenças populares de que o desenvolvimento das plantas está intimamente relacionado ao ciclo lunar e de que o sangramento dos animais durante a castração é totalmente influenciado pela fase lunar de sua realização foram reafirmados pelos estudantes.

Existem muitos estudos que buscam compreender a relação existente entre as fases da Lua e o comportamento humano (<http://faculty.washington.edu/chudler/moon.html>). Apenas alguns foram comentados em sala de aula. Houve uma aceitação geral por parte dos educandos de que as fases da Lua não influenciam no nascimento dos bebês, no crescimento dos cabelos e no comportamento das pessoas.

Entretanto, as crenças populares de que o desenvolvimento das plantas está intimamente relacionado ao ciclo lunar e de que o sangramento dos animais durante a castração é totalmente influenciado pela fase lunar de sua realização foram reafirmados pelos estudantes.

Ao descrever o estudo realizado por Salim Simão, sobre a não influência das fases da Lua nas plantações, houve grande reação por parte da turma. Grande parte dos educandos afirmaram não acreditar no estudo, alguns até se negaram a eliminar essa ideia. A educadora estabeleceu um diálogo com a turma, esclarecendo que eles estavam participando naquele momento de uma aula de Física e que portanto seria importante tomar conhecimento do que a ciência afirma a respeito das crenças populares citadas. Em nenhum momento a crença foi classificada como errada, mas buscou-se esclarecer ao máximo que a dependência entre as plantações e as fases da Lua não é correta do ponto de vista científico.

Apesar de grande parte dos mitos populares com relação à Lua já terem sido desmistificados por pesquisas e estudos científicos, existem alguns tipos de influência que o nosso satélite exerce sobre nós que ainda não são completamente compreendidas.

O ciclo menstrual das mulheres possui um período que é aproximadamente igual ao mês sinódico. Uma explicação possível é que para evitar ser devorado por algum predador, os nossos ancestrais procuravam se acasalar na Lua Cheia. Dessa forma o período fértil feminino coincidia com as noites mais iluminadas. Outro padrão humano que parece estar associado à Lua é o ciclo circadiano sobre o qual se baseia o ciclo biológico dos seres vivos. Quando livres de qualquer influência externa, o ciclo passa a ter um período de 24,9 horas que se aproxima muito do período entre um nascer da Lua e outro (BERMAN, 2002).

Tabela 5.02: Crenças Populares a respeito das fases da Lua e Trabalhos Científicos

Crença Popular	Argumentação
As fases da Lua influenciam no crescimento dos cabelos.	O médico dermatologista Valcinir Bedin, presidente da Sociedade Brasileira para Estudos do cabelo, conclui que a média de crescimento mensal do cabelo é de um centímetro independente da fase lunar (Veja, 2000).
Nascem mais bebês na Lua Cheia.	Uma pesquisa realizada pelo Prof. Fernando Lang da Silveira (2003) do Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul confrontou a data de nascimento de 93124 vestibulandos e a fase lunar correspondente. Não há nenhuma evidência nesses dados de que em algum dia do mês lunar nasçam mais ou menos bebês do que em outro.
Nascem mais bebês na virada de Lua.	Na linguagem popular, o dia da “virada de Lua” é o que os astrônomos denominam de o dia de uma “fase principal da Lua”. O estudo realizado por Silveira (2003) não encontrou nenhuma relação entre os dias de fase principal e o nascimento de bebês.
A fase em que a Lua se encontra durante o plantio e a colheita influencia o desenvolvimento e o aproveitamento do vegetal.	Uma pesquisa coordenada pelo Prof. Salim Simão do Departamento de Produção Vegetal da Universidade de São Paulo, durante sete anos, mostrou que a fase da Lua não tem efeito no crescimento das plantas (Veja, 2000).
Castração de animais.	Nenhum trabalho científico foi encontrado.
Vacinação de animais.	Nenhum trabalho científico foi encontrado.
Comportamento das pessoas	Um estudo realizado pelo pesquisador Joseph A. Schafer (2010) durante cinco anos (2001-2005) analisou os registros de chamadas de polícia para determinar se existe alguma relação entre o ciclo lunar e a quantidade de crimes violentos e não encontrou nenhuma correlação.

3. Resultados

O instrumento de avaliação das atividades realizadas foi a prova trimestral. Foram inseridas duas questões que abordam o assunto fases da Lua. A primeira teve o objetivo de avaliar se o educando compreendeu o fenômeno de formação das fases da Lua e a segunda serviu como um instrumento para trazer informações sobre possíveis modificações nas crenças populares dos estudantes com relação às possíveis influências das fases da Lua na vida humana e terrena.

A prova foi respondida por 42 estudantes. A questão 1 foi respondida por 39 estudantes, 19 destes apresentaram uma resposta satisfatória. A dificuldade dos estudantes em compreender o fenômeno de formação das fases da Lua confirma que esse é um assunto que exige grande abstração e deve ser trabalhado de maneira cuidadosa e bem planejada.

A questão 2 foi respondida por 39 estudantes, 26 destes compreenderam bem e se expressaram bem como pode ser visto pelo depoimento transcrito abaixo.

Segundo as crenças populares as fases da Lua interferem em corte de cabelo, castração de animais, plantações, sexo de bebês, marés e até o gênio e humor de uma pessoa... Apenas um desses exemplos foi comprovado que a Lua realmente influencia que é as marés. Os demais não foram comprovados cientificamente e não há fundamento científico, já popularmente falando há quem discorde completamente e que acredite que, por exemplo, se castrar um animal na fase errada o animal pode até morrer. (Estudante 1)

Outros educandos (9 de 39) continuaram com as suas ideias errôneas como ilustram as seguintes respostas.

As crenças populares são correspondidas na influência do nascimento dos bebês, nos cortes de cabelos, na época da colheita. Do ponto de vista científico nada pode ser comprovado, mas eu acho que influencia na época da colheita e do plantio, porque eu trabalho da roça. (Estudante 2)

Muitas pessoas acreditam que algumas fases da Lua influenciam nas plantações e quando alguém vai ter neném a Lua nova é a mais falada. Na Lua Nova as plantas não crescem bem, criam pendão mais cedo, no meu ponto de vista tem tudo a ver, porque os plantadores escolhem a Lua e o mês para plantar e colher. (Estudante 3)

Para enfrenar os cavalos a gente só enfrena na Lua minguante porque é um costume nosso desde os tempos do meu avô. Mas a ciência não comprova isso. (Estudante 4)

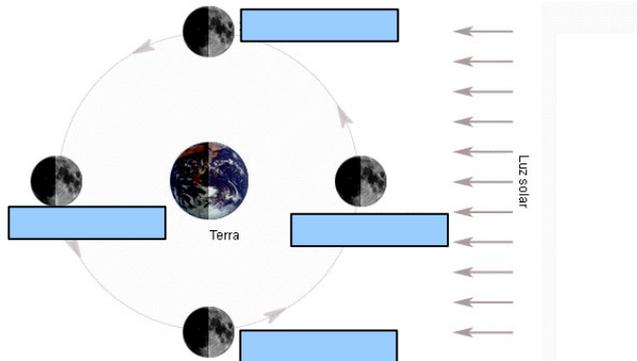
Alguns alunos não aceitaram alguns ensinamentos, mas foram receptivos a outros, como transparece no seguinte depoimento.

Muitos dizem que influencia quando cortamos o cabelo, quando plantamos alguma coisa, no nascimento dos bebês também, mas acho que isto não influencia em nada, são só as crenças do cotidiano. Acho que a ciência acredita que influencia nas plantações e no corte de cabelo. No corte de cabelo, do ponto de vista científico, já está comprovado. E nas plantações também por causa do solo. Mas no nascimento de bebês não influencia do ponto de vista científico. (Estudante 5)

Tabela 5.02: Questões utilizadas para avaliar a atividade.

Questão 1

O esquema abaixo mostra a Lua em suas principais configurações: quarto minguante, quarto crescente, cheia e nova. Preencha os quadrados com o nome da fase correspondente.



Como mostra a figura acima a Lua está sempre metade iluminada e metade escura. Por que ela aparece para nós com diferentes formas?

Questão 2

Crenças populares afirmam que inúmeros fatores do nosso cotidiano estão associados às fases da Lua. Que tipo de influência as fases da Lua exercem na nossa vida de acordo com as crenças populares? As influências citadas são corretas do ponto de vista científico? Explique.

Embora os estudantes tenham conseguido, em sua maioria, diferenciar conhecimentos aceitos do ponto de vista científico de crenças populares, ficou claro que eles não tem entendimento a respeito na natureza e desenvolvimento da ciência. Este fato fica evidente quando os estudantes utilizam os termos "comprovado, "comprovado pela ciência" ou "comprovado cientificamente" para diferenciar os dois tipos de conhecimento. Tal equívoco poderia ter sido evitado, ou pelo menos atenuado, se a educadora tivesse também trabalhado com noções introdutórias de epistemologia, particularmente problematizando a inadequada relação entre "conhecimento científico/conhecimento comprovado" em oposição a "crença popular/ conhecimento não-comprovado", que transparece na fala dos alunos, levando-os a refletirem sobre as evidências científicas e a provisoriedade do conhecimento. Inserções dessas ideias deverão ocorrer numa próxima aplicação dessa proposta

4. Considerações

Esse trabalho tem foco nas crenças dos educandos em relação às fases da Lua. Viu-se que, apesar de envidarmos esforços no sentido de mostrar-lhes os resultados científicos conhecidos, muitos alunos mantiveram as suas crenças. De maneira geral, o debate de crenças populares com estudantes do Ensino Médio do ponto de vista científico deve ser feito com cautela. Grande parte dos conhecimentos afirmados por estudantes foi transmitido pelos seus familiares e são utilizados frequentemente em suas vidas.

É prudente mostrar aos estudantes que existe uma grande diferença entre as crenças populares e o conhecimento científico, e que ambas as formas de conhecimento são construções humanas. Segundo Jafelice (2010), “a ciência não é a grande detentora da verdade e do conhecimento”, entretanto é de se esperar que em uma aula de Física seja dada a oportunidade de o estudante entrar em contato com o conhecimento científico.

Desenvolver o espírito investigador e crítico no educando não significa impor o conhecimento científico como uma visão de mundo privilegiada, mas sim permitir o entendimento de como o conhecimento científico é produzido e promover a liberdade de questionamento dentro da sala de aula.

5. Referências

Até onde vai a influência da Lua sobre a Terra? **Veja**, edição 1638, p. 127, 2000.

Brasil, SEMTEC. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BERMAN, Bob. Strange Universe. **Astronomy**, September, p; 96-97, 2002.

DIAS, C.; RITA, J. Inserção da Astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v.6, p. 55-65, 2008.

IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. Concepções Alternativas de Alunos do Ensino Médio sobre o Fenômeno de Formação das Fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v.5, p. 25-37, 2008.

JAFELICE, L. C. **Astronomia, educação e cultura: abordagens transdisciplinares para os vários níveis de ensino**. Natal, RN: EDUFERN – Editora da UFRN, 2010. p. 21.

KAVANAGH, C; AGAN, L.; SNEIDER, C. Learning about Phases of the Moon and Eclipses: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. **Astronomy Education Review**, Issue 1, v. 4, p. 19-52, 2005.

OLIVEIRA, E.; VOELZKE, M.; AMARAL, L. Percepção Astronômica de um grupo de alunos do ensino médio da rede estadual de São Paulo da cidade de Suzano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v.4, p. 79-99, 2007.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. j. H. Epistemologia Implicações para o Ensino de Física, **Material de apoio ao curso de Especialização em Física para a Educação Básica**, UAB/UFRGS, 2010.

SCHAFER, J.; VARANO, S.; JARVIS, J.; CANCELO J. Bad moon on the rise? Lunar cycles and the incidents of crimes. **Journal of Criminal Justice**, v.38, Issue 4, 2010.

Secretaria da Educação do Rio Grande do Sul. *Lições do Rio Grande*, Referenciais Curriculares, v.4. Disponível em: http://www.seduc.rs.gov.br/pse/html/refer_curric.jsp?ACAO=acao1. Acesso em: 7 set. 2010.

SILVEIRA, Fernando Lang. Marés, Fases da Lua e Bebês. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n.1, p. 10-29, 2003.

APÊNDICE B – PRIMEIRA PARTE DO PRÉ-TESTE

Teste sobre as concepções dos alunos de 1º ano do Ensino Médio a respeito do tema estruturador Terra, Vida e Universo (Parte I)

Escola Nova Sociedade

Nome:

Série:

Idade:

Data:

1. Escreva um parágrafo respondendo, do seu ponto de vista:

“Como surgiu o ser humano?”

2. De acordo com o que os cientistas pensam atualmente sobre o universo, marque verdadeiro ou falso para as afirmativas que se seguem:

() A idade do universo se refere ao tempo que se passou desde o instante inicial, quando toda matéria do universo estava concentrada em um ponto, de forma que este era quente e denso, até os dias de hoje.

() O sistema solar se formou a partir de uma nuvem gigantesca de poeira e gás.

() O Sol, a Terra, a Lua e as estrelas sempre existiram, portanto não possuem uma idade.

() O sistema solar e todo o universo foram criados no mesmo instante.

() O universo é estático, ou seja, todas as estrelas e galáxias estão paradas em relação a nós.

() A energia do Sol, que nos ilumina e aquece, nunca irá se esgotar.

() Todo o universo está se expandindo e conseqüentemente, as galáxias se afastam de nós.

3. A respeito da origem do universo, responda:

a) Você conhece alguma teoria científica que explique como surgiu o Universo?

sim não

b) Qual é o nome dessa teoria?

c) O que diz essa teoria?

4. As estrelas estão longe demais e são quentes demais para irmos até elas estudá-las. Como os astrônomos sabem do que elas são feitas?

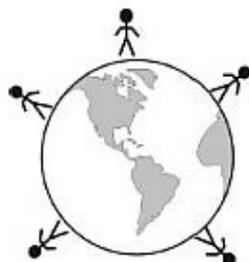
(Marque apenas uma alternativa)

Os astrônomos não sabem do que as estrelas são feitas.

Enviando sondas-robô para análise de material.

Analisando a luz que chega desses corpos através de um aparelho chamado espectroscópio. A imagem que é gerada pela estrela nesse aparelho é comparada com a imagem gerada por elementos conhecidos do nosso planeta.

5. (a) Considere as pessoas da figura dispostas em diferentes pontos na superfície da Terra. Cada uma vai largar uma pedra inicialmente em repouso. Desenhe uma linha orientada que demonstre qual é a trajetória da pedra, ao cair, correspondente a cada uma das pessoas.



(b) Como você explica as trajetórias que você desenhou?

9. A luz viaja a uma velocidade de 300 000 km/s. Isso significa que quando ligamos o farol do carro, por exemplo, a luz que sai percorre uma distância de 300 000 km em apenas 1s.

É claro que uma pessoa localizada a uma distância de 300 000 km do carro não poderá enxergar a luz do farol. Isso acontece porque à medida que a luz se propaga, sua intensidade diminui, ou seja, ela se torna cada vez mais “fraca”.

Ainda sim, somos capazes de observar a luz de estrelas que estão a bilhões e bilhões de quilômetros daqui.

A distância da Terra até o Sol é 150 000 000 km. Quanto tempo, aproximadamente, a luz do Sol leva para chegar à Terra?

10. O nosso planeta é considerado como um lugar muito especial porque ele possui condições ideais para o estabelecimento da vida e da sua continuação. Animais, vegetais e seres de tamanhos microscópicos como as bactérias e os vírus formam parte da diversidade biológica que temos aqui.

Quais características do nosso planeta que você acha que contribuem para o desenvolvimento e continuação da vida aqui?

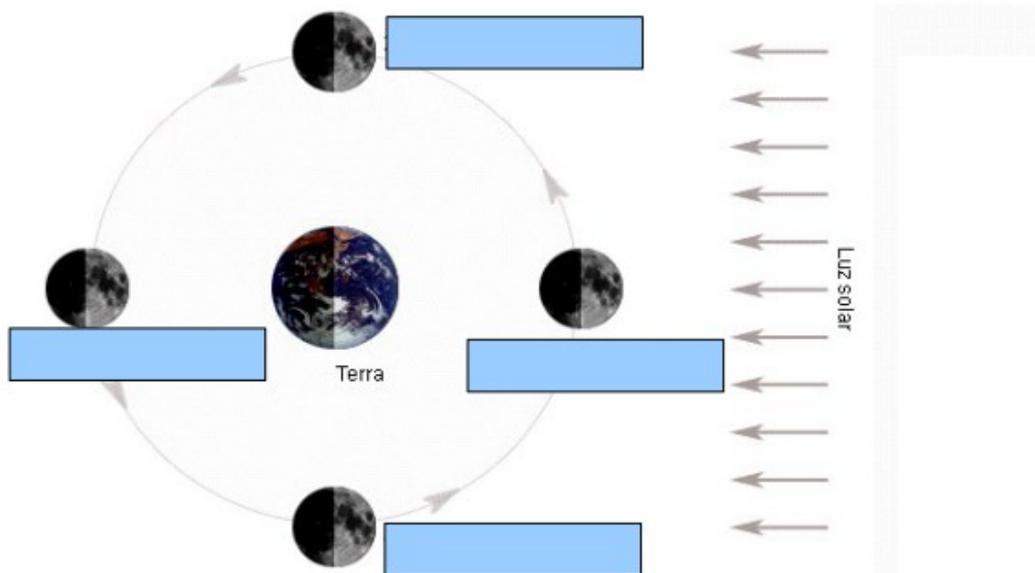
APÊNDICE C – SEGUNDA PARTE DO PRÉ-TESTE

Pré-teste (2º parte)

Nome:

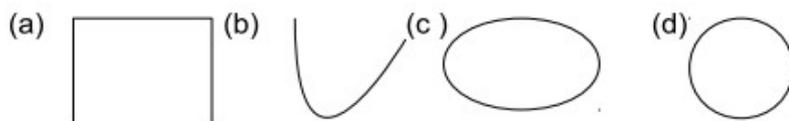
Turma:

1. O esquema abaixo mostra a Lua em suas principais configurações: quarto minguante, quarto crescente, cheia e nova. Preencha os quadrados com o nome da fase correspondente.



Como mostra a figura acima a Lua está sempre metade iluminada e metade escura. Por que ela aparece para nós com diferentes formas?

-
- (2) O dia e a noite, como definimos na Terra, acontecem porque
- o Sol gira ao redor da Terra.
 - a Terra gira ao redor do Sol.
 - a Terra gira sobre seu próprio eixo.
 - a Terra se afasta do Sol durante a noite e se aproxima do Sol durante o dia.
- (3) Qual das opções abaixo expressa uma razão para você pesar metade do que você pesa agora caso todos os demais fatores permanecessem constantes ?
- Retirar metade da atmosfera terrestre.
 - Dobrar a distância entre a Terra e o Sol.
 - Fazer a Terra girar com metade da sua velocidade de rotação.
 - Diminuir a massa da Terra pela metade.
- (4) Qual das figuras abaixo melhor representa uma elipse?



- (5) Os planetas possuem movimento de translação, descrevendo trajetórias ao redor do Sol. A respeito da forma das trajetórias dos planetas, marque a alternativa correta.
- () As trajetórias dos planetas são círculos perfeitos com o Sol localizado no centro.
 - () As trajetórias são elipses muito alongadas tendo o Sol no centro
 - () As trajetórias são elipses muito alongadas tendo o Sol em um dos focos.
 - () As trajetórias são elipses quase circulares tendo o Sol em um dos focos.
- (6) Com relação ao tempo que os planetas demoram para fazer uma volta completa em torno do Sol, marque a alternativa correta.
- () Todos os planetas giram ao redor do Sol levando o mesmo tempo para completar uma volta.
 - () Quanto maior a distância média do planeta ao Sol, mais tempo ele leva para fazer uma volta completa.
 - () Quanto menor a distância média do planeta ao Sol, mais tempo ele leva para fazer uma volta completa.
 - () A distância do planeta ao Sol não interfere no tempo que ele leva para fazer uma volta completa.
- (7) Os principais corpos que orbitam em torno do Sol são os 8 planetas do Sistema Solar.

Qual das figuras abaixo você acredita estar comparando melhor o tamanho dos planetas do Sistema Solar?

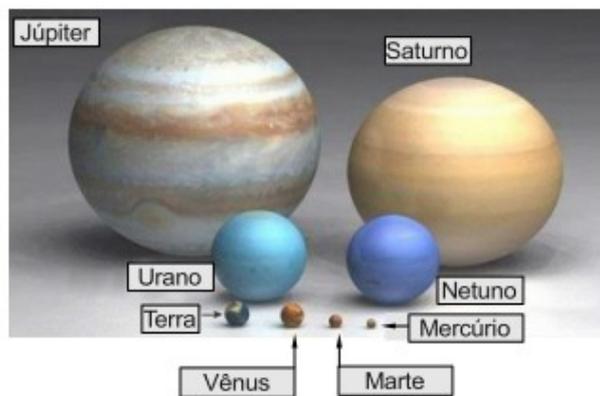


figura (a)



figura (b)

(8) No Sistema Solar podemos diferenciar dois grupos de planetas quanto à sua composição:

- planetas rochosos e planetas líquidos
- planetas rochosos e planetas gasosos
- planetas líquidos e planetas gasosos
- planetas líquidos e planetas vaporizados

(9) O sistema solar é constituído pelo Sol e seus planetas, além de planetas anões, asteróides, satélites e outros corpos menores. A respeito da formação do Sistema Solar, marque a alternativa correta.

- O Sistema Solar foi criado no mesmo instante que o restante do Universo.
- A Terra foi criada primeiramente em seguida o Sol foi feito para iluminar a Terra.
- O Sistema Solar surgiu a partir de uma grande explosão, cujos fragmentos formaram os planetas que hoje conhecemos.
- O Sistema Solar teve seu início a partir de uma nuvem de gás que se contraiu gravitacionalmente dando origem ao Sol e aos demais constituintes do sistema.

(10) Na sua opinião, qual é a causa mais importante para o fato de que no verão os dias são mais longos do que no inverno?

- Deve-se ao fato de que a órbita da Terra não é uma circunferência, é uma elipse.
- Deve-se à inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano de sua órbita.
- Deve-se ao fato de que no verão a Terra está mais próxima do Sol.
- Deve-se a fenômenos atmosféricos

(11) Qual das configurações melhor representa o fenômeno das marés?



e) Nenhuma das alternativas.



Marque apenas uma alternativa nas questões 12 e 13.

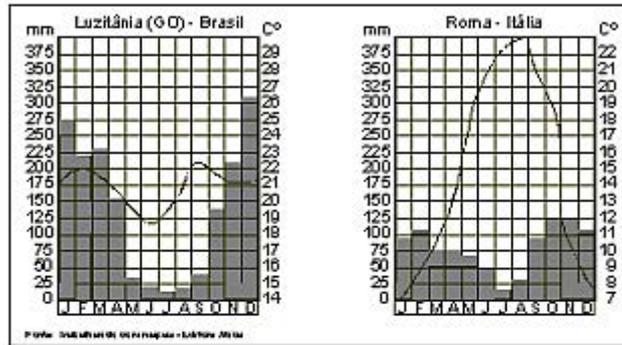
- (12) Quando o sol morrer ele vai
- se transformar em um planeta.
 - se transformar em uma anã branca.
 - se tornar um buraco negro.
 - O Sol nunca vai acabar, ele é eterno.
- (13) A Terra é composta de diversos elementos químicos, entre eles temos: Hidrogênio, Nitrogênio, Hélio, Carbono, Oxigênio e Ferro. A respeito da formação dos elementos químicos, podemos dizer que eles
- se formaram no interior da Terra a altas temperaturas.
 - se formaram a partir do decaimento radioativo de elementos instáveis aqui presentes.
 - foram criados juntamente com a Terra.
 - se formaram no interior das estrelas e durante a explosão de supernovas.
- (14) A respeito da possibilidade de existir vida fora da Terra, marque V(verdadeiro) ou F(falso) para as afirmativas que se seguem.
- Não existe a possibilidade de haver vida inteligente fora da Terra, já que o homem e a mulher foram criados apenas na Terra.
 - É possível existir vida fora da Terra, mas até hoje nenhum tipo de vida extraterrestre foi encontrada.
 - Não é possível existir vida fora da Terra, pois necessitamos de oxigênio para sobreviver e fora daqui ele não existe.
 - Estudar organismos que vivem na Terra sob condições extremas, os extremófilos, nos ajuda a entender como a vida pode se desenvolver em outros lugares fora da Terra.
 - O estudo sobre vida extraterrestre não é levado a sério pela totalidade da comunidade científica.
 - Existem projetos científicos de busca de vida inteligente fora da Terra, mas até tais projetos não apresentaram evidências sobre a existência de seres extraterrestres inteligentes.

As questões 15 e 16 admitem mais de uma alternativa correta.

- (15) O eclipse solar
- pode ocorrer quando a Terra fica entre o Sol e a Lua.
 - pode ocorrer quando Lua fica entre o Sol e a Terra.
 - pode ocorrer apenas quando a Lua está na fase Nova.
 - é independente de qual é a fase da Lua.
- (16) O eclipse total da Lua ocorre
- quando a Lua fica entre a Terra e o Sol.
 - quando a Lua está na fase Cheia.
 - em qualquer fase da Lua.
 - quando o Sol, a Terra e a Lua se alinham nessa ordem.

**APÊNDICE D- QUESTÃO UTILIZADA NO PÓS-TESTE PARA COMPARAR O AVANÇO
NA INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS RELATIVA À QUESTÃO 11 DA PRIMEIRA
PARTE DO PRÉ-TESTE**

10. As figuras abaixo representam a variação anual de temperatura e a quantidade de chuvas mensais em duas localidades. As temperaturas estão representadas pelas linhas e as chuvas, pelas colunas.



(a) Qual foi a temperatura mínima registrada na cidade de Luzitânia?

(b) Qual foi a temperatura máxima registrada na cidade de Roma?

(c) Em qual mês a temperatura começa a cair na cidade de Luzitânia?

(d) Qual foi a queda de temperatura na cidade de Roma entre os meses de Julho e Novembro?

(e) As temperaturas mínimas em Luzitânia ocorreram no mês de Junho e Julho, enquanto que na cidade de Roma ocorreu nos meses de Dezembro e Janeiro. Como você explica essa diferença?

APÊNDICE E – GUIA DO EDUCANDO



Universo, Terra e vida:

aprendizagem por investigação

Roberta Lima Moretti

Maria de Fátima Oliveira Saraiva

Eliane Angela Veit

Guia do Educando


UFRGS


**Instituto
de Física**

Ficha catalográfica a ser feita pela bibliotecária.

Universo, Terra e vida:

aprendizagem por investigação

(Guia do Educando)

Roberta Lima Moretti

Maria de Fátima Oliveira Saraiva

Eliane Angela Veit



Roberta Lima Moretti,

licenciada em Física pela Universidade de Brasília, é professora de Física na Escola Estadual de Ensino Médio Nova Sociedade. Como parte do seu mestrado em Ensino de Física, junto ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UFRGS, elaborou este material instrucional, que agora coloca à disposição da comunidade.



Maria de Fátima Oliveira Saraiva,

doutora em Ciências, na área de Astrofísica, pelo Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IF – UFRGS). É professora do Departamento de Astronomia do IF-UFRGS e membro do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física dessa instituição, onde orientou a dissertação de mestrado de Roberta L. Moretti.



Eliane Angela Veit,

licenciada em Física, com mestrado e doutorado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), é professora do Instituto de Física da UFRGS, e atua no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, onde co-orientou a dissertação de mestrado de Roberta L. Moretti.

Caro educando,

desde os tempos mais remotos, homens e mulheres buscam responder a perguntas fundamentais, tais como, "O que são aqueles pontinhos brilhantes no céu? ", " Por que ocorrem as fases da Lua? " e " Como surgiu o universo? E o ser humano? ". Ainda hoje, compartilhamos algumas dessas perguntas com nossos ancestrais.

Esperamos que as atividades contidas neste guia levem você a conhecer um pouco mais sobre o Universo e que muitas de suas indagações possam ser respondidas, mas lembre-se que nem todas as perguntas possuem uma resposta pronta. Os cientistas empenham grandes esforços para desvendar os mistérios do Universo e já avançaram muito em suas pesquisas, entretanto, nem tudo é completamente descrito pela Ciência.

A curiosidade é o ingrediente essencial para aprender sobre o Universo, a Terra e a vida. As respostas à algumas pergunta fundamentais aparecem no decorrer das atividades, mas não serão fornecidas sem esforço. Para consegui-las é preciso participar das leituras, discussões e experimentos!

Sumário

Atividade 1: Qual é a sua localização no Universo?	03
Atividade 2: O que é grande? O que é pequeno?	06
Atividade 3: O estudo do universo é considerado ciência?	08
Atividade 4: O Universo é estático ou dinâmico?	10
Atividade 5: Por que ocorrem as fases da Lua?	18
Atividade 6: Intervalos de tempo entre as fases da Lua e a variação do período de lunação	22
Atividade 7: Por que ocorrem os eclipses?	24
Atividade 8: Prevendo eclipses solares	28
Atividade 9: Constituição e origem do Sistema Solar	29
Atividade 10: Como podemos prever a localização dos planetas?	34
Atividade 11: Viagem interplanetária	38
Atividade 12: Quais fatores influenciam na intensidade da força gravitacional?	41
Atividade 13: Campo gravitacional x distância	44
Atividade 14: A importância do Sol e o seu ciclo de vida	48
Atividade 15: O que vai acontecer com o Sol?	52

Atividade 1: Qual é a sua localização no Universo?

A Terra é um planeta que possui condições muito especiais que possibilitam o desenvolvimento da vida humana. É chamada de planeta azul porque, vista do espaço, tem como cor predominante o azul. A Terra, os outros planetas (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno), os planetas-anões (Ceres, Plutão, Haumea, Makemake e Eris), os asteroides e os cometas orbitam em torno do Sol. O Sol é a estrela mais próxima de todos esses corpos e está localizado a uma distância de **8 minutos-luz** da Terra. A esse conjunto formado pelos corpos celestes, que têm seus movimentos governados pelo campo gravitacional do Sol, denominamos **Sistema Solar**.

Quando o Sol se põe e a noite vem, é possível observar as estrelas. Se você estiver localizado em um lugar com pouca poluição luminosa, longe dos grandes centros urbanos, você poderá vislumbrar uma mancha luminosa esbranquiçada que varre o céu. Os antigos denominaram essa mancha de Via Láctea (caminho leitoso). Com o advento dos telescópios foi possível perceber que essa mancha é, na verdade, um conjunto de bilhões de estrelas. Hoje, sabemos que esse conjunto de estrelas é a evidência mais visível de que estamos localizados em uma galáxia, que foi batizada de **Via Láctea**. Alguns acreditavam que esse conjunto de estrelas, poeira e gás, se estendia infinitamente. Hoje sabemos

que a Via Láctea não está sozinha no Universo. No século XX, com a construção de telescópios maiores, ficou claro que muitos dos pontinhos que eram considerados estrelas, eram na verdade galáxias distantes. A nossa galáxia, apesar de não ser infinita, possui um diâmetro de **80 000 anos-luz**. Andrômeda, a galáxia espiral mais próxima da Via Láctea, encontra-se a uma distância de aproximadamente 2,2 milhões de anos-luz da Terra.

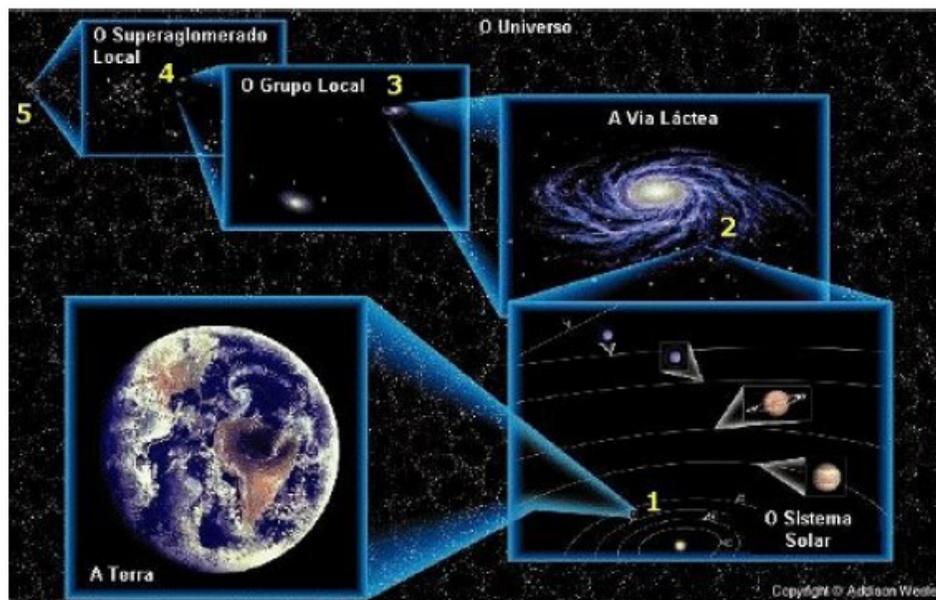


Figura 1: A nossa localização no Universo.

Fonte: clicknoalf.blogspot.com (Acesso em: 02/03/2010 link desativado atualmente)

A distribuição das galáxias no espaço não é uniforme. As galáxias interagem entre si podendo formar estruturas que contêm um conjunto pequeno de galáxias, até os chamados superaglomerados de galáxias, contendo milhares de membros. A Via Láctea pertence a um aglomerado de galáxias com aproximadamente 50 galáxias, o **Grupo Local**. As galáxias do grupo local sofrem grande influência da nossa galáxia e da galáxia de Andrômeda. Em torno de ambas, orbitam várias galáxias menores. O Grupo Local possui um diâmetro de aproximadamente 5 milhões de anos-luz e está localizado dentro de um superaglomerado de galáxias que contém cerca de 100 aglomerados de galáxias. Esse superaglomerado é chamado de **Superaglomerado**

Local ou de **Superaglomerado de Virgem** e possui um diâmetro de aproximadamente 110 milhões de anos-luz.

Bibliografia

Em casa, no Universo. (2009, Porto Alegre, RS)

http://en.wikipedia.org/wiki/Virgo_Supercluster (Acesso em: 17/02/2012)

Qual é a sua localização no Universo?

1.1) Qual é a sua localização no Universo?

1.2) Suponha que você está perdido no meio do espaço a trilhões de quilômetros da Terra. Por sorte, um alienígena amigável o encontra e oferece uma carona. De que forma você explicaria onde você mora? Existe algum inconveniente na sua explicação?

Como representar números muito grandes?

1.3) O texto utiliza unidades de distância diferentes das que estamos habituados a utilizar. Que unidades são essas?

1.4) Discuta com os colegas e defina com suas palavras o minuto-luz e o ano-luz.

1.5) A velocidade de propagação da luz no vácuo é de 300 000 km/s. Isso significa que a luz percorre 300 000 km a cada segundo. Sabendo disso, responda:

(a) Quantos quilômetros a luz percorre em um minuto?

(b) Quantos quilômetros a luz percorre em 1 ano?

1.6) Todos os povos, em algum momento da história, definiram unidades de medida. Na Inglaterra, por exemplo, mediam-se as distâncias em polegadas, pés, jardas, milhas e léguas. Ainda são unidades oficiais nos Estados Unidos as polegadas, pés e milhas. A unidade de medida de comprimento adotada hoje em dia pelo Sistema Internacional de Unidades (SI) foi estabelecida quando o governo francês, após a Revolução Francesa, se manifestou declaradamente contra os padrões antigos. Esse governo (1789) convocou um grupo de homens cultos para criar um sistema de unidades para todas as medidas. Denominaram esse sistema de unidades de Sistema Métrico e a sua unidade fundamental de metro (do grego *metron*, medir).

(a) Você conhece outras unidades de medida além das mencionadas no texto?

(b) Quanto vale 1 ano-luz na unidade de comprimento adotada pelo SI?

(c) Represente esse número de uma maneira mais compacta. (Dica: utilize as potências de 10)

1.7) Neste curso trabalharemos com medidas astronômicas de tempo e de espaço. Representar distâncias e tempo da maneira usual pode acarretar um trabalho desnecessário. Para encarar esse novo desafio, vamos utilizar a notação científica para representar os números muito grandes e os números muito pequenos. Vamos começar pelos números muito grandes.

A primeira coluna da tabela abaixo mostra algumas distâncias e comprimentos que foram mencionados no texto. Preencha as lacunas da tabela.

	...em anos-luz ou minutos-luz	... em metros	...em metros, usando potências de dez
Distância do Sol até a Terra...			
Comprimento da Via Láctea...			
Distância da galáxia de Andrômeda à Via Láctea...			
Diâmetro do Grupo Local de galáxias...			
Diâmetro do Superaglomerado Local de galáxias...			

1.8) Seria conveniente utilizar milímetros para medir a distância do Sol até a estrela mais próxima? Explique.

Atividade 2: O que é grande? O que é pequeno? Ordem de Grandeza e Notação Científica

Para descrever o Universo, utilizamos números tão enormes que não conseguimos concebê-los nem mesmo na nossa imaginação. Ao estudar a estrutura da matéria nos deparamos com números tão pequenos, também difíceis de imaginar. A maior distância observável do universo mede cerca de 740 000 000 000 000 000 000 000 m, e a massa de um próton é aproximadamente 0,00 000 000 000 000 000 000 000 000 167 kg. Para escrever números muito grandes ou muito pequenos, utilizaremos a **notação científica**. A notação científica é uma forma de escrever números que acomoda valores que são demasiadamente grandes (1000000000000) ou pequenos (0,000000000001) para serem convenientemente escritos em forma convencional. O uso desta notação está baseado nas potências de 10 (os casos exemplificados acima, em notação científica, ficariam: 1×10^{11} e 1×10^{-11} , respectivamente). Um número escrito em notação científica segue o seguinte modelo:

$$m \times 10^e$$

O número **m** é denominado **mantissa** que deve ser **maior ou igual a 1 e menor que 10**. O número **e** é o **expoente**, que é positivo quando representamos números grandes e negativo quando representamos números pequenos. A distância do Sol até Netuno escrita em notação científica é de cerca de $4,5 \cdot 10^{12}$ metros. Saber que essa distância possui algumas centenas de metros a mais ou algumas centenas de metros a menos não nos ajuda a compreender o quanto Netuno está distante do Sol. Para obter uma visão geral do quão grande ou o quão pequena é uma distância (ou tamanho) utilizamos a **ordem de grandeza**. Podemos dizer que a distância do Sol até Netuno possui ordem de grandeza de 10^{13} metros.

Para determinar com facilidade a ordem de grandeza, **deve-se primeiramente escrever o número em notação científica e, em seguida, observar se o número que acompanha a potência de dez é maior ou menor que $\sqrt{10}$, onde $\sqrt{10}=3,16$** . Se o número for menor ou igual a 3,16, a ordem de grandeza será a própria potência de dez

que acompanha o número. Se o número for maior do que 3,16, a ordem de grandeza será a potência de dez que acompanha o número multiplicada por dez. No caso da distância de Netuno até Plutão, temos que $4,5 > \sqrt{10}$, portanto a ordem de grandeza dessa distância será $10^{12} \cdot 10 = 10^{13}$.

Podemos também estar interessado na ordem de grandeza de medidas muito pequenas, por exemplo, a distância média de moléculas de ar dentro de uma sala que corresponde a aproximadamente $6 \cdot 10^{-8}$ m. Como $6 > \sqrt{10}$, a ordem de grandeza dessa distância será $10^{-8} \cdot 10 = 10^{-7}$ m.

2.1) Assista à apresentação de *slides* e preencha os itens *ordem de grandeza* e *tamanho do objeto* para cada uma das fotos indicadas.

Foto do Objeto	Ordem de Grandeza	Tamanho do Objeto (medida decimal em metros)
Via Láctea (nossa galáxia)		
Sistema Solar (nosso sistema)		
Órbita da Lua (que circunda a Terra)		
Terra (planeta dos terráqueos)		
Folha de Carvalho		
Núcleo Celular (da folha de Carvalho)		
Núcleo Atômico (do átomo de Carbono)		

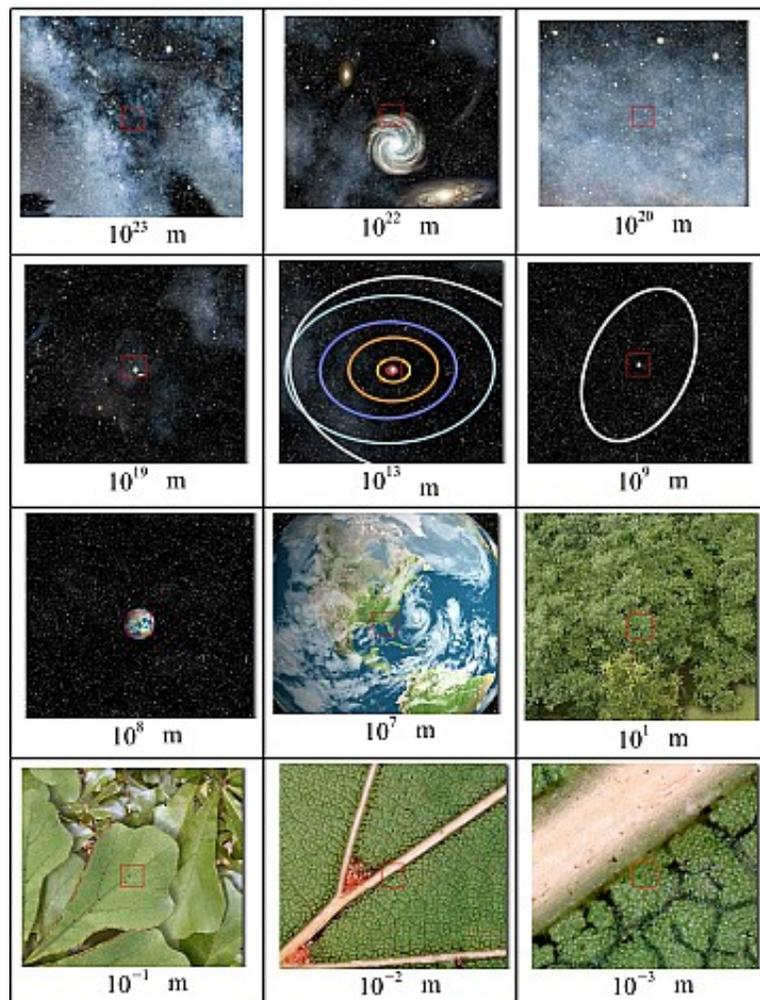


Figura 2: Estas figuras mostram uma visão do Universo em diferentes ordens de grandeza.

Fonte: <http://www.micro.magnet.fsu.edu/> (acessado em 17/02/2012)

2.2) Tomando como exemplo os registros efetuados na questão 2.1, preencha as colunas medida decimal, notação científica e ordem de grandeza para cada uma das medidas apresentadas.

Tamanho ou extensão	Medida Decimal (m)	Notação Científica	Ordem de Grandeza
Distância à estrela mais próxima			
Distância da Terra ao Sol			
Distância de Porto Alegre à Nova Santa Rita			
Espessura média da folha de papel A4 75g/m ³			
Raio da órbita do elétron no átomo de Hidrogênio			

Bibliografia

Atividade adaptada de 5S86. Steffens, César Augusto
 Caderno de atividades para instrução de medição num laboratório didático de Ensino Médio. César Augusto Steffens - Porto Alegre: UFRGS, 2008.
 Disponível em:
http://www.if.ufrgs.br/mpef/textos/CADERNO_DE_ATIVIDADES_Cesar_Steffens.pdf (Acesso em: 17/012/2012)

Atividade 3: O estudo do Universo é considerado ciência?

Para entender como a **Cosmologia** pôde se organizar devemos começar pelo entendimento do que é o objeto dessa ciência, isto é, do que trata realmente a Cosmologia? A primeira resposta nos diz que a Cosmologia trata do Universo, ou seja, é a "**ciência cujo objetivo é descrever e tornar compreensível, de acordo com as leis da Física, as propriedades físicas do Universo como um todo**". (Maurice Merleau-Ponty, "Discurso editorial").

Mas o que é isso que chamamos de **Universo**? Poderíamos ser levados a aceitar a definição de que o Universo é a totalidade do espaço, do tempo, da matéria e da energia. De imediato, essa definição colocaria a Cosmologia como a **ciência mais fundamental** e ao mesmo tempo pode levar a Cosmologia a ser identificada como **não constituindo parte da ciência**.

A aceitação dessa definição simples produziu dificuldades, ao longo na primeira metade do século XX, que impossibilitaram à Cosmologia, durante muito tempo, ser aceita como ciência. Essa dificuldade está ligada a aparente impossibilidade de observarmos seu objeto de estudo: a totalidade.

Com efeito, toda observação na **Física**, como em qualquer outra ciência, é limitada no espaço e no tempo. Como propor um experimento que contemplasse a grandiosidade do Universo? Como não se poderia observar o Universo em sua totalidade, não poderíamos produzir uma ciência a partir desse objeto vago e inobservável.

O conceito de totalidade parece vago e mais grave ainda, ele favorece uma

perigosa e indesejável aproximação com outros **saberes** e **não saberes**, que os físicos não gostariam de ter.

Só para citar um exemplo escandaloso: essa definição de Cosmologia permitiria a formulação de questões envolvendo a **criação do mundo**.

Responder a essas questões é uma tarefa que a ciência moderna sempre considerou como fora do alcance da Ciência e que estaria apenas no imaginário do cientista, impossível de se associar à prática científica.

Essa era a situação nas primeiras décadas do século XX. Entretanto por volta de 1930 e, mais tarde, 1964, duas experiências importantes mudaram radicalmente o ponto de vista da comunidade científica. No final da década de 1920, o astrônomo norte-americano Hubble, realizou observações de fontes de fora de nossa galáxia. Essas observações acabaram por demonstrar que o Universo como um todo experimentava um processo de expansão. Em 1964, os astrônomos Arno Penzias e Robert Wilson detectaram a radiação cósmica de fundo, considerada prova de que o Universo teria sido menor e mais quente no passado.

O que há de comum nessas observações é que não se referem a propriedades locais, não falam desta ou daquela galáxia, não tratam de processos delimitados pelo espaço e pelo tempo, mas se referem ao **Universo como um todo**. Assim, essas observações devem ser entendidas como a

garantia de que a totalidade do que existe pode ser observável.

Essas observações deveriam, portanto, levar a Cosmologia a ser aceita pela comunidade científica. Entretanto, surge um discurso conflituoso. Para ser considerada ciência, a Cosmologia deveria abdicar de suas pretensões



Figura 3: Arno Penzias e Robert Wilson observaram a radiação cósmica que preenche todo o Universo.

Fonte: http://nhdpenzias.comyr.com/index.php?p=1_2 (acessado em 17/02/2012)

primeiras: produzir um cenário completo do Universo como um todo. Tal objetivo tão amplo era visto por muitos cientistas como metafísico e foi inaceitável por físicos e astrônomos.

Depois que as observações cósmicas mostraram as propriedades escondidas do Universo profundo, apareceu uma reação no interior da Física que tomou conta da maioria da comunidade científica. Tal reação consistia em restringir a atuação da Cosmologia.

Para ser considerada como ciência a Cosmologia deveria se limitar a tratar de quantidades convencionais, já conhecidas pela Física. Enquanto a Física teria como objetivo estudar fenômenos que acontecem na Terra e em nossa vizinhança, a Cosmologia estaria reservada a tarefa de constituir-se em uma Física de grandes dimensões no espaço e no tempo, uma Física de galáxias, que seria denominada Astrofísica Extragaláctica, nada mais do que isso. Essa foi a forma encontrada para fazer da Cosmologia uma ciência: limitar a sua área de atuação, retirando-lhe qualquer possibilidade de penetrar regiões tradicionalmente consideradas como pertencentes a outros saberes, outras práticas humanas, tal como, o exame da questão da criação do Universo, que deveria pertencer à metafísica racional ou à teologia racional. No entanto, o cosmólogo Mário Novello defende que: a Cosmologia deve ser pensada como algo mais do que sua caracterização como Física de grandes dimensões. **A Cosmologia certamente é também a Física Extragaláctica, mas não se esgota nela. Suas consequências são mais amplas e profundas e tocam as raízes do próprio discurso racional sobre o mundo, penetrando aí um território comum disputado por vários saberes.**

Bibliografia

Texto adaptado de: Novello, Mário, 1924
O que é cosmologia?: A revolução do pensamento cosmológico/Mário Novello. - Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006 (páginas 26 à 29).

A Cosmologia é considerada ciência?

3.1) O que impedia a Cosmologia de ser considerada ciência pela comunidade científica?

3.2) Por que as observações de Hubble modificaram radicalmente a forma como a Cosmologia era tratada pela comunidade científica?

3.3) O autor afirma que a ciência evita penetrar em um território "disputado por diversos saberes". Que território é esse? Você conhece outras questões que a ciência evita responder? Quais?

Atividade 4: O Universo é estático ou dinâmico?

Até o presente momento, você teve a oportunidade de conhecer qual a sua localização no Universo e de perceber quão enormes são as dimensões de objetos astronômicos e as distâncias entre eles.

Agora, vamos aprofundar nosso estudo do Universo, vamos começar a conhecer como ele é no presente e como ele foi em um passado remoto.

Universo Estático x Universo Dinâmico

Em uma noite estrelada podemos olhar para o céu e apreciar a sua imensidão. Todos aqueles pontinhos brilhantes, as estrelas, parecem estar incrustados em uma imensa esfera. Em uma noite límpida, você pode olhar para o céu e localizar algumas **constelações**. A constelação do Escorpião (Figura 4), por exemplo, forma um desenho que lembra o rabo de um escorpião. Embora a posição dessa constelação varie com o decorrer do ano, as distâncias entre as estrelas se mantêm fixas.

As grandes distâncias entre nós e as estrelas pertencentes a uma constelação, fazem com que as estrelas das constelações pareçam manter exatamente as mesmas posições relativas. Temos a impressão de que o céu e, conseqüentemente, o Universo, é **imutável**.

Esta impressão não é só nossa. Desde os tempos mais antigos, os pensadores que buscaram descrever o Universo acreditavam que esse possuía uma característica principal: era **estático**. É claro que ocorriam fenômenos no Universo que modificavam as coisas, como o nascimento e morte dos seres vivos, o ciclo da água, o movimento dos astros (Sol, Lua, estrelas e planetas) e até mesmo a explosão de uma estrela, mas todos esses eventos eram vistos como **fenômenos locais**.



Figura 4: Constelação de Escorpião

Fonte:

<http://betow.files.wordpress.com/2007/06/escorpiao.jpg> (acessado em 17/02/2012)

Newton e outros pensadores acreditavam que se estudássemos o Universo, não sob o ponto de vista local, mas sob o ponto de vista mais amplo possível, ele seria sempre o mesmo. Einstein foi um dos primeiros a desenvolver uma teoria científica que buscava explicar **o Universo. Ao aplicar a sua Teoria da Relatividade Geral ao Universo como um todo, Einstein viu que suas equações não eram compatíveis com um Universo estático, pois a matéria existente nele faria os corpos se atraírem, e o Universo mudaria com o tempo.** Desiludido com esse resultado e convencido de que o Universo era imutável, Einstein alterou sua teoria. Ele introduziu uma constante, denominada constante cosmológica, nas equações relativísticas para que estas conduzissem a um Universo estático (eterno e imutável).

Bibliografia

http://pt.wikipedia.org/wiki/Constante_cosmol%C3%B3gica (Acesso em: 08/02/2012)

Idéias Previas

4.1) Na sua opinião, o Universo é estático ou dinâmico?

Explique.

O Universo é estático?

Para responder essa pergunta vamos fazer algumas leituras e discutir alguns conceitos novos.

4.2) A turma deve se dividir em grupos de no máximo quatro pessoas e no mínimo três.

4.3) Cada grupo receberá um texto com informações a respeito do Universo.

Após ler o texto cada grupo deverá responder a uma pergunta especificada ao final do texto.

4.4) Cada grupo deve apresentar, para a turma, um resumo de sua leitura e responder à questão correspondente ao seu texto no quadro-negro.

4.5) Durante a leitura do texto e, posteriormente, após a apresentação dos colegas, alguns conceitos novos serão introduzidos. Registre os conceitos novos e os seus respectivos significados na Tabela 1.

Tabela 1: Conceitos abordados no debate sobre os textos

Conceito	Significado
Nebulosa	
Galáxia	
Velocidade	
Espectro Eletromagnético	
Espectrógrafo	
<i>Big Bang</i>	

4.6) Depois de ter lido o texto de seu grupo e ter discutido com os colegas, responda às perguntas abaixo em uma folha separada.

(a) O que são galáxias?

(b) O que é o desvio da luz para o vermelho?

(c) Enuncie a Lei de Hubble.

(d) Qual é a relação entre a Lei de Hubble e o *Big Bang*?

(e) O Universo é estático ou dinâmico? Procure justificar cientificamente seu ponto de vista.

Texto 4.1: Edwin Hubble e a descoberta das Galáxias

Até cerca de 1600, os astrônomos faziam os seus estudos utilizando um "instrumento" óptico excepcional, mas que se demonstrou limitado para as ambições do conhecimento: o olho humano. Em 1608 aconteceu algo de extraordinário, veio a público a invenção de um estudioso holandês que se dedicava à ciência da óptica. Seu nome é Hans Lippershey (1570-1619) e ele inventou a luneta, um pequeno telescópio refrator. O nome refrator origina-se do fato de que a luneta utiliza lentes, nesse caso, duas, uma côncava e uma convexa. O grande sábio italiano Galileu Galilei (1569-1642) tomou conhecimento desse invento em 1609 e imediatamente construiu o seu próprio instrumento. Apontou-o para o céu. Nascia a luneta astronômica! O primeiro avanço significativo para a melhoria do acesso do homem às maravilhas do cosmos.

A luneta astronômica de Galileu foi a precursora dos grandes telescópios atuais. Os telescópios que os astrônomos profissionais utilizam em suas pesquisas possuem, em sua grande maioria, espelhos ao invés de lentes, como partes principais do sistema óptico utilizado para coletar a luz dos astros distantes. Eles são chamados, nesse caso, de telescópios refletivos.

O telescópio usado na descoberta das galáxias, foi um refletor, com espelho de 2,5 metros de diâmetro, localizado no Monte Wilson, no estado norte-americano da Califórnia. Foi com ele que Edwin Powell Hubble fez a sua grande descoberta!

O astrônomo inglês Thomas Wright (1711-1786) sugeriu no século XVIII que as "manchas" luminosas, ou nebulosas, vistas no céu, entre as estrelas da Via Láctea, poderiam ser sistemas semelhantes ao sistema da Via Láctea, mas que pareceriam pequenos no céu por estarem a enormes distâncias de nós. O filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) adotou esta ideia com entusiasmo e de certa forma foi o maior responsável pela sua divulgação

nos meios eruditos. A sua proposição do problema ficou conhecida como a "hipótese dos universos-ilha". A ideia era boa e parecia correta, mas era necessário que a hipótese fosse comprovada, para que fosse aceita de forma definitiva. Foi isto que Edwin Hubble fez.



Figura 5: Imagem da galáxia de Andrômeda obtida pelo telescópio Hubble.

Fonte:

http://apod.nasa.gov/apod/image/0905/m31_gendler.jpg (acessado em 17/02/2012)

Em 1923, utilizando o telescópio de 2,5 metros de Monte Wilson, ele identificou estrelas individuais numa das nebulosas de Wright e Kant, uma das maiores delas, a chamada "Grande Nebulosa de Andrômeda". Ela tem este nome por ser vista na região do céu onde se localiza a constelação de Andrômeda. Através de um estudo detalhado das propriedades luminosas dessas estrelas, Hubble conseguiu medir a distância até elas e, por conseguinte, até a "Grande Nebulosa". O resultado foi extraordinário: a distância até a nebulosa era muito maior que o tamanho da própria Via Láctea!

A conclusão foi inevitável. Aquela "mancha" luminosa no céu - uma entre muitas - era na verdade um sistema formado por bilhões de estrelas tão grandioso quanto aquele em que o Sol e a nossa Terra estavam situados. Esses sistemas formados por grande quantidade de estrelas, que se mantêm unidas pela força gravitacional,

passaram a ser chamados de "galáxias". A partir daí, outras nebulosas foram estudadas por Hubble, e o resultado foi repetidamente confirmado. As galáxias haviam sido descobertas!

Bibliografia

Texto adaptado de Prof. Domingos Sávio de Lima Soares (28/08/2007)

Fonte: <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas77.htm>

Resposta: O que são as galáxias?

Texto 4.2: Espectro das Galáxias

Hubble estudou o espectro de luz emitido pelas galáxias. Essa radiação é emitida tanto pelas estrelas que compõem as galáxias, quanto pelos gases aquecidos espalhados entre as estrelas que compõem o meio interestelar.

A luz que recebemos, dado que é uma onda eletromagnética, pode ser decomposta em seus diversos comprimentos de onda, por instrumentos instalados nos telescópios denominados espectrógrafos. O seu princípio de funcionamento é o mesmo de um prisma capaz de decompor a luz solar, separando-a segundo os diversos comprimentos de onda dessa radiação.

Tanto no caso do Sol, como de outras estrelas semelhantes, podemos perceber em seu espectro a presença de linhas escuras denominadas linhas de absorção, e que indicam a presença de elementos químicos presentes em sua fotosfera. Estas linhas funcionam como uma impressão digital revelando a presença daqueles elementos.

Analogamente, os gases quentes do meio interestelar também emitem uma radiação, que pode ser decomposta espectralmente, e que possui linhas de emissão. Essas linhas são emitidas por gases muito quentes, com temperatura da ordem de milhares de graus, e que estão muito diluídos no espaço.

As linhas de emissão, bem como as linhas de absorção, contêm informações

muito importantes sobre a presença de elementos químicos na Terra, nas estrelas e nas galáxias. A luz emitida por esses elementos químicos, sabemos muito bem por experiências em laboratórios terrestres, ocorrem em comprimentos de onda muito bem determinados. No entanto, na luz que recebemos das galáxias, todas as linhas espectrais encontram-se deslocadas sistematicamente para comprimentos de onda maiores. Esse deslocamento é conhecido como desvio para o vermelho e foi interpretado como devido à velocidade de afastamento das galáxias. Hoje sabemos que esse deslocamento se deve, de fato, à expansão do Universo e quanto mais distante está a galáxia observada, tanto maior será o deslocamento para o vermelho.

A expansão do universo não pode ser percebida sem os instrumentos adequados, o que faz com que o Universo pareça estático. Esse fato decorre da impossibilidade de atestarmos visualmente qualquer variação significativa nos astros mais distantes do nosso Universo.

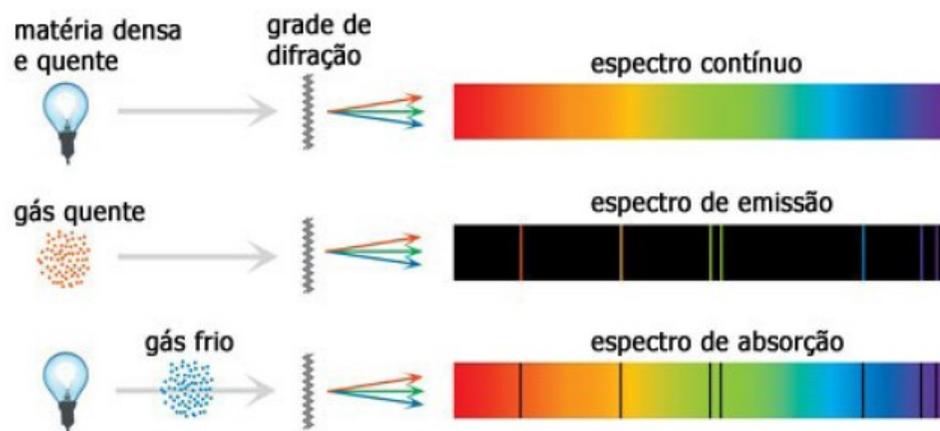


Figura 6: A figura mostra os espectros característicos das linhas de absorção e de emissão do gás quente e do gás frio.

Fonte: <http://www.scienceinschool.org/print/300> (acessado em 17/02/2012)

Bibliografia

Texto adaptado de *A expansão do Universo e Suas Consequências Cosmológicas*, Ronaldo E. De Souza, Dept. de Astronomia IAG/USP

Responda: O que é o deslocamento da luz para o vermelho?

Anexo do texto 4.2

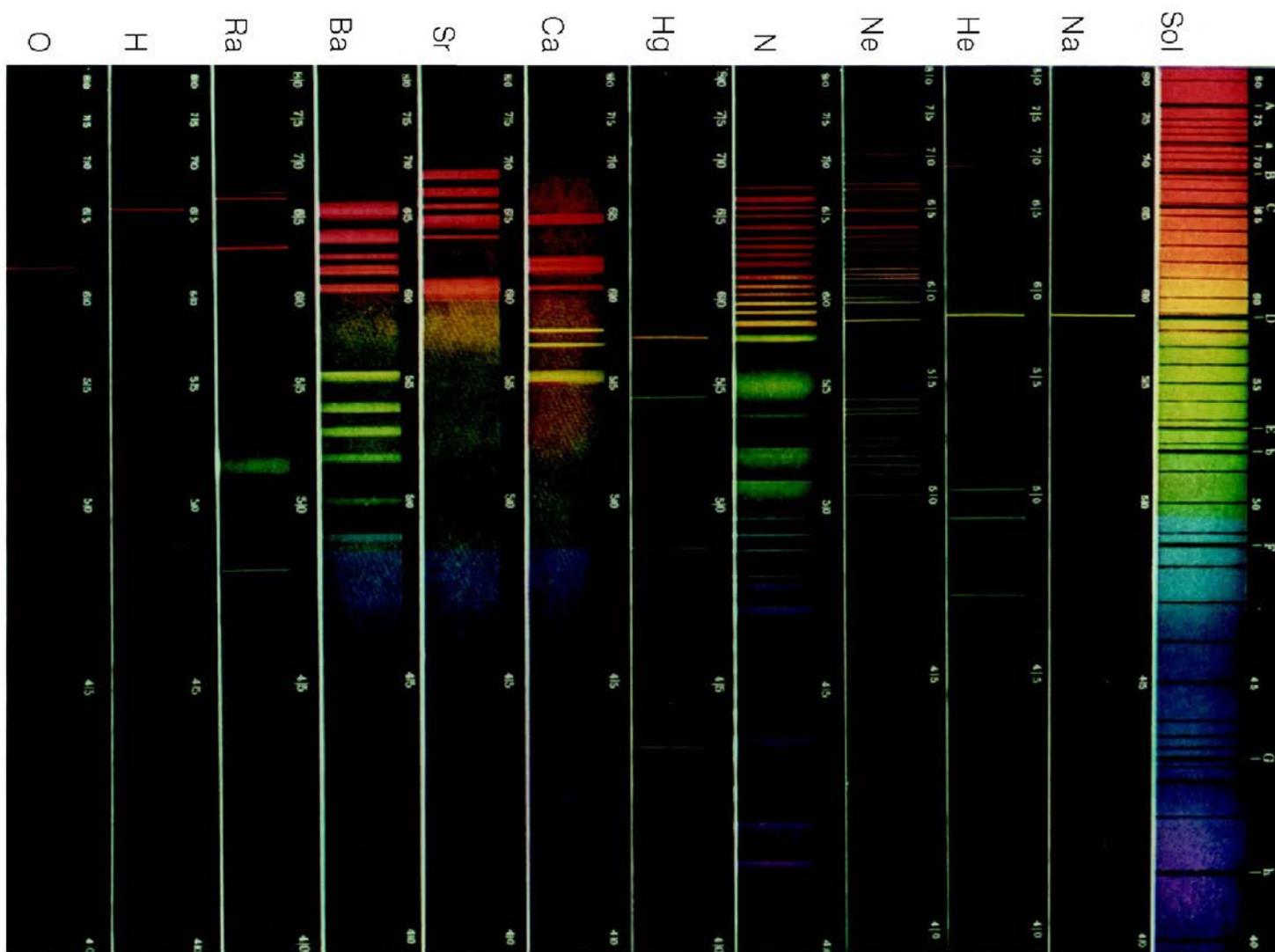


Figura 7: Espectro do Sol (extrema direita) e de diferentes elementos químicos. Comparando as posições das linhas brilhantes nos espectros dos elementos com a posição das linhas escuras do Sol, é possível identificar quais são os elementos químicos que constituem o Sol.

Texto 4.3: Lei de Hubble

A Lei de Hubble descreve uma observação feita na Cosmologia: a velocidade de afastamento com a qual a maioria das galáxias está se distanciando da Terra é proporcional a distância dessas galáxias até nós. Essa lei foi formulada por Hubble em 1929 após aproximadamente uma década de observações. A velocidade de afastamento das galáxias já havia sido calculada e divulgada por Vesto Slipher (1917). Vesto Slipher calculou a velocidade de afastamento das galáxias a partir do deslocamento para o vermelho das linhas espectrais da mesma. Quanto mais distante a localização da galáxia, maior era o deslocamento de suas linhas espectrais para o vermelho.

Esse fenômeno ocorre quando a fonte e o observador se movem um em relação ao outro. Quando se afastam um do outro, o comprimento de onda visto pelo observador aumenta, diminuindo quando fonte e observador se aproximam. Portanto, se uma galáxia estiver se aproximando, sua luz se desloca para o azul; se estiver se afastando, para o vermelho. Em cada caso, a variação relativa do comprimento de onda é proporcional à velocidade com que a fonte se move. A observação de que a luz emitida pelas galáxias é desviada para o vermelho é considerada a primeira evidência da expansão do Universo, e hoje em dia é uma das peças fundamentais que dão suporte a essa teoria.



Figura 8: Imagem mais profunda obtida pelo telescópio Hubble. Cada ponto desses corresponde a uma galáxia.

Fonte: <http://eternosaprendizes.com> (acessado em 17/02/2012)

O termo *Big Bang* é utilizado pelos cosmólogos para se referir à ideia de que o Universo se expandiu a partir de uma condição inicial quente e densa há 13,7 bilhões de anos, e continua se expandindo até hoje. Hubble procurou uma relação matemática que permitisse descrever qual a relação entre a distância da galáxia e a sua velocidade de afastamento, percebendo que essa relação é linear e pode ser descrita como:

$V = H \times D$, onde:
V: velocidade de afastamento das galáxias.
H: Constante de Hubble
D: a distância da galáxia até o planeta Terra.

Essa relação mostra que a velocidade de afastamento da galáxia (V) é proporcional à distância da galáxia até a Terra (D).

O fator de proporcionalidade é a constante de Hubble (H), que atualmente possui o valor de $2,5 \cdot 10^{-18}$ /s.

Bibliografia

http://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_de_hubble (Acesso em: 08/02/2012)

Enuncie a Lei de Hubble.

Texto 4.4: A teoria do *Big Bang* e a Lei de Hubble

A Cosmologia é a área da ciência que estuda a origem e a evolução do Universo. Einstein foi um dos primeiros a propor uma teoria científica que tinha como principal objetivo descrever o Cosmos. Cosmos (ou cosmo) é um termo que designa o Universo em seu conjunto, toda a estrutura universal em sua totalidade, desde o microcosmo ao macrocosmo. O cosmos é a totalidade de todas as coisas desse Universo ordenado, desde as estrelas, até as partículas subatômicas.

Em 1917, quando Einstein aplicou a sua Teoria da Relatividade Geral a todo o Universo, a Cosmologia deixava de ser considerada mera especulação e passava a ser mais bem aceita pela comunidade científica. Os resultados que Einstein conseguiu com a aplicação da Teoria da Relatividade Geral ao Universo não foram satisfatórios para ele, pois indicavam que o Universo estava em EXPANSÃO ou CONTRAÇÃO. Isso divergia da concepção de um Universo ESTÁTICO e IMUTÁVEL que era dividida pelos pensadores da época. Para reverter esse resultado, que soava como um absurdo, Einstein modificou a sua teoria, introduzindo uma constante cosmológica em suas equações. Com essa alteração, as equações conduziam a um Universo estático.

Alguns anos depois, em 1929, o astrônomo Edwin Hubble, depois de ter passado anos fazendo observações com um telescópio, percebeu que as galáxias estão se afastando de nós a uma velocidade que é proporcional à sua distância. O fato de as galáxias estarem se afastando de nós leva a crer que o Universo não é estático, ele está em EXPANSÃO. O Universo é, portanto, DINÂMICO! Essa nova percepção fez com que a constante cosmológica fosse abandonada. A constatação de que o Universo está em expansão deu força à teoria proposta primeiramente por George Lemaître (1927), que mais tarde seria chamada de *Big Bang*.

A expansão do Universo e a teoria do *Big Bang* estão intimamente relacionadas. Saber que o Universo está em expansão, levou os estudiosos a supor que num tempo remoto, a matéria estava agrupada em um espaço pequeno, O UNIVERSO ERA QUENTE E DENSO.

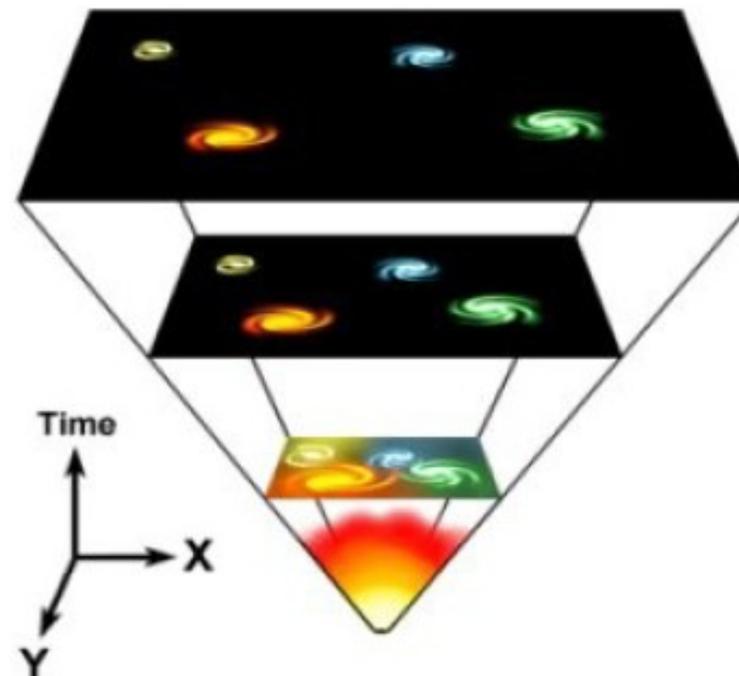


Figura 9: A evolução do Universo a partir de um estado quente e denso. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Universe_expansion2.png (acessado em 17/02/2012)

A Figura 9 ilustra de forma bem simples a expansão do Universo.

Bibliografia

http://pt.wikipedia.org/wiki/Big_Bang#Edwin_Hubble (Acesso em: 08/02/2012)

Resposta: Qual é a relação entre a Lei de Hubble e a teoria do *Big Bang*?

Atividade 5: Por que ocorrem as fases da Lua?

A **Lua** é um astro que exerce grande fascínio sobre a humanidade. Além de servir como grande inspiração para os poetas e apaixonados, ela também inspirou a criação de lendas e mitos. Quem nunca ouviu falar do ataque dos lobisomens que supostamente ocorre sempre nas noites de Lua Cheia? Ou mesmo do nascimento dos bebês que seria mais frequente nessa fase? Procurar saber qual o tipo de influência a Lua exerce sobre a Terra, entender as suas fases e a sua importância na vida humana também levaram ao desenvolvimento de inúmeros estudos científicos. Uma pergunta que convida à reflexão é “**Por que ocorrem as fases da Lua?**”. Não somos os primeiros a fazer essa pergunta; outros admiradores do céu, curiosos e cientistas já a fizeram muito antes de nós.

Registros analisados por historiadores da ciência mostram que os primeiros estudos sobre as fases da Lua foram feitos na Babilônia. Tabletes de barro cozido, que datam de aproximadamente 3 600 anos atrás, contendo inscrições cuneiformes, nos permitem saber que os babilônicos utilizavam um sistema numérico bastante complexo baseado no número 60, conhecido como sistema sexagesimal. Observe a comparação abaixo,.

Tabela 2: Essa tabela faz uma comparação entre os diferentes sistemas métricos.

Nome	Característica	Aplicação	Exemplo
Sistema Decimal	Baseado em 10 algarismos.	Utilizado no nosso dia a dia.	3
Sistema Binário	Baseado em 2 algarismos (0 e 1).	Utilizado em sistemas digitais, como computadores.	11
Sistema Sexagesimal	Baseado em 60 algarismos.	Originou a unidade de tempo que medimos atualmente e a unidade de medida de ângulos (graus).	𐎶𐎵𐎺

Hoje em dia dividimos uma hora em 60 minutos e um minuto em 60 segundos. Esse tipo de marcação do tempo é originada a partir do sistema sexagesimal. Registros mostram que os astrônomos babilônicos utilizavam esse sistema para descrever a posição do Sol e da Lua ao longo de um círculo de 360°. Foram eles que dividiram o céu em 12 partes, cada uma correspondente a um signo do zodíaco.

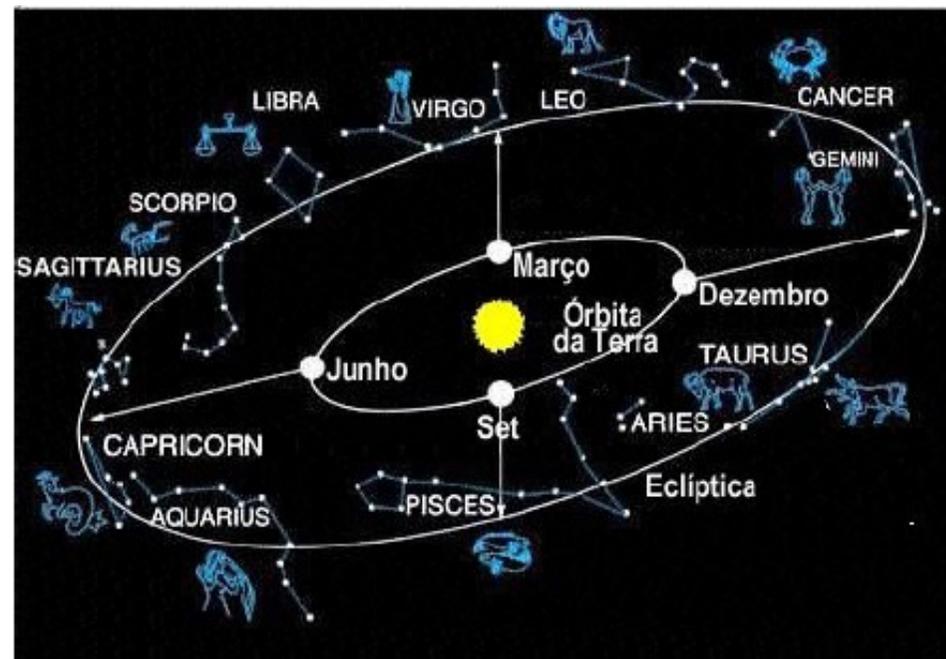


Figura 10: Esta figura mostra a divisão do céu feita pelos babilônicos. Eles o dividiram em 12 partes, cada uma com uma constelação correspondente. Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/const.htm> (acessado em 17/02/2012)

O que motivou os babilônicos a fazerem observações frequentes do céu e a buscarem um entendimento sobre as fases da Lua foram, principalmente, **questões religiosas**, pois os deuses babilônicos eram representados por astros. Além disso, havia a motivação de ordem mais prática, que era a necessidade de um **calendário para a agricultura**. O único registro que temos de um modelo babilônico que procura explicar as fases da Lua é conhecido como **Modelo de Berossus**. Berossus viveu entre 290 e 270

a.C. na cidade de Marduk. Assim como seus contemporâneos, ele acreditava que a Terra era plana. Para explicar o ciclo da Lua, Berossus propõe que metade da Lua emite luz própria sendo, portanto, brilhante e a outra metade não emite luz, sendo naturalmente de cor azul-escuro.

Berossus acreditava que a Lua e o Sol estavam em uma eterna dança e que a influência do Sol fazia com que a Lua ora virasse seu lado luminoso, ora seu lado escuro para nós. Devido à falta de registros, até hoje não sabemos se o modelo de Berossus para explicar as fases da Lua representava o ponto de vista de outros astrônomos babilônicos que viveram naquela época.

A Grécia Antiga também foi um local de grande produção de conhecimento a respeito do movimento dos astros. **Aristóteles**, filósofo grego que viveu de 384 a 322 a.C., teve ideias para explicar as fases da Lua que são muito semelhantes às ideias que temos atualmente.

Aristóteles acreditava que a Terra era esférica e que, assim como a Terra, a Lua era iluminada pelo Sol. A diferença do modelo proposto por Aristóteles para o modelo atual era que a Terra estava parada no centro do Universo, enquanto a Lua, o Sol e os demais planetas giravam em torno dela. Em 150 a.C., **Ptolomeu**, que também defendia que a Terra estava no centro do Universo, publicou sua grande obra, o **Almagesto**. Nela, ele descreveu o movimento dos corpos do Sistema Solar conhecidos naquela época: Sol, Lua, Mercúrio, Marte, Vênus, Júpiter e Saturno.

Essa obra recheada de Matemática e Filosofia, mostrava aos seus leitores como era possível prever a posição dos astros, os eclipses e as fases da

Lua. Apesar de conseguir prever muitos fenômenos, os cálculos de Ptolomeu nem sempre levavam aos resultados corretos, mostrando que sua teoria precisava ser aprimorada. O **Almagesto** foi referência por mais de 1 000 anos para todos aqueles que estavam interessados em estudar Astronomia.

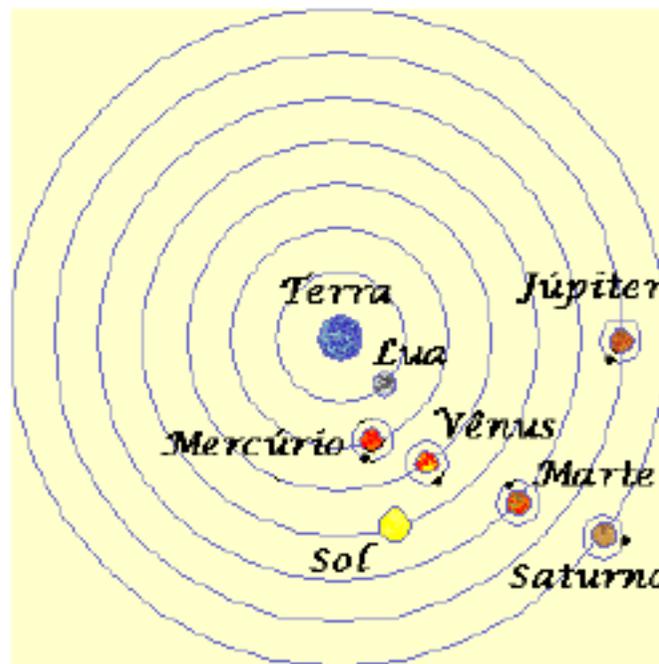


Figura 11: Esta figura é um esquema do modelo geocêntrico, defendido por Aristóteles e posteriormente, por Ptolomeu.

Fonte: <http://educar.sc.usp.br/fisica/movgrav.html> (acessado em 17/02/2012).

Foi apenas em 1543 que iniciou a denominada **Revolução Copernicana**. Nesse ano, Copérnico, astrônomo polonês, publicou sua obra, **Das Revoluções do Mundo Celeste**, escolhendo o Sol para ocupar o centro do Universo. Ao contrário do que se pode imaginar, a escolha de Copérnico não ocorreu motivada apenas por **novas observações**, mas também por **questões metafísicas**. Abaixo segue um trecho do próprio Copérnico que revela suas ideias:

"No meio de todos os assentos, o Sol está no trono. Neste belíssimo templo poderíamos nós colocar esta luminária noutra posição melhor de onde ela iluminasse tudo ao mesmo tempo? Chamaram-lhe corretamente a Lâmpada, o Mente, o Governador do Universo; Hermes Trilegisto chama-lhe o Deus Vísivel. O electra de Sófocles chama-lhe O que vê tudo. Assim o Sol senta-se como que num trono real, governando os seus filhos, os planetas, que giram à volta dele." (Copérnico apud Silveira, 2002, p. 407)

O modelo proposto por Copérnico coloca, portanto, o Sol no centro do Universo, com os planetas orbitando ao seu redor. A partir desse modelo, que foi aprimorado por Kepler, Newton e outros cientistas nos séculos posteriores, é que vamos responder "Por que ocorrem as fases da Lua?".

Segundo o modelo atual do **sistema Terra-Lua-Sol**, temos a seguinte configuração (figura fora de escala):

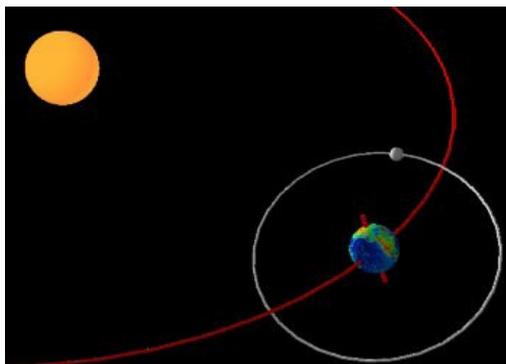


Figura 12: Esta figura é uma representação, fora de escala, do Sistema Terra-Lua-Sol. A curva vermelha representa a órbita da Terra e a curva acinzentada representa a órbita da Lua.
 Fonte:
<http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>
 (acessado em 17/02/2012)

Ideias Prévias

Este espaço é destinado para você escrever explicações suas e dos colegas para as perguntas que se seguem:

5.1) Por que ocorrem as fases da Lua?

5.2) Qual é a influência das fases da Lua na vida humana?

Por que ocorrem as fases da Lua?

Nesta atividade, o objeto que representa a Lua e o objeto que representa o Sol vão estar parados, já o objeto que representa a Terra vai estar se movendo. Apesar de a atividade não corresponder fielmente às posições e movimentos reais dos corpos celestes envolvidos, ela vai nos ajudar a construir um modelo mental para entender porque ocorrem as fases da Lua.



Figura 13: Esta figura mostra fotografias da Lua em diferentes configurações.

Fonte:

<http://downloads.open4group.com/wallpapers/fases-da-lua-c38bb.jpg>

(acessado em 17/02/2012)

5.3) Como podemos enxergar a Lua à noite se ela não emite luz própria?

5.4) Metade da superfície da Lua está sempre iluminada pelo Sol, enquanto que a outra metade está sempre escura. Então, por que a Lua assume diferentes formatos aparentes ao longo do mês?

5.5) As fases da Lua acontecem porque as posições relativas da Lua em

relação à Terra e ao Sol se modificam constantemente. A Lua gira em torno da Terra como mostra o diagrama que segue.

(a) Para cada posição ocupada pela Lua, desenhe como a Lua parece quando vista aqui da Terra.

(b) Indique o nome das quatro fases principais da Lua nos espaços indicados.

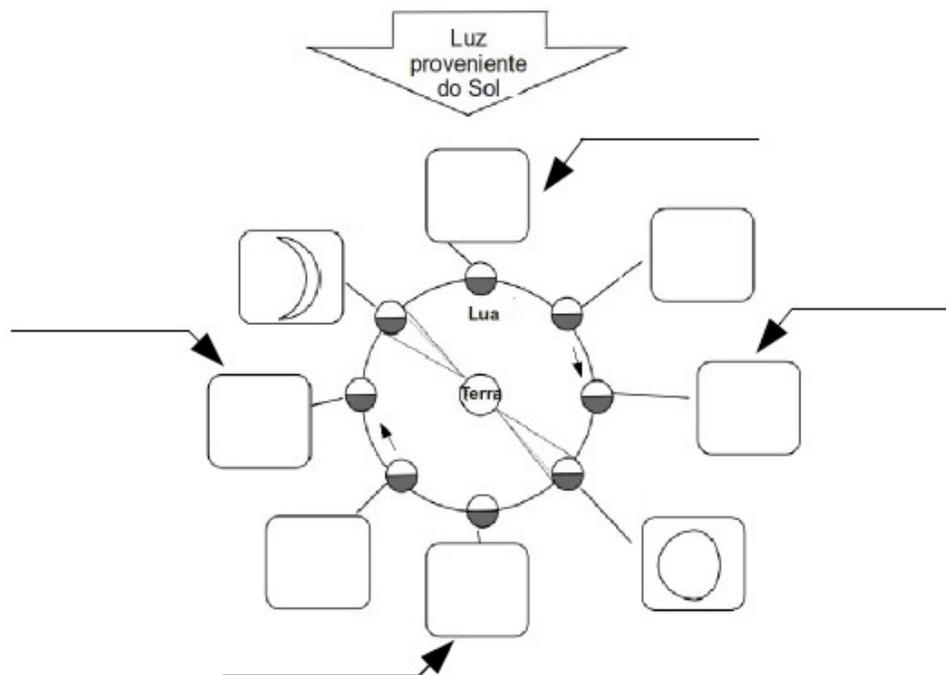


Figura 14: As fases da Lua.

Fonte: Figura retirada e adaptada de IYA 2009, "You are a Galileo" Project. Let's observe the Moon. (acessado em 17/02/2012)

O aspecto da face iluminada da Lua é o que chamamos de fase. A fase da Lua muda conforme ela realiza sua translação em torno da Terra. A Lua leva aproximadamente 27,3 dias para completar uma volta em torno da Terra, esse período é chamado de mês sideral. O mês sideral é um pouco menor do que o mês sinódico (ou lunação), ou seja, o tempo entre duas fases iguais consecutivas. O período de lunação é de 29,5 dias. Podemos

compreender o porquê dessa diferença, analisando a Figura 15.

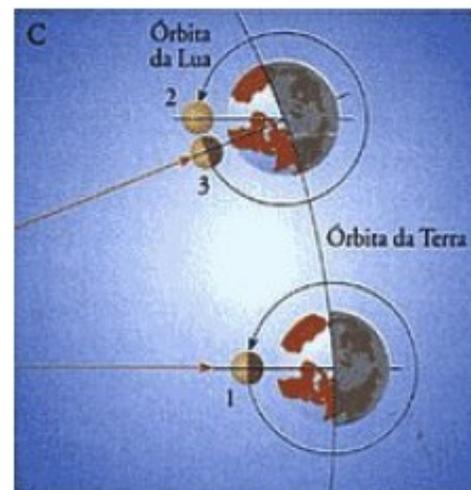


Figura 15: Enquanto a Lua gira em torno da Terra, a Terra executa sua translação ao redor do Sol. Quando a Lua se encontra na posição 1, é Lua Nova. Após dar uma volta completa em torno da Terra, a Lua atinge a posição 2. Para que seja Lua Nova mais uma vez, a face escura da Lua tem que estar totalmente voltada para a Terra, o que acontece na posição 3. Dessa forma o mês sideral (posição 1 – posição 2) é menor do que a lunação (posição 1- posição 3).

Fonte:

http://amordaverdade.blogspot.com/2009_07_01_archive.html

(Acesso em: 08/02/2012).

5.6) Preencha a tabela a seguir com os significados dos novos conceitos.

Corpo luminoso	
Corpo iluminado	
Mês sinódico (ou lunação)	
Mês sideral	
Fase lunar	

Atividade 6: Intervalos de tempo entre as fases da Lua e a variação do período de lunação.

As quatro principais fases da Lua ocorrem na seguinte ordem: Nova, Quarto Crescente, Cheia e Quarto Minguante. A lunação corresponde a 29,5 dias, portanto é intuitivo pensar que o intervalo de tempo entre duas fases consecutivas da Lua é de 29,5 dias dividido por quatro, ou seja, aproximadamente 7,4 dias. Consultando um calendário com as datas das principais fases da Lua, podemos perceber que isso não é verdade.

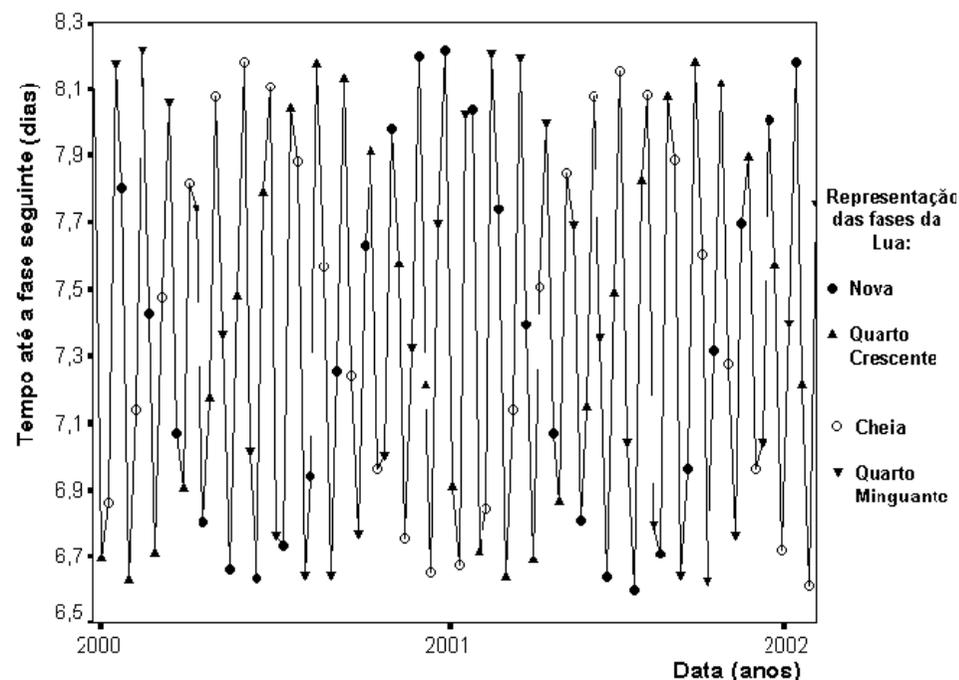
Uma pesquisa realizada por SILVEIRA revela que o intervalo entre duas fases consecutivas da Lua é em sua maioria 7 ou 8 dias, podendo também ocorrer intervalos de 9 ou 6 dias. O Gráfico 1 mostra com maior precisão os intervalos de tempo que separam uma fase principal da sua subsequente. Analisando o primeiro ponto do gráfico, podemos perceber que o intervalo de tempo entre o primeiro Quarto Crescente de 2000 e a primeira Lua Cheia de 2000 foi de 6,7 dias. Analisando o segundo ponto do gráfico, concluímos que o intervalo entre a primeira Lua Cheia do ano de 2000 até o primeiro Quarto Minguante desse mesmo ano foi um pouco menor do que 6,9 dias. Seguindo esse raciocínio, responda:

6.1) Qual é o intervalo entre a primeira Lua Cheia de 2001 e o primeiro Quarto Minguante de 2001?

6.2) Quantas Luas Cheias ocorreram no ano de 2000?

6.3) Qual foi o menor intervalo de tempo entre uma Lua Cheia e um Quarto Minguante no ano de 2001? E no ano de 2000?

Gráfico 1: Variação do período sinódico da Lua entre 1984 e 2006. (Fonte: Silveira, 2001)

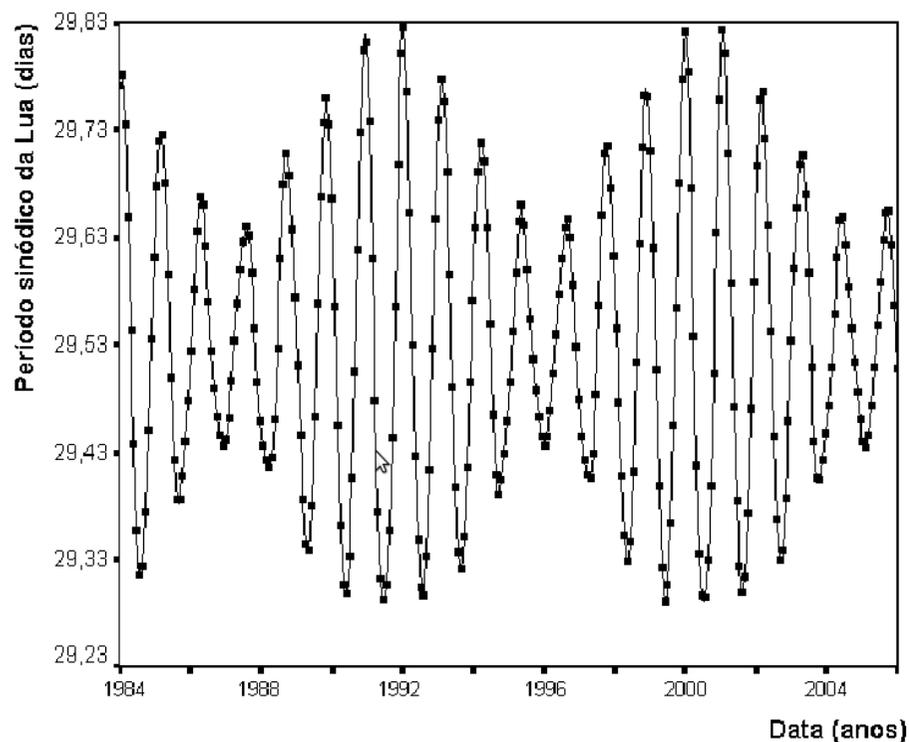


A variação nos intervalos entre as fases principais da Lua acontece por diversos fatores. O fato de a órbita da Lua em torno da Terra não ser um círculo perfeito, e sim uma elipse, contribui para essas variações. Quando a Lua encontra-se no perigeu, sua distância à Terra é de 356 800 km e quando atinge o apogeu, sua distância é de 406 400 km.

Essa assimetria na órbita faz com que os caminhos percorridos pela Lua de uma fase principal a outra sejam diferentes; por isso existem variações no intervalo de tempo decorrido entre duas fases consecutivas.

Quando falamos que o mês sinódico da Lua é de 29,5 dias, estamos nos referindo a uma média. O Gráfico 2 mostra como a duração no mês sinódico (de Nova a Nova) variou entre os anos de 1984 e 2006.

Gráfico 2: Variação do período sinódico da Lua entre 1984 e 2006.
(Fonte: Silveira, 2001)



O gráfico mostra que o maior mês sinódico entre os anos de 1984 e 2004 teve duração de 29,83 dias.

6.4) Em que anos o mês sinódico atingiu aproximadamente essa duração máxima? Qual a duração mínima do mês sinódico durante os anos mostrados no gráfico? Qual a duração média?

6.5) O gráfico possui algum padrão? Tente descrevê-lo.

Bibliografia

Silveira, F. L. *As variações dos intervalos de tempo entre as fases principais da Lua*. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 23 n.4, p. 300-307, setembro 2001.

Atividade 7: Por que ocorrem os eclipses?

As figuras 16 e 17 são fotografias feitas durante um eclipse total da Lua (figura 16) e durante um eclipse total do Sol (figura 17).



Figura 16: Eclipse lunar.

Fonte:
http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/arch2007-02-25_2007-03-03.html
 (acessado em 17/02/2012)

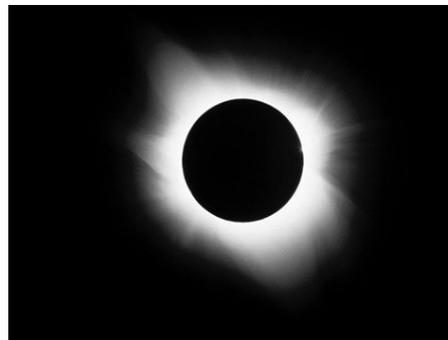


Figura 17 : Eclipse solar

Fonte:
<http://preservblog.blogspot.com/2011/06/eclipse.html>
 (acessado em 17/02/2012)

Ideias Prévias

7.1) Você tem alguma ideia de por que os eclipses ocorrem? Escreva abaixo as suas ideias e a de seus colegas.

Nesta atividade você poderá visualizar na prática por que um eclipse acontece. Primeiramente a turma deve se dividir em duplas. Cada dupla

receberá:

- 1 suporte milimetrado.
- Uma haste com uma bola de isopor representando a Terra.
- Uma haste com uma bola de massinha representando a Lua.
- O Sol será representado pela fonte de luz localizada no centro da sala.

Posições da Terra e da Lua em escala

7.2) A Lua possui aproximadamente 3 500 km de diâmetro, enquanto a Terra possui aproximadamente 13 000 km de diâmetro. A distância média da Lua até a Terra é de 384 000 km. Em um modelo em escala, a distância da Lua até a Terra é 30 vezes o diâmetro da Terra. Para fazer o modelo, preencha a tabela a seguir:

	Dimensões reais	Dimensões em escala
Diâmetro da Lua		
Diâmetro da Terra		
Distância da Lua até a Terra		

Agora encaixe a Terra e a Lua no suporte de forma a manter as proporções da tabela.

Eclipse Lunar

7.3) Tente fazer a Lua passar pela sombra da Terra (eclipse lunar). Todas as pessoas presentes no lado escuro da Terra podem ver o eclipse lunar? Explique.

7.4) Em qual das fases da Lua é possível a ocorrência de um eclipse lunar? Explique.

Eclipse Solar

Agora, vamos representar o eclipse do Sol. O eclipse do Sol ocorre quando a Lua projeta sua sombra na Terra.

7.5) Aonde a Lua deve estar para que isso aconteça?

Alinhe a Lua em direção ao Sol de modo que a Lua projete sua sombra na Terra.

7.6) De quais regiões da Terra o eclipse solar será visível?

Pondo no Papel

7.7) Escreva um parágrafo (individual e com as suas próprias palavras) explicando como e por que os eclipses lunar e solar acontecem.

Os eclipses e o alinhamento dos astros (Sol, Terra e Lua)

Para que o eclipse solar ou o eclipse lunar aconteçam, os astros Terra, Lua e Sol devem estar alinhados. No caso do eclipse solar, a Lua deve estar entre a Terra e o Sol e no caso do eclipse lunar, a Terra deve estar exatamente entre o Sol e a Lua. É importante destacar que o Sol é o único dos três astros que emite luz própria, sendo a Lua e a Terra corpos iluminados pelo Sol. Quando o alinhamento entre os astros ocorre, a Lua pode projetar sua sombra na Terra ou a Terra pode projetar sua sombra na Lua. Esse alinhamento não acontece todos os meses, pois o plano orbital da Lua é inclinado em relação ao plano orbital da Terra. A Figura 18 mostra o sistema Terra-Lua-Sol em quatro posições

diferentes (A, B, C e D). As dimensões da Terra, da Lua e do Sol não estão representadas em escala, bem como a distância entre os três corpos.

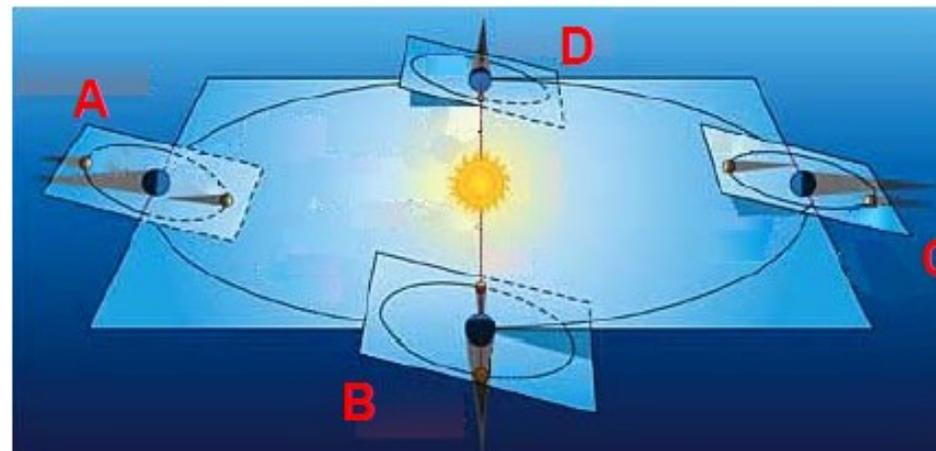


Figura 18: Eclipses solar e lunar. Fonte: <http://www.pgie.ufrgs.br/portalead/astgeo/eclipses.htm> (acessado em 17/02/2012)

Observe que quando a Terra se encontra nas posições A e C, a sombra da Terra não é projetada sobre a Lua Cheia, assim como a sombra da Lua Nova não é projetada sobre a Terra, ou seja, nessas posições não ocorre nenhum tipo de eclipse.

Já nos meses em que a Terra está nas posições B e D, a sombra da Terra pode atingir a Lua, quando a Lua está na fase Cheia, assim como a sombra da Lua pode atingir a Terra no dia da Lua Nova. Nessas posições ocorre o alinhamento entre os astros e consequentemente, os eclipses.

Eclipse Lunar: total, penumbral ou parcial?

Podemos observar três tipos de eclipse lunar:

- Eclipse lunar total: toda a Lua passa pela umbra.



- Eclipse lunar penumbral: a Lua passa pela penumbra.



- Eclipse lunar parcial: a Lua passa parcialmente pela umbra.



Figuras 19, 20 e 21: Tipos de eclipses lunares.

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>.
(acessado em 17/02/2012)

A Figura 22 mostra uma sequência de fotos representando a trajetória da Lua no cone de sombra da Terra, tiradas durante o eclipse parcial da Lua no dia 20 de Fevereiro de 2008. As diferentes colorações adquiridas pela Lua durante o eclipse estão intimamente relacionadas com a região de sombra pela qual ela está passando.

Pesquisa Extra

7.8) Por que a Lua apresenta coloração avermelhada durante a ocorrência dos eclipses?



Figura 22: Eclipse parcial da Lua.

Fonte: <http://blogeusoumais.blogspot.com/2011/06/eclipse-lunar-total-visto-tambem-em.html> (Acesso em: 08/02/2012).

Eclipse Solar: Total, Anular ou Parcial?

Podemos observar três tipos diferentes de eclipse solar:

- Eclipse Solar Total: o disco lunar cobre toda a superfície do Sol, deixando visível a coroa solar.

A Figura 23 ilustra esse tipo de eclipse, observe que é possível ver as explosões de plasma que ocorrem na superfície do Sol.

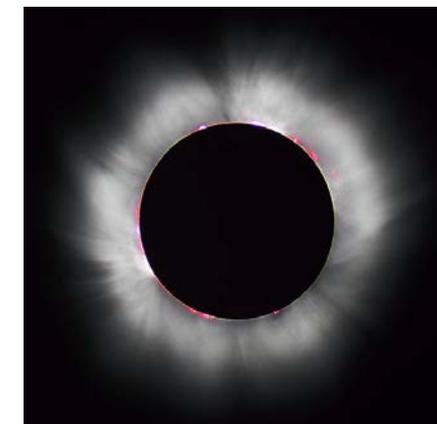


Figura 23: Eclipse total do Sol.

Fonte:

- Eclipse Solar Parcial: o disco lunar cobre parte da superfície do Sol. A Figura 24 ilustra esse tipo de eclipse.
- Eclipse Solar Anular: o disco lunar se posiciona de modo que um anel da luminosidade solar pode ser visto ao

http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Solar_eclips_1999_4.jpg
(acessado em 17/02/2012)

redor da lua, o que é provocado pelo fato do vértice do cone de sombra da Lua não estar atingindo a superfície da Terra, o que pode acontecer se a Lua estiver próxima do apogeu de sua órbita.



Figura 24: Eclipse Solar Parcial.
Fonte:
http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/eclipse_parcial_do_sol.html
(acesso em 17/02/2012)



Figura 25: Eclipse solar anular.
<http://astropt.org/blog/2008/02/07/eclipse-solar-anelar/>
(acesso em 17/02/2012)

O próximo eclipse solar, que poderá ser visto no estado do Rio Grande do Sul, acontecerá em 2034 e será um eclipse anular. Vale a pena conferir!

Atividade 8: Prevendo eclipses solares

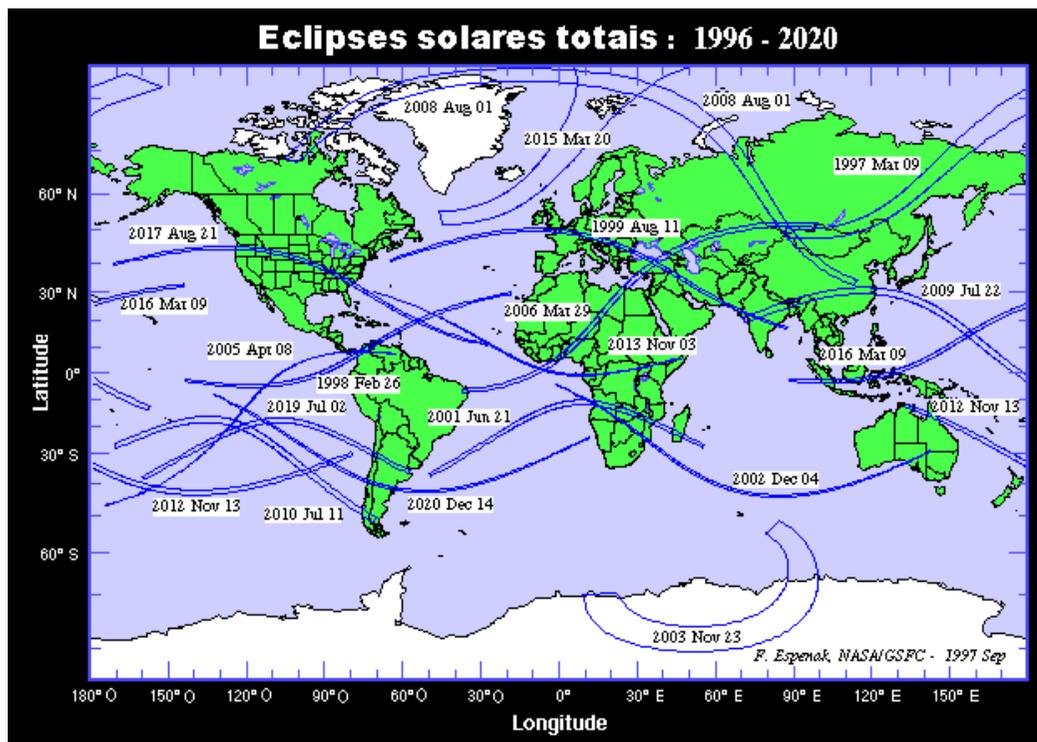


Figura 26: Esta figura indica quando e em quais localidades ocorreram eclipses e vão ocorrer eclipses desde 1996 até 2020. Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm> (Acesso em: 17/07/2010).

8.1) A Figura 26 mostra em quais regiões do planeta Terra eclipses solares totais foram ou serão visíveis, entre 1996 e 2020, indicando as datas dos mesmos. O mapa nos mostra, por exemplo, que no dia 14 de dezembro de 2020 acontecerá um eclipse total do Sol na Argentina. Através da interpretação do gráfico, responda os itens que se seguem.

(a) Quando acontecerá o próximo eclipse solar total no mundo? Em quais regiões ele poderá ser observado?

(b) Cite o nome de dois países que puderam observar o eclipse do dia 11 de Agosto de 1999.

(c) Quando ocorreu o último eclipse solar total no Brasil? Em qual região ele foi visível?

8.2) A Figura 27 mostra como a sombra da Lua projetada na Terra é vista da estação espacial que está localizada a 370 km de distância da Terra. Indique na fotografia a região do planeta Terra em que o eclipse total do Sol pode ser observado.

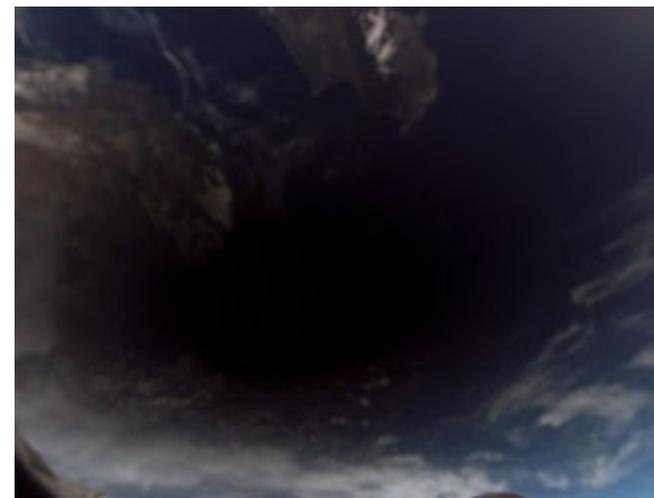


Figura 27: Sombra da Lua na Terra. Fonte: http://www.nasa.gov/vision/universe/solarsystem/sun_earthday2006.html (acessado em 17/02/2012)

Atividade 9: Constituição e Origem do Sistema Solar

Uma breve visão do nosso Sistema Solar

Do nosso pequeno planeta azul, temos observado o Universo há milhares de anos. Os astrônomos antigos perceberam que alguns pontos brilhantes no céu se moviam de maneira diferente das estrelas. Denominaram esses pontos de planetas, palavra de origem grega que significa "aquele que vagueia". Cada **planeta** recebeu o nome de um deus romano: **Júpiter**, rei dos deuses, **Marte**, o deus da guerra, **Mercúrio**, o mensageiro dos deuses, **Vênus**, a deusa do amor e da beleza, e **Saturno**, o pai de Júpiter e deus da agricultura. Desde a invenção do telescópio, mais três planetas foram descobertos em nosso Sistema Solar: **Urano** (1781), **Netuno** (1846) e **Plutão** (1930). Plutão foi reclassificado como **planeta anão** em 2006. Além disso, nosso sistema solar é habitado por milhares de pequenos corpos, entre eles os **asteroides** e cometas. A maioria está localizada em uma região entre as órbitas de Marte e Júpiter denominada **Cinturão de Asteroides**, enquanto a "casa" dos **cometas** está muito além da órbita de Plutão, na **Nuvem de Oort**.

Os quatro planetas mais próximos ao Sol – Mercúrio, Vênus, Terra e Marte – são chamados de **planetas terrestres** porque têm superfícies sólidas e rochosas. Os quatro grandes planetas além da órbita de Marte – Júpiter, Saturno, Urano e Netuno – são chamados de **gigantes gasosos**. Em uma órbita ainda maior que a de Netuno, está Plutão, um pequeno e distante planeta anão que está na borda de um outro cinturão de asteroides, o **Cinturão de Kuiper**.

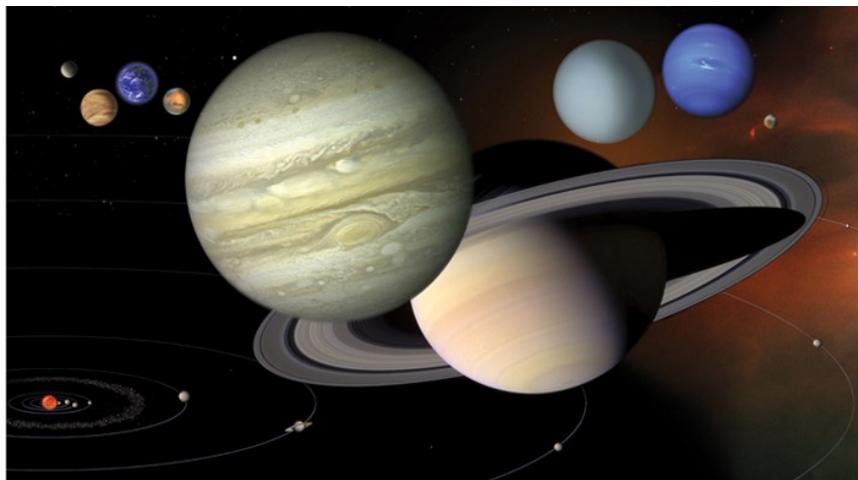


Figura 28: Esta figura é composta por duas partes, a de baixo mostra esquematicamente as órbitas dos planetas e a de cima faz uma comparação entre o tamanho dos planetas.

Fonte: <http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=SolarSys> (acessado em 17/02/2012).

Bibliografia
 Texto adaptado de "Our Solar System" disponível em <http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm> (acessado em 17/02/2012).

O que é um Sistema Solar?

Quando utilizamos o termo **sistema solar**, geralmente estamos nos referindo ao nosso sistema solar, cujo principal componente é o nosso **Sol**. O Sol possui 99,8% da massa de todo o sistema solar. A sua grande massa provoca um **campo gravitacional** muito intenso que faz com que todos os **planetas, asteroides e cometas no nosso sistema solar orbitem em torno do Sol**. É a **gravidade** do Sol que determina onde acaba o Sistema Solar. Todos os objetos que têm seu movimento regido pelo campo gravitacional do Sol fazem parte do nosso sistema solar.

Além do nosso, existem outros sistemas solares catalogados, ou seja, outros sistemas formados por planetas que

orbitam outros sóis.

Sol: a única estrela do nosso Sistema Solar

O Sol é a estrela mais próxima da Terra e está localizado a uma distância média de nosso planeta de 149,60 milhões de quilômetros. Essa distância é conhecida como **unidade astronômica (UA)**, e define a escala para medir distâncias em todo o nosso sistema solar. O Sol, uma enorme esfera de gás quente, sustenta a vida aqui na Terra. Para termos uma ideia de quão grande é o Sol podemos comparar seu tamanho com o da Terra: dentro de um Sol caberiam um milhão de Terras. A superfície visível do Sol se chama

fotosfera. Externamente à fotosfera se encontram a cromosfera e a coroa.

A energia emanada do Sol é produzida em seu núcleo, onde a temperatura é cerca de 15 000 000 °C, através da fusão termonuclear. Na fotosfera a temperatura é mais baixa, cerca de 5 500 °C. É nessa região que ocorrem as explosões solares que enviam muitas partículas carregadas para o espaço. Ao atingirem a superfície da Terra, dependendo de sua intensidade, as partículas carregadas podem provocar sérias interferências nos sistemas de comunicação (transmissões via satélite, por exemplo).

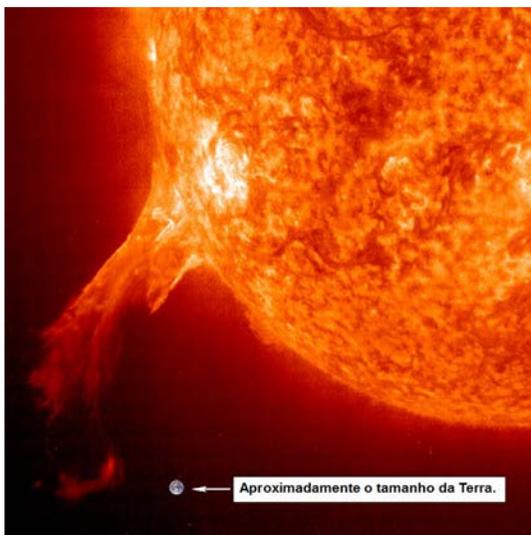


Figura 29: Esta figura faz uma comparação entre o tamanho de uma explosão solar e o tamanho da Terra.

Fonte:

<http://apod.nasa.gov/apod/ap060807.html>
(acessado em 17/02/2012)

- 9.1)** Qual é a definição de unidade astronômica (UA)? Quanto vale 1 UA em quilômetros?

Os Planetas

No ano de 2006, nosso querido Plutão deixou de ser considerado planeta e passou para a categoria de planeta-anão. Mas, o que determina se um corpo celeste é um planeta? Para ser considerado um planeta, o astro deve possuir quatro requisitos básicos:

- **Não possuir luz própria.**
- **Estar em órbita ao redor de um sol;**
- **Ter forma determinada pelo equilíbrio hidrostático (arredondada) resultante do fato de que sua força de gravidade supera as forças de coesão dos materiais que o**

constituem;

- **Possuir tamanho predominante em relação a corpos de órbitas vizinhas.**

Por não satisfazer à última condição, Plutão deixou de ser considerado planeta. Uma característica comum entre os **planetas** e os **planetas-anões** é que eles orbitam o Sol percorrendo **trajetórias elípticas**. As elipses são uma espécie de círculo achatado, como mostra a Figura 30.

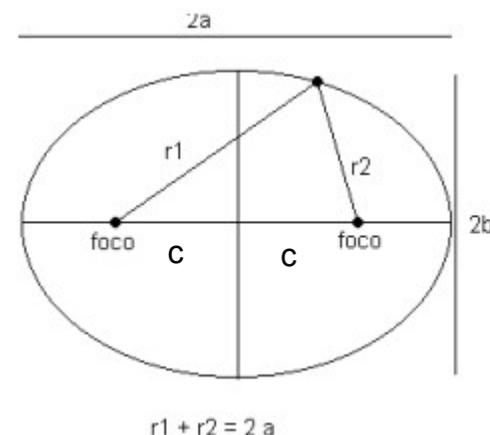


Figura 30: A figura ilustra os parâmetros de uma elipse, sendo que a distância $2a$ é denominada eixo maior da elipse e a distância $2b$ é denominada eixo menor da elipse.

Quanto mais "achatada" é a elipse, maior a sua **excentricidade**. O tamanho $2a$ é denominado **eixo maior** da elipse, o tamanho $2b$ é denominado **eixo menor** da elipse. Quando os focos coincidem, a elipse se torna um círculo.

Os planetas orbitam o Sol em trajetórias de forma elíptica, sendo que o Sol ocupa um dos focos da elipse. Os quatro planetas internos - Mercúrio, Vênus, Terra e Marte - são compostos principalmente de ferro e rochas. Eles possuem a composição e o tamanho parecidos com a Terra,

sendo denominados **planetas terrestres ou telúricos**.

Já os planetas exteriores são Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Esses planetas são gigantes rodeados por camadas de gases. Praticamente todos os planetas possuem satélites naturais (luas), com exceção de Mercúrio e Vênus. Os planetas interiores têm poucas luas. A Terra possui um único satélite, a Lua, já Marte possui duas luas. Os planetas exteriores gigantes têm muitas luas, Júpiter, por exemplo, possui mais de 60 satélites, incluindo a maior lua do Sistema Solar, Ganimedes. Essa lua é ainda maior do que Mercúrio. Saturno também possui 18 satélites, sua maior lua, Titã, também é maior que Mercúrio. Titã tem uma atmosfera que é mais espessa do que a atmosfera da Terra. Urano tem 27 satélites, e Netuno tem oito satélites.

Anéis de poeira, pedra e pedaços de gelo também orbitam os planetas gigantes. Os anéis de Saturno são os mais familiares, mas anéis finos também rodeiam Júpiter, Urano e Netuno.

Bibliografia

<http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=SolarSys&Display=Moons>
(acessado em 17/02/2012)

9.2) Nesta atividade você vai construir a sua própria elipse e calcular a excentricidade da mesma.

- Observe a demonstração da educadora e construa sua própria elipse utilizando um pedaço de barbante, papel, lápis e a ajuda de um colega. Compare a excentricidade da sua elipse com a dos colegas.
- A excentricidade da elipse é definida como $e=2c/2a$, ou ainda, $e=c/a$. Calcule a excentricidade da sua elipse e compare com a dos colegas.
- A distância entre os focos tem alguma relação com a excentricidade das elipses?

Satélites

As luas – como também chamados os satélites - têm muitas formas, tamanhos e tipos. Elas geralmente são corpos sólidos, e poucas têm atmosferas. Astrônomos descobriram pelo menos 146 luas que orbitam os planetas do nosso Sistema Solar. Esse número não inclui as seis luas dos planetas anões, nem inclui os satélites que orbitam alguns pequenos

asteroides e outros objetos celestes. Outras 21 luas estão aguardando a confirmação oficial de sua descoberta. A figura abaixo mostra as principais luas de nosso Sistema Solar.

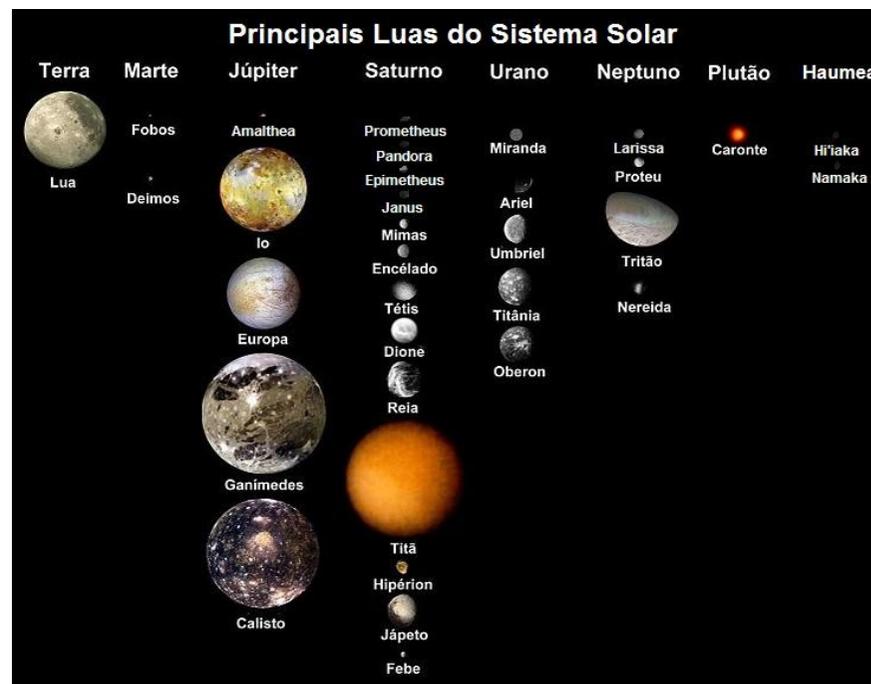


Figura 31: Esta figura mostra as principais luas do Sistema Solar e permite fazer uma comparação entre as dimensões desses satélites e a Terra.
Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Sat%C3%A9lite_natural
(acessado em 17/02/2012)

O nosso satélite, a **Lua**, provavelmente se formou quando um corpo de grande massa colidiu com a Terra, lançando uma grande quantidade de material originado do nosso planeta em órbita. Restos da Terra primitiva e do corpo massivo se aglutinaram para formar a Lua há cerca de **4,5 bilhões de anos** (a idade das mais antigas rochas lunares recolhidas). Doze astronautas americanos pousaram na Lua durante o programa da NASA

Apollo 1969-1972 para estudar a Lua e trazer para a Terra amostras de rochas.

Planetas Anões

Um planeta anão é um corpo celeste muito semelhante a um planeta, dado que orbita em torno do Sol e possui gravidade suficiente para assumir uma forma aproximadamente esférica, entretanto não possui uma órbita desimpedida. Um exemplo é Ceres que está localizado no Cinturão de Asteroides Principal e possui o caminho de sua órbita repleto desses pequenos astros. Plutão, Eris e Ceres foram os primeiros planetas anões a serem catalogados. A figura abaixo permite comparar o tamanho de alguns planetas anões com o da Terra.



Figura 32: Na sequência estão representados Eris (acima e a esquerda), Plutão e sua Lua Charon (abaixo), Ceres e a Terra.
Fonte: <http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Dwarf>
(Acesso em: 08/02/2012)

Corpos menores do Sistema Solar

Cometas

Cometas são objetos compostos principalmente de gelo, rocha e poeira. Quando um cometa se aproxima do Sol, parte do gelo se transforma em gás. O vento solar empurra o gás e a poeira formando uma longa cauda no sentido oposto ao do Sol. Acredita-se que os cometas podem vir de duas regiões localizadas na borda do Sistema Solar: a Nuvem de Oort, um suposto aglomerado de cometas, e o Cinturão de Kuiper.

Asteroides

Asteroides são corpos muito pequenos. Alguns viajam em órbitas que passam por dentro da órbita da Terra ou mesmo da órbita de Mercúrio. Outros viajam por caminhos entre os planetas exteriores. Os astrônomos acreditam que existem mais de 50 mil asteroides. A maioria dos asteroides orbita o Sol no Cinturão Principal, localizado entre as órbitas de Marte e Júpiter, em uma região chamada de Cinturão de Asteroides.

Meteoroides

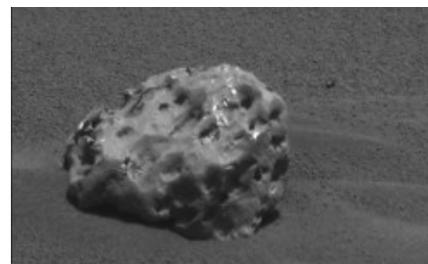


Figura 33: Esta é a imagem de um meteoróide que foi encontrado pela NASA na superfície de Marte. Ele é do tamanho de uma bola de futebol.
Fonte:
<http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Meteors>
(Acesso em: 08/02/2012)

Meteoroides são pedaços de metal ou rocha menor do que os asteroides. Quando eles caem na atmosfera terrestre se rompem e formam listras brilhantes de luz denominadas meteoros, que usualmente chamamos de estrelas cadentes. Alguns meteoros atingem o solo. Essas pedras são conhecidas como meteoritos. A maioria dos meteoroides são pedaços de asteroides quebrados.

Formação do Sistema Solar

Muitos cientistas acreditam que o nosso Sistema Solar se formou a partir de uma **nuvem gigante** formada por gás e poeira. Essa nuvem é conhecida como a **Nebulosa Solar**. Segundo essa teoria, a Nebulosa Solar começou a encolher devido à sua própria gravidade. À medida que a nebulosa se tornou menor começou a girar mais rapidamente e a tornar-se mais achatada, assumindo a forma de um disco. Os cientistas acreditam que as partículas do **disco achatado** começaram a colidir entre si e se agregar, formando objetos do tamanho de asteroides. Alguns desses objetos se uniram para formar os planetas. Outros formaram luas, asteroides e cometas.

A maior parte do material da nebulosa, no entanto foi puxado para o centro e formou o Sol. Segundo essa teoria, a pressão no centro se tornou grande o suficiente para causar as **reações nucleares** que são a fonte de energia do Sol. Eventualmente, erupções solares ocorreram, causando ventos solares. No interior do Sistema Solar, o vento solar era tão forte que varreu a maioria dos elementos mais leves. Nas regiões exteriores ao Sistema Solar, no entanto, o vento solar era muito mais fraco. Como resultado, muito mais gás manteve-se nos planetas exteriores. Isso explica porque os planetas interiores são pequenos e rochosos e os planetas exteriores são bolas gigantes de gás.

9.3) Propomos aqui a realização de uma investigação sobre o Sistema Solar. Para investigar isso, primeiramente vamos formular uma ou mais perguntas e em seguida buscar respostas a essa(s) pergunta(s) em fontes confiáveis como livros e *sites* de universidades.

Para realizar a investigação, o grupo deve seguir os seguintes passos:

Passo 1: Escolher um dos temas abaixo

- 1) Planetas Rochosos
- 2) Planetas Gasosos
- 3) Exploração do Sistema Solar (missões espaciais)
- 4) Outros Sistemas Solares
- 5) Água e Vida no Sistema Solar

Passo 2: Elaborar uma pergunta a respeito do tema escolhido.

Passo 3: Pesquisar em fontes confiáveis para responder à pergunta;

Passo 4: Montar a apresentação para a turma explicando a escolha da pergunta e a trazendo argumentações para a sua resposta.

O trabalho deve conter uma parte visual (cartaz, maquete ou slides com figuras) e um texto produzido pelo grupo sobre o tema (uma página, com fonte 12 e espaçamento simples). A apresentação poderá durar no máximo 5 minutos. A avaliação será feita levando em consideração a apresentação oral,

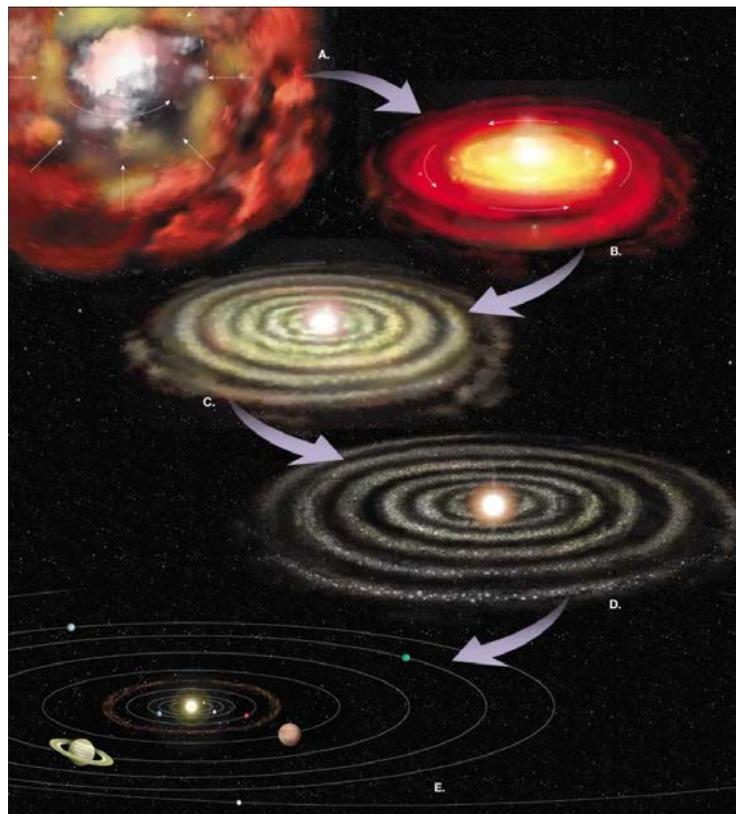


Figura 34: Esquema que ilustra como aconteceu a formação do Sistema Solar.

Fonte:

http://www.ccvalg.pt/astronomia/sistema_solar/introducao.htm (Acesso em: 08/02/2012)

escrita, o conteúdo, a criatividade e a interação do grupo.

Atividade 10: Como podemos prever a localização dos planetas?

Em 2 de Junho de 2003, uma **sonda espacial** construída por um grupo internacional foi lançada para Marte como parte de uma missão de busca de água e de possíveis evidências de vida no planeta vermelho. A sonda **Mars Express** (Expresso Marte, em tradução livre) é uma união de esforços entre os Estados Unidos e a Europa para entender que tipos de estruturas geológicas de Marte podem ter sido formadas por água, qual a extensão de água subterrânea e o que a atmosfera de Marte revela sobre o seu clima. A sonda pousou em solo marciano dia 25 Dezembro de 2003, levando aproximadamente 7 meses para chegar em seu destino.



Figura 35: Imagem de Phobos enviada pela Mars Express em Fevereiro de 2010.

Fonte:

[http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?](http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Meteors)

[Object=Meteors](#)

(Acesso em: 08/02/2012)

A **Mars Express** ainda está ativa em sua missão; em Fevereiro de 2010 ela enviou imagens que nos permitem conhecer com detalhes a superfície de **Phobos**, a maior lua de Marte. A **Mars Express** não é a primeira sonda a ser enviada; desde 1995 que sondas espaciais são lançadas da Terra com o intuito de conhecermos melhor o nosso Sistema Solar e até mesmo, o seu exterior.

Ao planejar o lançamento e o pouso de uma sonda espacial, os pesquisadores devem prever com precisão a posição do planeta ou satélite natural em que a sonda pretende pousar. A regularidade no movimento dos planetas foi percebida há séculos pelo homem, porém a formulação de uma teoria que descrevesse com exatidão tais movimentos só ocorreu no século XVII e foi

feita por **Johannes Kepler**. Nessa atividade nós vamos conhecer um pouco da história de Kepler e de como ele desenvolveu as leis que regem o movimento dos planetas, assim como as principais características da época em que Kepler viveu.

Kepler e sua Época

10.1) Você irá assistir um vídeo produzido por Carl Sagan, um grande divulgador da ciência. Esse vídeo pode ser encontrado nos seguintes endereços eletrônicos:

Parte 1: <http://www.youtube.com/watch?v=n8O51zu0htc>

Parte 2: <http://www.youtube.com/watch?v=LNiKR7SW7-M>

(acessado em 17/02/2012)

Pondo no Papel

10.2) Após assistir o vídeo, escreva um parágrafo (com suas próprias palavras) respondendo as seguintes perguntas:

(a) Quais características de Kepler e da sociedade em que Kepler viveu foram favoráveis para o desenvolvimento de suas teorias?

(b) Quais características de Kepler e da sociedade em que Kepler viveu foram desfavoráveis para o desenvolvimento de suas teorias?

As Três Leis de Kepler

Na atividade 10.1 pudemos conhecer um pouco sobre a vida de Kepler e os acontecimentos históricos de sua época. Na presente atividade vamos entender com mais profundidade as três leis de Kepler. Copérnico foi um dos primeiros estudiosos a propor que a Terra não é o centro do Universo, mas que ela, assim como os demais planetas, gira ao redor do Sol.

Kepler, influenciado pelo modelo de Copérnico e obstinado por sua crença em um Deus matemático, acreditava que as órbitas dos planetas deveriam ser círculos perfeitos. A ideia das órbitas circulares só foi abandonada quando Kepler tomou posse dos dados mais precisos da época. Tais dados foram frutos de 35 anos de observações, feitas por **Tycho Brahe**, do movimento dos cinco planetas então conhecidos: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. Depois de tentar encaixar várias figuras geométricas nos dados de Tycho, Kepler percebeu que as órbitas planetárias eram descritas de maneira precisa por elipses.

Primeira Lei de Kepler – Lei das Órbitas

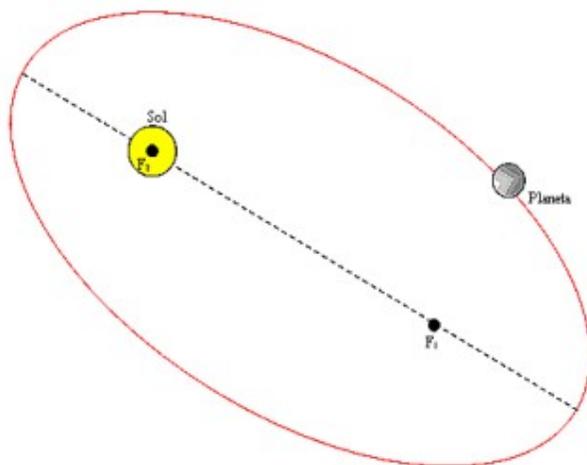


Figura 36: Representação de uma órbita elíptica de um planeta hipotético. Fonte: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/GrafitacaoUniversal/lk.php> (Acesso em: 08/02/2012)

Os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol, que ocupa um dos focos da elipse. É importante observar que na figura acima a excentricidade - um parâmetro relacionado a quão alongada é uma elipse - está extremamente exagerada. A excentricidade de uma elipse varia entre os valores 0 e 1. Uma elipse de excentricidade 0 é um círculo perfeito.

A análise da Tabela 3 e da Figura 37 permite obter uma noção do quanto as órbitas planetárias se aproximam de círculos. Na Figura 31, o ponto à direita representa o foco da elipse ocupado pelo Sol, enquanto o ponto à esquerda representa o centro da elipse.

Tabela 3: Excentricidade dos Planetas e de Plutão

Planeta	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno	Plutão
e	0,2	0,07	0,02	0,09	0,05	0,06	0,05	0,01	0,25

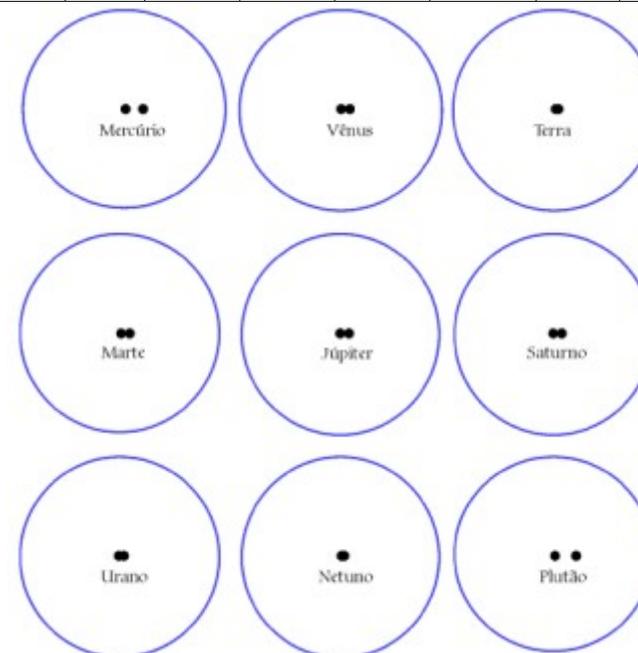


Figura 37: As elipses acima são representações das órbitas dos planetas. A excentricidade de cada elipse corresponde à excentricidade real das órbitas planetárias. Fonte: Canalle, J.B.G. O Problema do Ensino da órbita da Terra. Física na Escola, v.4 n. 2, p.14. 2003. <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a06.pdf> (acessado em 17/02/2012)

Além de compreender que tipo de trajetória os planetas descrevem ao redor do Sol, Kepler também descreveu de maneira precisa como a velocidade dos planetas varia durante o movimento de translação.

Segunda Lei de Kepler – Lei das Áreas

A linha que une o planeta ao Sol varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais.

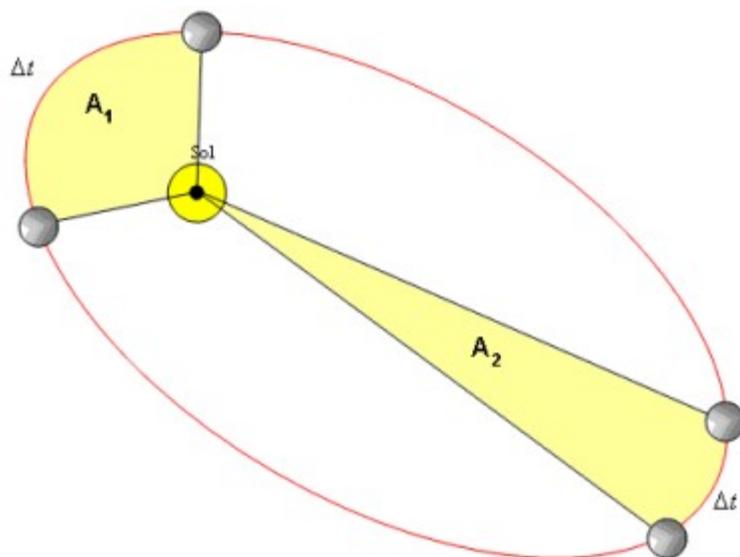


Figura 38: Representação da Segunda Lei de Kepler. As regiões em amarelo possuem a mesma área e o tempo gasto para a linha que une o planeta ao Sol "varrer-las" é o mesmo.

Fonte:

<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/GravitacaoUniversal/lk.php> (Acesso em: 08/02/2012)

Na Figura 38 estão destacadas em amarelo as regiões A1 e A2. Apesar de terem formatos diferentes, as duas regiões possuem a mesma área. O intervalo de tempo, Δt , que a linha imaginária que liga o planeta ao Sol levou para "varrer" A1 e A2 é o mesmo. Quando o planeta está distante do Sol a forma da área é comprida e fina, quando o planeta está próximo ao Sol a forma da área é curta e atarracada.

Uma consequência fundamental da Segunda Lei de Kepler é que **a**

velocidade de um planeta varia conforme ele translada ao redor do Sol, sendo menor quando o planeta está no ponto mais distante do Sol (afélio) e maior quando o planeta está no ponto mais próximo do Sol (periélio). O valor mínimo da velocidade atingida pela Terra durante o movimento de translação é de 29,3 km/s e o valor máximo de velocidade, 30,3 km/s. A velocidade média de translação da Terra é de 29,8 km/s. O valor de velocidade mínimo é atingido no **afélio**, quando a Terra se encontra a distância máxima do Sol, 152,1 milhões de quilômetros. Já o valor de velocidade máximo da Terra é atingido no **periélio**, quando a Terra se encontra a menor distância do Sol, 147,1 milhões de quilômetros.

A primeira e a segunda leis de Kepler foram publicadas em 1609. Kepler levou mais de nove anos para chegar à sua terceira lei do movimento planetário, que relaciona o tamanho da órbita de um planeta com a velocidade média com que ele viaja ao redor do Sol.

Terceira Lei de Kepler - Lei dos Períodos

O quociente entre o quadrado do período orbital e o cubo da distância média do planeta ao Sol é igual a uma constante **k**, que se mantém a mesma para todos os planetas. O período de translação de um determinado planeta é o tempo que o planeta leva para completar uma volta em torno do Sol, este período está intimamente relacionado com o tamanho da **órbita do planeta** e com o valor da sua **velocidade média**. A análise da Tabela 4 revela como o período de translação (T) de um determinado planeta está relacionado com a sua distância média ao Sol (a).

O tamanho da órbita de um planeta é determinado pela sua distância média ao Sol (a). Quanto maior a distância média do planeta ao Sol, maior a sua órbita e, portanto, maior é o seu período de revolução. Podemos inferir da última coluna da tabela acima que **a velocidade média de um planeta é menor, quanto mais distante do Sol ele se encontra**. Isso leva a crer que o Sol exerce certo tipo de influência no movimento dos planetas, que é maior quanto menor a distância do planeta ao Sol.

Tabela 4: Características das órbitas dos planetas

Planeta	Distância média (a)	Período de translação (T)	Velocidade média
Mercúrio	0,39 UA*	88,0 dias	47.9 km/s
Vênus	0,72 UA	224,7 dias	35.0 km/s
Terra	1,00 UA	1,00 anos	29,8 km/s
Marte	1,52 UA	1,88 anos	24,1km/s
Júpiter	5,20 UA	11,86 anos	13,1km/s
Saturno	9,54 UA	29,46 anos	9,6 km/s
Urano	19,18 UA	84,02 anos	6,8 km/s
Netuno	30,06 UA	164,77 anos	5,4 km/s

* a sigla o UA significa "Unidade Astronômica" e corresponde à distância média entre o Sol e a Terra, 149,6 milhões de quilômetros (aproximadamente 150 milhões de quilômetros).

Outras aplicações para as Leis de Kepler

As Leis de Kepler não regem apenas o movimento dos planetas, elas descrevem também o movimento de espaçonaves que mandamos aos planetas, de satélites que colocamos a transladar em torno da Terra, de estrelas binárias e a rotação de galáxias distantes. Na próxima atividade você terá a oportunidade de entender o movimento de naves espaciais que são lançadas para outros planetas.



Figura 39: Esta fotografia foi feita pela sonda Mars Express em 2005. Ela mostra uma cratera de aproximadamente 35 km de diâmetro e 2 km de profundidade com uma região coberta por gelo.

Fonte:

http://www.esa.int/SPECIALS/Mars_Express/SEMGKA808BE_0.html

(Acesso em: 08/02/2012)

Bibliografia

Os dados referentes aos planetas apresentados na apostila foram retirados dos seguintes sítios eletrônicos:

<http://www.astro.uu.nl/> (Acessado em 17/02/2012)

<http://objeto-m42.spaces.live.com/blog/cns!A98D258848F55A86!2644.entry> (acessado em 17/02/2012)

Atividade 11: Viagem Interplanetária

É importante saber antes de começar...

1) A relação entre a distância média e o semieixo maior da elipse

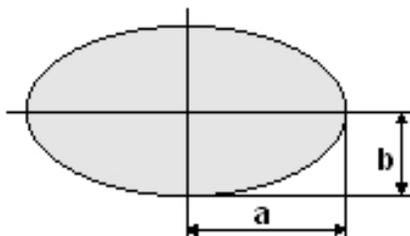


Figura 40: A distância média de um planeta ao Sol é igual ao semieixo maior da elipse (a).

Quando um planeta descreve uma órbita elíptica ao redor do Sol sua distância ao astro-rei varia constantemente. A distância média do planeta ao Sol é igual ao semieixo maior de sua órbita (a).

2) O valor de K

A expressão matemática que descreve a Terceira Lei de Kepler é:

$$\frac{T^2}{a^3} = K, \text{ onde } T \text{ é o período de translação do planeta e } a \text{ é a}$$

distância média do planeta ao Sol ou o semieixo maior da sua órbita elíptica.

O valor da **constante k** é o mesmo para todos os planetas. Vamos calcular essa constante tomando a Terra como referência e utilizando como unidades o "ano" para o tempo e a "Unidade Astronômica" para a distância.

$$T = 1 \text{ ano} \quad T^2 = 1 \text{ ano} \cdot 1 \text{ ano} = 1 \text{ ano}^2$$

$$a = 1 \text{ UA} \quad a^3 = 1 \text{ UA} \cdot 1 \text{ UA} \cdot 1 \text{ UA} = 1 \text{ UA}^3$$

$$K = \frac{T^2}{a^3} \quad k = \frac{T^2}{a^3} = \frac{1 \text{ ano}^2}{1 \text{ UA}^3} = 1 \text{ ano}^2 / \text{UA}^3$$

$$k = 1 \text{ ano}^2 / \text{UA}^3$$

3) A órbita da nave enviada é uma elipse com o Sol em um dos focos.

Imagine que você fará parte de uma missão tripulada para Marte. Quanto tempo a viagem até Marte vai durar? Quando a missão deve partir da Terra para atingir o planeta vermelho?

Órbitas e Períodos Planetários

11.1) A distância do periélio da Terra é de 0,98 UA e do afélio é de 1,02 UA. Calcule o semieixo maior (a) da órbita da Terra (exemplo).

$$a = \frac{d_{\text{afélio}} + d_{\text{periélio}}}{2}$$

$$a = \frac{0,98 + 1,02}{2}$$

$$a = 1 \text{ UA}$$

11.2) Calcule o semieixo maior (a) da órbita de Marte sabendo que a distância do periélio de Marte é 1,38 UA e a distância do afélio é 1,66 UA.

11.3) Calcule o período de translação de Marte em anos terrestres.
Dica: utilize a Terceira Lei de Kepler.

11.4) Qual é a distância do periélio do foguete (exemplo)?

Devido à baixa excentricidade da órbita da Terra, podemos considerá-la como circular. A distância do periélio do foguete coincide com a órbita da Terra, que nesse caso é 1 UA.

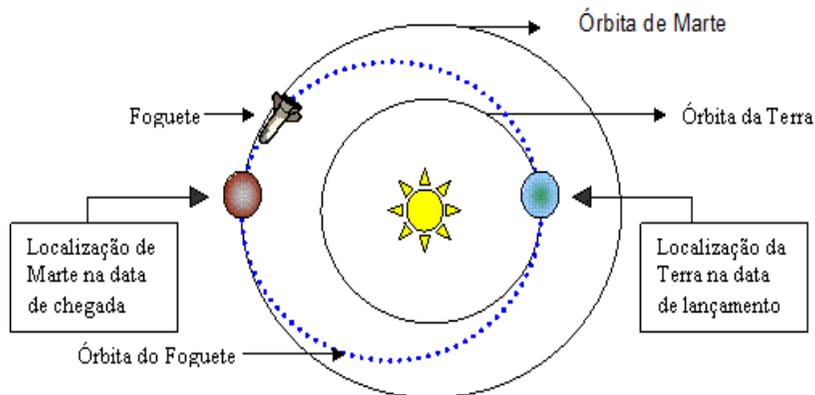
11.5) Qual é a distância do afélio do foguete?

Transferência de Órbitas

A órbita da nave tripulada que será enviada para Marte também será elíptica, tendo o periélio na órbita da Terra e o afélio na órbita de Marte. Fazer a viagem utilizando essa configuração leva ao menor consumo de energia, ou seja, gasta menos combustível. Nós vamos tentar lançar nosso foguete para que ele alcance Marte quando este estiver no periélio de sua órbita.

11.6) Calcule o semieixo maior da órbita do foguete.

11.7) Calcule o período do foguete em anos terrestres.



11.8) Quanto tempo em dias levaremos para chegar em Marte? (Dica: para chegar à Marte levaremos metade do período de translação do foguete.)

Figura 41: A órbita da missão é uma elipse e tem como periélio a órbita da Terra e como afélio a órbita de Marte. A posição de Marte na data da chegada da nave é diametralmente oposta à posição da Terra na data do lançamento da nave. Tanto Marte quanto a Terra continuam seu movimento orbital durante a "viagem" da nave espacial, que deve pousar em solo marciano, quando Marte está em seu periélio.

Comunicação com a Terra

11.9) Depois de partirmos, nós vamos necessitar manter a comunicação com a Terra. Imagine que já atingimos a superfície de Marte há algum tempo e que Marte está na máxima distância da Terra, que é de 2,66 UA . Sabendo que 1 UA corresponde a aproximadamente 150 000 000 km e que nossas ondas de rádio viajam com uma velocidade de 300 000 km/s, quanto tempo nossa mensagem de rádio levará para chegar à Terra?

11.10) Se nós estivermos tentando manter uma conversa com a Terra, qual o mínimo tempo que teríamos que esperar para ouvir a resposta para uma pergunta fácil feita a alguém?

Bibliografia

Esta atividade foi adaptada de:

Ferguson, Dale C. *Interplanetary Travel*, em *Introductory Astronomy Exercises*, 1990. Tradução por Adriana Richit e Mauri Luis Tomkelski.

Disponível em:

http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/trabalhos_03/viagem_interplanetaria.htm .

(acessado em 17/02/2012)

Lançamento e Órbita da Mars Express

A Figura 42 mostra a trajetória realizada pela sonda espacial *Mars Express* em 2003. A sonda passou entre a Terra e Marte no momento em que os dois planetas estavam em seu maior ponto de aproximação em 60 000 anos.

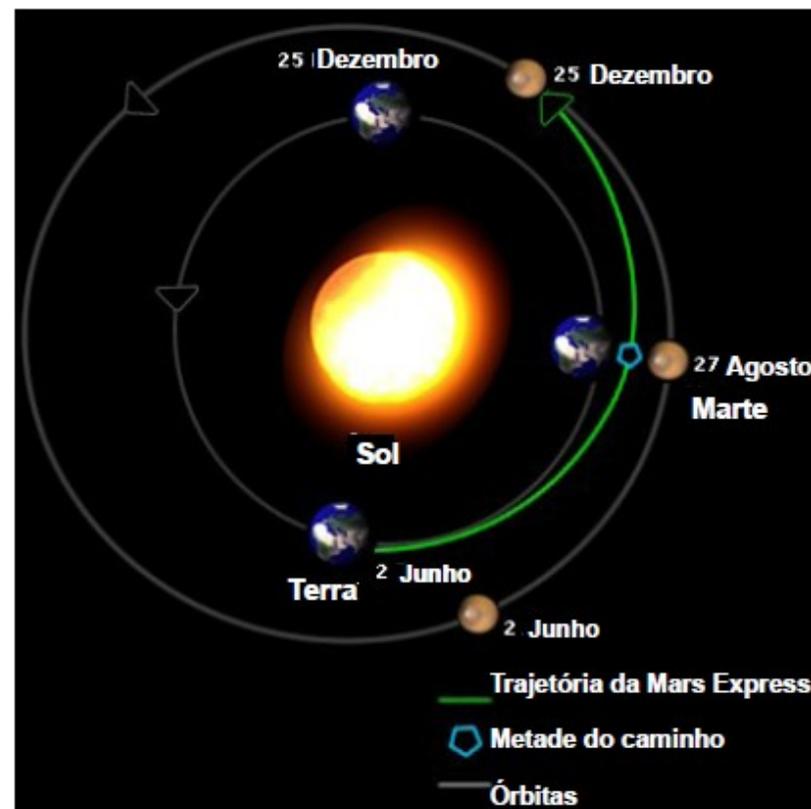


Figura 42: Trajetória da Mars Express. Figura retirada e adaptada de http://www.esa.int/SPECIALS/Mars_Express/SEMNS75V9ED_1.h%20tm (acessado em 17/02/2012)

Atividade 12: Quais fatores influenciam na intensidade da Força Gravitacional?

Ideias Prévias

12.1) Leia a tirinha abaixo:



Figura 43: Tirinha do Menino Maluquinho. Fonte:

http://www.ensinodefisica.net/1_THs/molduras/index_ths.htm

(acessado em 17/02/2012)

(a) O que impediu que o menino maluquinho levantasse voo?

(b) Observe a demonstração da educadora (jogar uma bolinha para o alto). O que aconteceu?

(c) Quais fatores influenciam na intensidade da força gravitacional em uma situação como essa?

(d) Qual seria a diferença do movimento da bolinha se nós repetíssemos essa demonstração na superfície da Lua?

Peso x Massa

A força gravitacional é um dos quatro tipos de força existentes no Universo. Para entendermos o que significa força no contexto da Física, vamos analisar as seguintes situações:

- se um objeto estiver em repouso, para pô-lo em movimento é necessário “alguma coisa” agir sobre ele.
- se a velocidade de um objeto aumenta é porque “alguma coisa” age sobre ele.
- se a velocidade de um corpo diminui é porque “alguma coisa” age sobre ele.
- se a velocidade de um corpo muda de direção é porque “alguma coisa” age sobre ele.

A essa “alguma coisa” capaz de por em movimento um corpo que está em repouso ou capaz de modificar de alguma forma a sua velocidade, é que Newton denominou força.

A força, assim como as demais grandezas físicas, possui uma unidade; ela é medida em **Newtons (N)**. Em todo objeto presente na superfície terrestre age uma **força gravitacional**, também chamada de **força peso** ou **peso**. Comumente, em nossa vida cotidiana, os termos peso e massa são utilizados com o mesmo significado, mas na **Física peso e massa são grandezas diferentes!**

Peso é diferente de massa!

A **massa** pode ser definida como a medida da quantidade de matéria que um corpo possui. Porém, essa definição é um pouco incompleta para o estudo dos movimentos. O termo massa é melhor definido como a propriedade de objetos materiais de resistir à aceleração. **Massa é a medida da inércia de um corpo**. As unidades mais utilizadas quando medimos a massa de um corpo são o **grama (g)** e o **quilograma (Kg)**.

Já o **peso é uma força que é resultado da interação gravitacional entre pelo menos dois objetos**. O peso depende da massa dos objetos

(uma pessoa e a Terra, por exemplo), mas massa e peso não são equivalentes. O peso, assim como as demais forças, é medido em **Newton (N)**.

Qual é a relação entre a massa de um objeto e o seu peso?

Nesta etapa, vamos entender como a força gravitacional que a Terra exerce sobre um objeto está relacionada à sua massa.

12.2) Observe o objeto suspenso pelo dinamômetro.

(a) Por que a mola se distende?

(b) O que puxa o objeto?

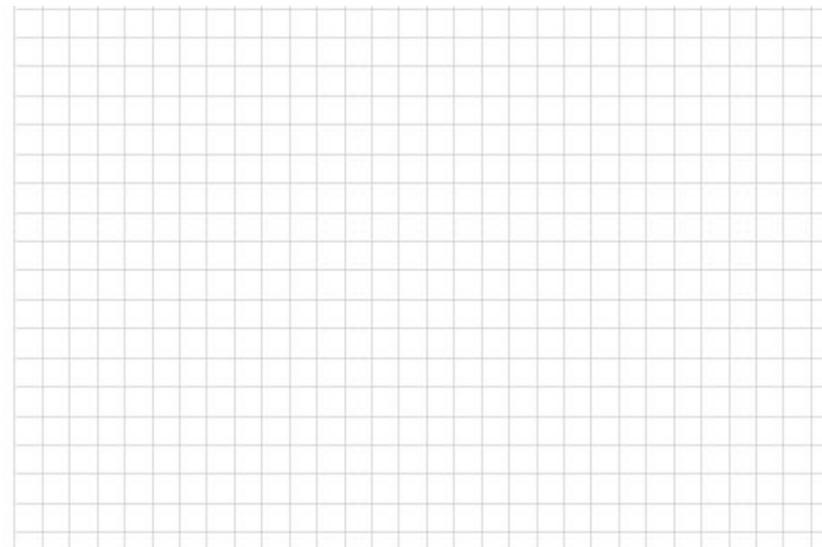
A força medida pelo alongamento da mola e indicada na escala do dinamômetro é a força gravitacional da Terra no objeto suspenso. Agora nós vamos determinar a relação gráfica e matemática entre a **massa do objeto suspenso** e a **força gravitacional da Terra** agindo sobre esta massa. Para isso, você e o seu grupo devem medir massa e o peso de 5 objetos diferentes.

(c) Preencha a tabela abaixo com os dados coletados.

Massa do Objeto Suspenso (kg)	Força Gravitacional da Terra no Objeto (N)

--	--

(d) Construa um gráfico indicando a relação entre a força gravitacional e a massa do objeto suspenso.



(e) O que o gráfico sugere sobre a **relação** entre **força gravitacional** e a **massa do objeto** suspenso?

(f) Escreva a equação matemática que descreve esta relação.

(g) Quanto seria a força gravitacional em uma massa de 10 kg localizada próxima à superfície da Terra?

12.3) Os astronautas **Neil Armstrong** e **Buzz Aldrin** foram os primeiros seres humanos a pisar na Lua. O vídeo a seguir mostra filmagens realizadas durante a missão Apollo 11 (1969) em que os astronautas jogam alguns objetos para cima.

Vídeo:

<http://www.youtube.com/watch?v=isVO9AAAhxM&feature=related>

(Acesso em: 08/02/2012)

(a) Qual é a diferença entre o movimento de objetos que caem na superfície da Lua e de objetos que caem na superfície da Terra?

(b) Como você explica essa diferença?

12.4) Leia a tirinha abaixo e responda: o argumento de Garfield está correto do ponto de vista científico?



Figura 44: Tirinha de Garfield que relata sobre a diferença da força gravitacional em distintos planetas.

Fonte: <http://dicasdeciencias.com/2008/06/26/garfield-saca-tudo-de-fisica>

(acessado em 17/02/2012)

Bibliografia

Atividade adaptada de *Hands On Universe, Teacher Notes: Quantifying The Force of Gravity at the Earth's Surface*. Disponível em: http://web.mac.com/carpnet/HOU_Gravitation/Unit_Overview.html

(Acesso em: 08/02/2012)

Prass, Alberto Ricardo, *O conceito de Força*. Disponível em: http://www.fisica.net/mecanicaclassica/o_conceito-de_forca.pdf

(Acesso em: 08/02/2012)

Atividade 13: Campo Gravitacional x Distância

Na atividade 10 você teve a oportunidade de estudar a força gravitacional que a Terra exerce em objetos de diferentes massas localizados próximos à superfície da Terra. **Ao medir com um dinamômetro a intensidade da força gravitacional que age sobre vários objetos de massas conhecidas, pudemos constatar que a razão entre a intensidade desta força e as respectivas massas fornece sempre o mesmo valor, aproximadamente 10 N/kg.** Este valor é identificado como a intensidade do campo gravitacional naquele local. Por exemplo, para um objeto de massa 0,5 kg, a força gravitacional medida no dinamômetro foi de aproximadamente 5 N. A razão entre força e massa é, portanto:

$$\frac{F}{m} = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ N/Kg}$$

Para representar a intensidade do campo gravitacional em um determinado local utilizamos o símbolo g . Para a superfície da Terra, temos que:

$$g = 10 \text{ N/Kg}$$

Se considerarmos corpos de simetria esférica, como planetas e estrelas, podemos dizer que a intensidade do **campo gravitacional** em um determinado local depende da massa do corpo que produz esse campo e também da distância desse local ao centro do corpo. A figura que se segue representa, através de vetores, a intensidade do campo gravitacional em diferentes locais ao redor da Terra.

Podemos observar que todos os vetores apontam para o centro e que o tamanho de cada vetor diminui à medida que ele se distancia do centro da Terra. **Para um mesmo objeto, a força gravitacional vai diminuindo de intensidade à medida que nos afastamos da Terra, uma vez que a intensidade do campo também diminui.**

Assim como a Terra, todo corpo que tem massa também possui um campo

gravitacional que pode ser percebido por qualquer outro corpo que também tenha massa, entretanto esse campo só pode ser facilmente percebido quando um dos corpos tem massa muito grande, como é o caso dos corpos astronômicos. A Terra, por exemplo, possui massa de 6×10^{24} kg, ou seja,

6 000 000 000 000 000 000 000 000 kg.

A interação entre dois corpos, que ocorre devido à massa dos mesmos, é a chamada **força gravitacional**.

13.1) Você poderia citar exemplos de corpos que interagem gravitacionalmente?

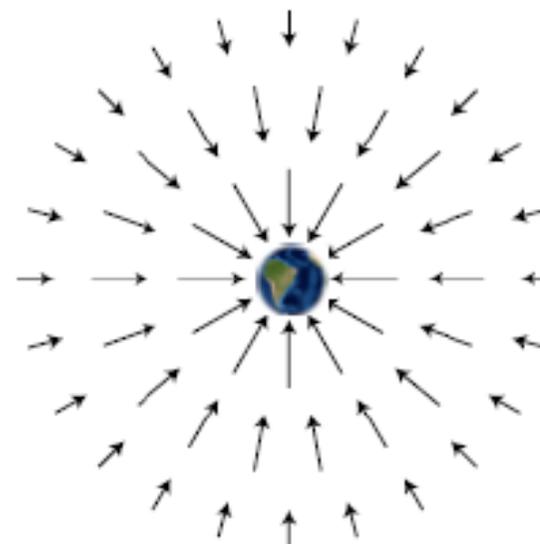


Figura 45: Representação do campo gravitacional. As setas do desenho indicam a direção e o sentido da força gravitacional sobre objetos colocados naquelas posições.

Apesar de o Sol e a Terra distarem 150 milhões de quilômetros, a Terra

“sente” a presença do Sol e o Sol “sente” a presença da Terra através do campo gravitacional criado por ambos. O conceito de campo foi estabelecido para explicar as interações a distância. Ele não se aplica apenas a gravidade, mas também pode ser utilizado para explicar como um ímã atrai alguns pregos, nesse caso o campo produzido pelo ímã é denominado de campo magnético.

Os diferentes astros do Sistema Solar produzem diferentes campos gravitacionais, já que suas massas e raios são distintos. A tabela abaixo compara os valores dos campos na superfície dos astros.

Tabela 5: Campo gravitacional na superfície dos principais astros do Sistema Solar.

Astro do Sistema Solar	Massa em relação à da Terra	Campo gravitacional (N/kg)
Sol	329 930	274
Lua	0,0012	1,6
Mercúrio	0,06	3,7
Vênus	0,82	8,9
Terra	1	9,8
Marte	0,11	3,7
Júpiter	318	24,8
Saturno	95,2	10,4
Urano	14,5	11
Netuno	17	8,7
Plutão	0,002	0,66

Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Planets> (acessado em 17/02/2012)

Observe que apesar de a massa de Saturno ser maior que a massa de Urano, o campo gravitacional na superfície de Saturno, 10,4 N/kg, é menor do que o campo na superfície de Urano, 11 N/kg. **A massa do astro não é,**

portanto, o único determinante para conhecermos o campo gravitacional dele. Outro fator importante é a distância do local em que estamos interessados em determinar o campo ao centro do corpo que produz esse campo. Na próxima atividade você poderá entender como o campo gravitacional varia quando nos distanciamos do corpo que o produz.

Ideias prévias

13.2) Imagine o campo gravitacional produzido por uma estrela ou por um planeta. Em qual direção a influência gravitacional do astro atua?

13.3) Se você tivesse que descrever o “formato” da influência gravitacional ao redor de um planeta ou de uma estrela, como você descreveria?

13.4) Imagine que você pegue um elevador para um ponto localizado a centenas de quilômetros da superfície terrestre. Dentro do elevador existe uma balança e você permanece em cima dela durante a “viagem”. O que você perceberia quando chegasse ao topo?

Qual é a relação entre o campo gravitacional criado por um corpo de massa m e a distância d que estamos desse corpo?

Para entender o que acontece com o campo gravitacional quando ele se propaga pelo espaço, vamos compará-lo com uma fonte de luz. Para isso vamos utilizar uma lanterna, uma superfície plana e apagar as luzes.

Observações Qualitativas

13.5) Observe o movimento que a educadora faz com a lanterna (aproximar e afastar a lanterna de uma superfície). O que acontece com o formato da luz projetada na superfície?

13.6) O que acontece com o brilho da luz projetada na superfície quando a educadora move a lanterna para perto e para longe da superfície?

Agora a educadora vai remover a tampa de proteção da lanterna, dessa forma a lâmpada vai ficar descoberta.

13.7) Em que direção, a partir da lâmpada, a luz viaja?

13.8) Se você tivesse que descrever a forma da luz quando ela se afasta da lâmpada, o que você diria?

13.9) O que acontece com a intensidade da luz quando você se afasta da lâmpada?

Observações Quantitativas

Neste momento vamos realizar algumas medidas para entender como a área da superfície iluminada varia conforme a lanterna se distancia da superfície. Vale lembrar que a área de qualquer superfície circular pode ser calculada utilizando-se a expressão:

$$A = \pi \cdot r^2$$

onde **A** é a **área**, π é aproximadamente **3,14** e **r** é o **raio da superfície**. Neste momento é importante que você esteja atento e anote os dados fornecidos pela educadora e pelos alunos que vão auxiliá-la na medição. Vamos preencher a tabela a seguir, calculando a área da superfície iluminada pela lanterna quando ela se encontra a diferentes distâncias dessa superfície.

Distância da lanterna à superfície (cm)	Diâmetro da área iluminada (cm)	Raio da área iluminada (cm)	Total de área iluminada (cm ²)	Comparação (Ad/A10)
10 cm				
20 cm				
30 cm				

13.10) Assuma que a intensidade da lâmpada é a mesma nos três casos. Quantas vezes mais "fraca" é a luz quando a distância à superfície é o dobro, ou seja, quando a distância passa de 10 cm para 20 cm? Explique o seu raciocínio.

13.11) Quantas vezes mais "fraca" é a luz quando a distância até a superfície é triplicada, ou seja, quando a distância passa de 10 cm para 30 cm? Explique o seu raciocínio.

13.12) Quantas vezes mais "fraca" você acredita que a luz seria se você posicionasse a lanterna a 40 cm de distância da superfície? Explique o seu raciocínio.

Conclusões

13.13) O que você conclui a respeito de como a intensidade da luz varia com a distância à sua fonte?

13.14) Sabendo que o campo gravitacional "enfraquece" com a distância à massa que o origina da mesma maneira que a luz fica mais fraca com a distância à sua fonte, como você pode expressar a relação entre a intensidade do campo gravitacional (g) e a distância (d)?

Bibliografia

Atividade adaptada de *Hands On Universe, Teacher Notes: Exploring How Gravity Varies With Distance*. Disponível em:
http://web.mac.com/carpnet/HOU_Gravitation/Unit_Flow_Chart.html
(acessado em 17/02/2012)

Atividade 14: A importância do Sol e o seu ciclo de vida

Por que ocorrem as estações do ano?

A **energia solar**, produzida no interior do Sol, viaja cerca de 150 milhões de quilômetros até atingir a Terra. Estima-se que cerca de 40% de toda radiação incidente é refletida pelas camadas superiores da atmosfera e 60% é absorvida pela Terra provocando aquecimento da superfície terrestre, do vapor d'água e da poeira existente nas camadas inferiores da atmosfera e também das gotículas de água presentes nas nuvens. A quantidade de calor absorvida pela Terra não é distribuída uniformemente. Esse aquecimento não uniforme da Terra, dentre outros fatores, é responsável pela formação dos ventos e das correntes marítimas, assim como pela diferença de temperatura e clima nas regiões planetárias.

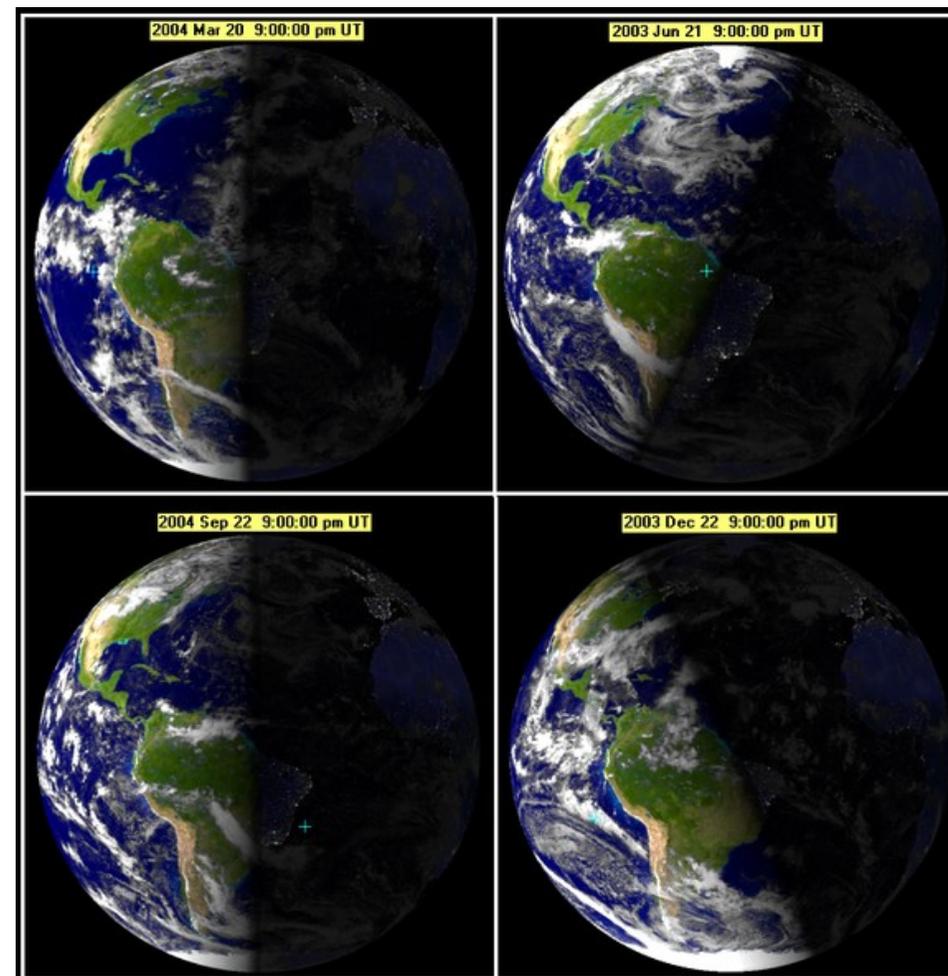


Figura 46: A figura ilustra a Terra quando ela atinge as posições de equinócio (à esquerda) e, as posições de solstício (à direita).

Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Seasonearth.png>. (Acesso em: 08/02/2012)

A face da Terra voltada para o Sol está absorvendo e emitindo radiação,

enquanto a outra face está apenas emitindo. Devido ao movimento de rotação terrestre, as faces se alternam e no período de 1 dia toda a superfície da Terra é iluminada. Um fator condicionante no aquecimento terrestre desigual é a **inclinação de 23,4°** do eixo de rotação da Terra com relação à perpendicular ao plano de sua órbita. **A inclinação do eixo, juntamente com o movimento de translação da Terra, faz com que o aquecimento de uma determinada região seja diferente com o passar do ano, dando origem às estações do ano.** Na Figura 46 podemos observar a Terra em diferentes posições ao longo de seu movimento de translação; as fotografias mostram a iluminação da Terra no início de cada estação do ano.

O dia **20 de Março** é a data de início do **Outono** no **hemisfério sul** e data de início da **Primavera** no **hemisfério norte**, assim como, no dia **22 de Setembro** começa a **Primavera** no **hemisfério sul** e o **Outono** no **hemisfério norte**.

Essas datas são denominadas de **equinócio** e não são fixas, podendo ocorrer também nos dias 21 de Março e 23 de Setembro. Aqui no hemisfério sul, temos o equinócio de primavera em Setembro e o equinócio de outono em Março. A palavra equinócio vem do latim, *aequus* (igual) e *nox* (noite), e significa "noites iguais". **Nesses dias todas as regiões da Terra possuem exatamente 12 horas de dia e 12 horas de noite.** É também nessas datas que os raios solares chegam perpendiculares à região equatorial, ou seja, o Sol passa exatamente em cima da cabeça dos moradores de cidades localizadas em cima da linha do Equador.

Ao contrário do que acontece nos equinócios, nas datas 21 de Junho e 22 de Dezembro, as noites não têm a mesma duração. No dia 21 de Junho o polo sul tem 24 horas de noite e o polo norte, 24 horas de dia. As noites são mais longas em todo o hemisfério sul e mais curtas em todo o hemisfério norte, sendo iguais apenas para regiões localizadas na linha do equador. É o início no nosso inverno e do verão nas regiões do hemisfério norte. As datas que marcam o início do inverno e o início do verão são denominadas **solstício**.

Essa diferença na duração das noites e dos dias, causa das estações do ano, só acontece devido à inclinação do eixo terrestre. Se o eixo não fosse inclinado, todos os dias e noites em qualquer região da

Terra teriam a duração de 12 horas.

14.1) Observe a demonstração feita pela educadora e responda: Por que ocorrem as estações do ano?

Curiosidade

A distância da Terra até o Sol é variável, sendo no máximo 152 milhões de quilômetros e no mínimo 147 milhões de quilômetros. **A diferença de 5 milhões de quilômetros é pequena quando comparada à distância total Terra-Sol e não tem influência no fenômeno das estações do ano.**

Urano, um caso especial

A característica mais notável de Urano é a inclinação de seu eixo de rotação que é de quase 90°, Urano é um planeta que percorre sua órbita "deitado". Tal inclinação faz com que o planeta receba mais calor em seus polos do que no equador durante todo o ano. Além disso, em Urano, o período entre uma estação e outra é muito grande já que um ano desse planeta corresponde a 84 anos terrestres.

De onde vem a energia fornecida pelo Sol?

O Sol é um grande fornalha nuclear capaz de fornecer para a Terra uma energia equivalente à explosão de quatro milhões de bombas de Hiroxima a cada segundo. Para explicar a produção de calor pelo Sol, Helmholtz sugeriu que a matéria da superfície do Sol seria puxada pela força gravitacional até o seu centro, e nesse processo a energia gravitacional seria convertida em energia térmica. Tal teoria previa que o Sol poderia existir com a luminosidade atual por cerca de 30 milhões de anos. Como existem rochas na Terra, na Lua e em asteroides datadas com uma idade de 4,56 bilhões de anos, este não poderia ser o processo de geração

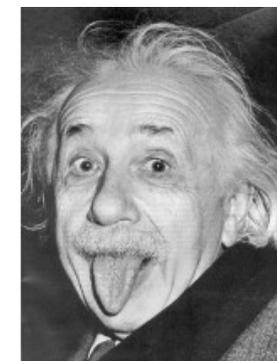


Figura 47: Fotografia de Albert Einstein.
<http://ateneulondrina.com.br/quem-foi-albert-einstein.html/>.
(cessado em 17/12/2012)

da energia do Sol.

A elaboração da **teoria da relatividade especial** foi fundamental para entender a produção de calor no Sol. A famosa equação de Einstein,

$$E = m.c^2 ,$$

descreve que **a massa (m) pode ser transformada em energia (E)**, dessa forma o Sol poderia utilizar sua própria massa para produzir energia, possuindo massa suficiente para existir por até 10 bilhões de anos.

Analisando o espectro eletromagnético do Sol, os cientistas perceberam que a nossa estrela é constituída basicamente por **Hidrogênio**, mas contém traços consideráveis de **Hélio**. **Em 1938, Hans Bethe mostrou como quatro núcleos de Hidrogênio poderiam ser fundidos em um núcleo de Hélio, liberando energia. Esse é o processo responsável pela geração da energia nas estrelas durante quase toda a vida delas.** O esquema abaixo mostra como ocorre a fusão nuclear. Na fusão nuclear ocorre a transformação de massa em energia, visto que a massa do Hélio é 0,7% menor do que a massa dos quatro núcleos de Hidrogênio que se fundiram.

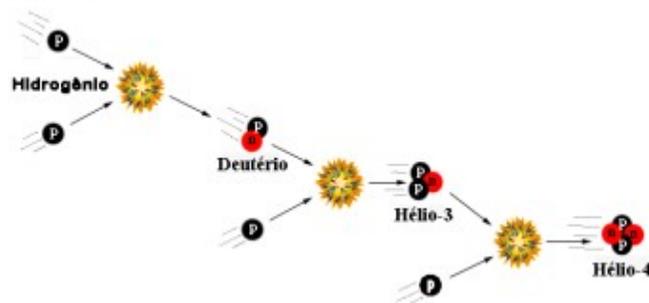


Figura 48: O esquema ilustra a fusão nuclear de quatro prótons (núcleos de Hidrogênio) que se transformam em um núcleo de Hélio liberando energia para o meio externo.

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node10.htm> (acessado em 17/02/2012)

A história de uma estrela diferente do Sol

Para saber como o Sol se formou e qual será o seu fim os astrônomos procuram observar estrelas em seus diferentes estágios de vida. O primeiro registro que deu pistas aos astrônomos sobre o ciclo de vida das estrelas foi feito por chineses em 1054. **Eles presenciaram o aparecimento de um ponto muito luminoso no céu e o descreveram como sendo tão brilhante quanto a Lua Cheia.** O seu brilho era tão intenso que foi possível vê-la até mesmo de dia por pelo menos um mês. A estrela se

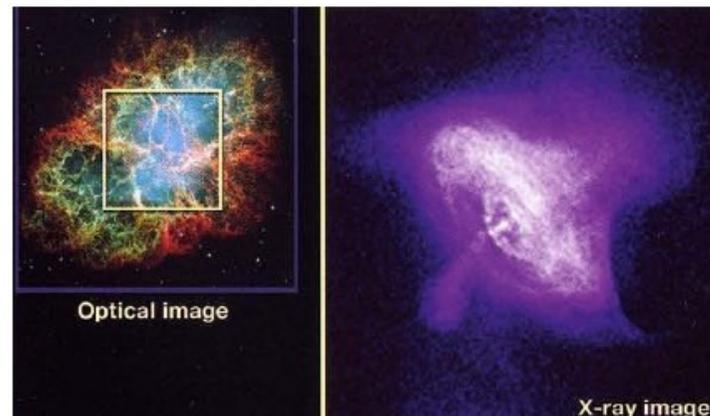


Figura 49: A figura da esquerda foi feita no espectro do visível pelo telescópio Hubble. A nuvem de gás e poeira não permite que visualizemos o que há em seu interior. A imagem da direita foi feita em raios-X pelo Observatório Chandra e permite que observemos o pulsar em seu centro. Fonte: http://nightsky.jpl.nasa.gov/download-redirect.cfm?Doc_ID=310&Doc_Filename=11IYADiscoveryGuide.pdf&InfoLogged=1&Anon=0. (Acesso em: 08/02/2012).

manteve visível no céu noturno por um ano até desaparecer totalmente de vista.

Depois de mais de 700 anos, Charles Messier, enquanto procurava cometas, encontrou um objeto interessante na mesma região que os chineses haviam visto a estrela e listou o achado em seu catálogo, publicado em 1774. Setenta anos mais tarde, o astrônomo Lord Rosse utilizou o maior telescópio da época para observar o estranho objeto catalogado por Messier. O objeto era constituído de filamentos brilhantes de gás e poeira, e foi denominado de **Nebulosa do Caranguejo** porque sua estrutura filamentosa lembrava as pernas de um crustáceo. Hoje em dia sabemos que a Nebulosa do Caranguejo é formada por restos brilhantes de uma estrela, com massa dez vezes maior que a massa solar, que chegou ao final de sua vida, explodindo em uma supernova.

O gás da nebulosa é formado pelas camadas exteriores da estrela que foram expelidas durante a explosão e atravessaram o meio interestelar a milhares de quilômetros por hora. As cores do filamento e das regiões exteriores da filmagem do Hubble, feita em luz do espectro visível, representam os elementos oxigênio e enxofre. Eles foram criados na estrela durante a sua vida e expelidos por essa morte explosiva.

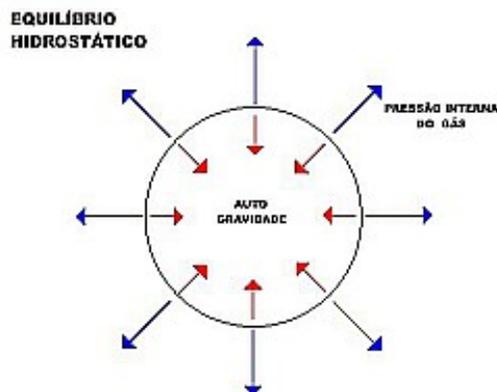


Figura 50: O Sol não se expande nem se contrai, cada força em seu interior é contrabalanceada pela pressão interna do gás.

Fonte:

http://www.if.ufrgs.br/oei/stars/struct/struct_st.htm (Acessado em 17/02/2012)

O desenvolvimento de telescópios que detectam outros comprimentos de onda da luz, como ondas de rádio e raios-X, permitiu aos astrônomos ver detalhes na Nebulosa do Caranguejo que não podem ser vistos com a luz visível. Em 1968, eles detectaram uma estrela de nêutrons – o núcleo denso e compacto da estrela que explodiu – girando rapidamente no centro da nebulosa. Com apenas 10 quilômetros de diâmetro, a estrela de nêutrons caberia dentro de uma cidade pequena. Os astrônomos observaram explosões de ondas de rádio que se repetiam 30 vezes a cada segundo e a denominaram pulsares. Essas explosões de onda de rádio formam dois feixes intensos de luz que varrem o espaço em diversas direções, fazendo parecer que a estrela está acendendo e apagando.

O **Pulsar do Caranguejo** foi o primeiro pulsar descoberto. Devido à sua proximidade com a Terra e à emissão de luz em diferentes comprimentos de onda, talvez o pulsar do caranguejo seja um dos objetos mais estudados do espaço. Ele tem revelado detalhes importantes sobre o final da vida de estrelas massivas. Provavelmente, os elementos formados durante a explosão da supernova serão reciclados formando nuvens de gás e se tornando parte da próxima geração de estrelas.

O fim de cada estrela depende de sua massa e da rapidez com que a estrela queima seu combustível. Todas as estrelas estáveis possuem um equilíbrio entre a força gravitacional, que puxa para dentro, e a força de pressão que empurra para fora.

Quando acontece um desequilíbrio entre essas duas forças, a estrela muda de fase seguindo o seu ciclo de vida. Na próxima atividade, você poderá descobrir qual é o destino do Sol.

Bibliografia

Texto adaptado de "The Crab Nebula (M1)", da página <http://www.astrosociety.org/lya/guides.html> (acessado em 17/02/2012).

começa a fusão do Hidrogênio em elementos mais pesados em seu núcleo. Inicia-se assim a vida da estrela.

As tabelas 6 e 7 apresentam as principais fases de uma estrela e as suas características. A Tabela 6 mostra quais são os estágios de vida de uma estrela que tem a massa próxima à massa solar, já a Tabela 7 apresenta os estágios de vida de uma estrela com massa muito maior do que a do Sol.

Atividade 15: O que vai acontecer com o Sol?

O que é uma **gigante vermelha**? O que é uma **anã branca**? E uma **supernova**? Siga as setas no diagrama e descubra as fases da vida de uma estrela pequena como o Sol, em comparação com as fases da vida de uma **estrela massiva** (estrelas com 8 a 10 vezes a massa do nosso Sol). Estrelas de todos os tamanhos nascem de uma **nuvem de gás e poeira** (a nebulosa de formação de estrelas). Quando a protoestrela é comprimida pela força da gravidade e seu núcleo fica quente o suficiente, o astro

Tabela 6: Estágio de Vida de uma Estrela como o Sol

Sequência Principal	A estrela se mantém estável por bilhões de anos queimando Hidrogênio em seu núcleo.
Gigante Vermelha	Depois de vários bilhões de anos a estrela termina com boa parte do Hidrogênio e continua realizando a fusão, agora com o Hélio.

Nebulosa Planetária	Nesse ponto, a estrela passa por uma fase instável, onde ela começa a perder a sua atmosfera exterior formando uma nebulosa planetária que se distribui em torno da estrela. No diagrama, a partir desse ponto o ciclo continua ou volta ao estágio inicial. No primeiro caso, a estrela evolui para uma anã branca e, no segundo caso, o gás expelido é incorporado ao meio interestelar e participa da formação de novas estrelas. Esse ciclo representa a reciclagem dos elementos criados nas estrelas que voltam para o meio interestelar para fornecer material para fazer novas estrelas.
Anã Branca	O núcleo restante da estrela esfria fazendo com que ela se contraia e vire uma anã branca que não mais gera energia por fusão termonuclear.

Supergigante Vermelha	Depois de vários milhões de anos queimando o Hidrogênio de seu núcleo, a estrela transforma-se em uma supergigante vermelha. A estrela continua a fundir átomos em elementos mais pesados dentro de seu núcleo, tão pesados que o núcleo passa a se encher de Ferro. Como o processo de fusão para no Ferro, o término da queima faz força de pressão diminuir abruptamente e o núcleo colapsa sob a ação da força gravitacional.
Supernova	Uma onda de choque explosiva e a energia gerada pelo colapso do núcleo começam a se mover para o exterior da estrela aquecendo as camadas adjacentes da estrela e BOOM. A maior parte da estrela é expelida para o espaço na forma de uma explosão denominada supernova. No diagrama, o ciclo de vida continua a partir da supernova de volta para a nuvem de gás e poeira. Isso representa a reciclagem dos elementos pesados, criados na estrela e durante a explosão da supernova, que são reutilizados para formar novas estrelas - e os planetas.
Estrela de Nêutrons ou Buraco Negro	Após a explosão, o núcleo remanescente da estrela se transforma em uma estrela de nêutrons ou, se o núcleo possui massa maior que três vezes a massa do Sol, ele se transforma em um buraco negro.

13.1) A partir da análise das Tabelas 6 e 7 e da Figura 51, escreva um pequeno texto que aborde a origem, vida e destino do Sol. Procure utilizar suas próprias palavras e ideias para expressar como será a evolução do Sol.

Tabela 7: Estágios na Vida de uma Estrela Massiva

Sequência Principal	A estrela se mantém estável por milhões de anos queimando Hidrogênio em seu núcleo.
----------------------------	---



Figura 51: O esquema ilustra os diferentes estágios de evolução estelar. O ciclo da esquerda mostra como as estrelas com massa próxima a massa solar evoluem, enquanto o ciclo da direita mostra a evolução de estrelas muito mais massivas do que o Sol. Esses ciclos evolutivos são característicos de estrelas isoladas (não binárias).

Fonte: <http://imagine.gsfc.nasa.gov/> (Acesso em: 08/02/2012)

Bibliografia

http://www.nasa.gov/audience/forstudents/9-12/features/stellar_evol_feat_912.html (acessado em 17/02/2012)

APÊNDICE F – GUIA DO EDUCADOR



Universo, Terra e vida:

aprendizagem por investigação

Roberta Lima Moretti

Maria de Fátima Oliveira Saraiva

Eliane Angela Veit

Ficha catalográfica a ser feita pela bibliotecária.

Universo, Terra e vida:
aprendizagem por investigação
(Guia do Educador)

Roberta Lima Moretti

Maria de Fátima Oliveira Saraiva

Eliane Angela Veit



Roberta Lima Moretti,

licenciada em Física pela Universidade de Brasília, é professora de Física na Escola Estadual de Ensino Médio Nova Sociedade. Como parte do seu mestrado em Ensino de Física, junto ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UFRGS, elaborou este material instrucional, que agora coloca à disposição da comunidade.



Maria de Fátima Oliveira Saraiva,

licenciada em Física, com mestrado e doutorado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). É professora do Departamento de Astronomia do Instituto de Física da UFRGS e membro do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física dessa instituição, onde orientou a dissertação de mestrado de Roberta L. Moretti.



Eliane Angela Veit,

licenciada em Física, com mestrado e doutorado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), é professora do Instituto de Física da UFRGS, e atua no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, onde co-orientou a dissertação de mestrado de Roberta L. Moretti.

Sumário

Apresentação	01
Detalhamento da Proposta	02
Atividade 1: Qual é a sua localização no Universo?	10
Atividade 2: O que é grande? O que é pequeno?	12
Atividade 3: O estudo do universo é considerado ciência?	14
Atividade 4: O Universo é estático ou dinâmico?	16
Atividade 5: Por que ocorrem as fases da Lua?	19
Atividade 6: Intervalos de tempo entre as fases da Lua e a variação do período de lunação	23
Atividade 7: Por que ocorrem os eclipses?	25
Atividade 8: Prevendo eclipses solares	27
Atividade 9: Constituição e origem do Sistema Solar	29
Atividade 10: Como podemos prever a localização dos planetas?	32
Atividade 11: Viagem interplanetária	34
Atividade 12: Quais fatores influenciam na intensidade da força gravitacional?	37
Atividade 13: Campo gravitacional x distância	40
Atividade 14: A importância do Sol e o seu ciclo de vida	42
Atividade 15: O que vai acontecer com o Sol?	44
Anexo 1: Universo estático ou dinâmico?	45
Bibliografia	48

Apresentação

A proposta aqui apresentada na forma de guias para educadores de Física é parte da dissertação da primeira autora, que foi desenvolvida em seu curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física sob orientação das demais autoras. Procuramos elaborar atividades que estivessem em consonância com o currículo vigente no estado do Rio Grande do Sul no ano de 2009, as *Lições do Rio Grande*.

Este currículo, baseado nos Parâmetros Curriculares Nacionais, organiza o Ensino Médio em seis temas estruturadores, entre eles encontra-se o tema *Universo, Terra e vida*, no qual o ensino de Astronomia é imprescindível. Confiantes no potencial formador e estimulador da Astronomia e cientes das dificuldades pelas quais perpassam o ensino dessa disciplina, desenvolvemos este material instrucional com o objetivo de facilitar a inserção da Astronomia no Ensino Médio.

Por se ater muitas vezes a questões fundamentais do ser humano, a Astronomia, ao ser abordada no Ensino Médio, desperta a curiosidade dos estudantes e o interesse dos mesmos pela ciência. O estudo da Astronomia coloca o estudante em contato com questões do tipo “Como surgiu o Universo?” ou “Qual é o tamanho do Sol? E das demais estrelas?”. Responder às questões relacionadas ao Universo como um todo, leva o estudante a se aperceber da sua localização temporal e espacial no Universo, o que pode ajudá-lo a ampliar a sua consciência com relação à sua própria história e às condições químicas, físicas e biológicas para a sua existência.

Embora o potencial formador da Astronomia seja indiscutível e o seu ensino seja amplamente recomendado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (2000) e pelas Orientações Curriculares Nacionais (2006), pouco tem sido feito para que a Astronomia, efetivamente, faça parte do currículo escolar. Acreditamos que alguns fatores podem ser determinantes para a ausência de conteúdos dessa área de conhecimento no Ensino Médio, dentre eles podemos citar: a formação oferecida aos educadores nos cursos de licenciatura que atribui pouca, ou nenhuma, atenção à tópicos de Astronomia; e a ausência de conteúdos de Astronomia nos livros didáticos,

principal fonte de informação utilizada pelos educadores no preparo das aulas.

Levando em consideração esses fatores, buscamos apresentar neste material um subsídio para o educador que deseja utilizar as atividades propostas no *Universo, Terra e vida: uma aprendizagem por investigação (Guia do Educando)*. Aqui o educador encontrará um guia para a aplicação das atividades, gabarito para as mesmas e sugestões de leitura que podem ser úteis para entender os conceitos e fenômenos abordados em cada atividade.

As *Lições do Rio Grande*, assim como os PCN, sugerem, ainda, que o ensino deve ser feito visando o desenvolvimento de competências, o que levou as autoras a escolherem uma metodologia de ensino diferenciada, o *Ensino por Investigação*. Esta metodologia incentiva a participação do estudante, essencial ao desenvolvimento de competências.

Esperamos que este material possa contribuir com educadores que desejam incluir o ensino de Astronomia em sua prática, tornando-o mais facilmente exequível e embasado.

Detalhamento da Proposta

O currículo proposto no documento *Lições do Rio Grande* é baseado nos *Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCN) e nas *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCN+) e propõe que o ensino de Física, e das demais disciplinas, seja feito visando o desenvolvimento de competências pelos educandos. Pensado com esse objetivo, o ensino de Física deve propiciar a compreensão e o tratamento, a partir de princípios, leis e modelos construídos pela Física, de fenômenos naturais e tecnológicos que fazem parte do cotidiano do educando, bem como os relacionados ao universo longínquo (*Lições do Rio Grande*, 2009).

Visando o desenvolvimento de competências, as *Lições do Rio Grande* as discutem no âmbito de três eixos

- representação e comunicação;
- investigação e compreensão;
- contextualização sociocultural.

Esses eixos determinam competências específicas à medida que se interlaçam com as competências básicas:

- ler;
- escrever;
- resolver problemas.

O Quadro 1 (p. 7) mostra o cruzamento dos eixos com as competências básicas, e descreve as competências específicas necessárias ao desenvolvimento das competências básicas.

Para o desenvolvimento dessas competências, o educador deve despertar o espírito crítico do educando, preparando atividades que permitam que este seja ativo em sua aprendizagem. Para isso, o educador pode expor o educando a situações-problema que exijam que ele discuta possíveis soluções e elabore hipóteses. Ajudar o educando a organizar o seu raciocínio, fazendo indagações que permitam que ele se atente aos pontos principais de um problema, assim como, saber escutar e procurar contra-argumentar com o educando, mostrando porque o seu modelo explicativo não funciona, se for o caso, são atitudes que um educador pode ter para auxiliar os estudantes no desenvolvimento de competências.

Além dessas competências específicas, originadas a partir do cruzamento das competências básicas com os três eixos, também existem outras competências específicas que estão relacionadas aos conteúdos.

As *Lições do Rio Grande*, assim como os PCN+, sugerem que o conteúdo do Ensino Médio, na disciplina de Física, seja dividido em seis temas estruturadores:

- 1) Universo, Terra e vida;
- 2) Movimentos: variações e conservações;
- 3) Som, imagem e informação;
- 4) Calor, ambiente e usos de energia;
- 5) Equipamentos elétricos e telecomunicações;
- 6) Matéria e radiação.

A proposta aqui apresentada contempla o tema estruturador *Universo, Terra e vida*, apontado pelas *Lições do Rio Grande* como o primeiro tema a ser abordado no Ensino Médio por ser capaz de entusiasmar e despertar a curiosidade e o interesse do educando na disciplina de Física. Os conteúdos fundamentais relativos a esse tema estruturador são descritos nos PCN+ e estão expostos no Quadro 2 (p. 8). As competências específicas relacionadas ao tema estruturador *Universo, Terra e vida* são apresentadas no Quadro 3 (p. 8).

Uma breve análise dos quadros 1 e 3 revela o quão desafiador é, para o educador, promover o desenvolvimento de competências. As *Lições do Rio Grande* propõem algumas estratégias de ação que otimizam o desenvolvimento dessas competências, dentre as quais encontram-se a leitura e a produção de textos, as discussões e outras atividades variadas. As atividades aqui propostas buscam promover uma maior participação do educando nas aulas, fazendo-o sair do papel de mero espectador e ouvinte para se tornar protagonista de sua aprendizagem.

Conhecer as concepções prévias dos educandos antes de iniciar um novo assunto e, se possível, confrontá-las com as científicas, é importante para desenvolver neles o espírito crítico. Acreditamos que desenvolver o espírito investigador e crítico não significa impor o conhecimento científico como uma visão de mundo privilegiada, mas sim permitir o entendimento de como

o conhecimento científico é produzido e promover a liberdade de questionamento dentro da sala de aula.

Dentro dessa perspectiva, as *Lições do Rio Grande* destacam a importância de mostrar a natureza sociocultural da Física. Discutir como o conhecimento científico é construído, a diferença entre essa forma e outras formas de conhecimento, assim como as implicações que a ciência tem ou pode ter em nossas vidas, é um meio de fazer o educando avançar em sua compreensão do mundo. Na presente proposta, algumas atividades abordaram a História e Filosofia da Ciência. O principal objetivo de tais atividades foi promover uma reflexão por parte dos educandos sobre a construção do conhecimento científico e o seu vínculo com a vida do cientista, o qual, na busca pelo conhecimento, pode ser influenciado por suas próprias crenças e pelo meio do qual faz parte.

A leitura de texto, não muito usual nas aulas de Física, é destacada nos *Lições do Rio Grande* como uma estratégia para uma abordagem mais conceitual. Questões e exercícios que demandam interpretação de texto devem fugir do esquema de copiar as respostas do texto, incentivando o aluno a se aprofundar mais no texto e também a realizar buscas em outras fontes.

A experimentação com materiais de baixo custo pode ser feita mesmo em escolas que não possuem aparato laboratorial e deve envolver o educando no fazer, manusear, observar, coletar dados, analisar e escrever, relatando os processos e expressando suas conclusões. O trabalho com gráficos, símbolos e tabelas é uma ótima maneira de explorar as grandezas Físicas e suas unidades.

O desenvolvimento de competências foi um dos principais objetivos do presente trabalho. Para atingir esse propósito, escolhemos o *Ensino por Investigação*, uma metodologia de ensino que considera o estudante como protagonista de sua aprendizagem e ativo dentro do espaço escolar. O material que concebemos e elaboramos para o educando é composto por 15 atividades que abordam o tema estruturador *Universo, Terra e vida* fundamentadas, em sua maioria, no *Ensino por Investigação*.

Essa metodologia de ensino é baseada nas ideias do construtivismo, em que os estudantes constroem seu conhecimento progressivamente, atuando como solucionadores de problemas, enquanto o educador atua como um guia ou um facilitador.

O mais importante em uma atividade investigativa é que o educador não forneça respostas e soluções para as perguntas, mas promova práticas dentro da sala de aula que permitam que o educando, aos poucos, construa a sua resposta. Esse tipo de relação entre educador e educando promove uma maior participação dos estudantes na aula, aumentando a responsabilidade dos mesmos na aprendizagem do conteúdo. O Quadro 4 (p. 8) faz uma comparação entre o *Ensino por Investigação* e o que entendemos por *Ensino Tradicional*.

Essa dinâmica diferenciada permite ao educador conhecer as concepções alternativas dos estudantes a respeito de fenômenos naturais, entrando em contato com a concepção de mundo e de realidade do educando que em muitas das vezes diverge da concepção científica.

A abordagem construtivista instrui os educadores a valorizar as exposições e ideias dos educandos no contexto escolar, baseando-se no argumento de que o conhecimento é construído pelo indivíduo a partir de sua própria vivência e experimentação. Entretanto, é importante que essa valorização não seja permissiva a ponto de gerar uma relativização do conhecimento científico (Pietrocola, 1999).

As concepções alternativas dos educandos precisam ser respeitadas, abrindo-se espaço em sala de aula para que elas possam ser apresentadas, discutidas, argumentadas e contra-argumentadas. Acreditamos, portanto, que valorizar e incentivar a construção do conhecimento pelo estudante não significa abdicar da aprendizagem de concepções científicas em prol da afirmação de concepções alternativas, mas criar estratégias para que o estudante possa expor e discutir suas explicações.

Existem diversas concepções de *Ensino por Investigação* relacionadas ao nível de direcionamento das atividades. A escolha do nível de direcionamento das atividades investigativas deve levar em consideração ca

realidade escolar. Educandos que têm pouca prática em atividades desse tipo podem receber um direcionamento maior, assim como aulas de curto período podem ser melhor aproveitadas com maior direcionamento por parte do educador. O Quadro 5 (p. 9) mostra as diversas possibilidades de direcionamento em uma atividade investigativa. Embora acreditemos que quanto menor o nível de direcionamento dado pelo educador, maiores chances os educandos têm de desenvolver competências, o nível de direcionamento do educador e das atividades aqui propostas foi alto. Essa escolha aconteceu devido às condições apresentadas pela escola em que a proposta foi implementada, caracterizada pela pequena carga horária destinada à disciplina de Física e o baixo tempo que os educandos dedicam aos estudos fora de sala de aula.

Neste guia o educador encontrará direcionamento para cada uma das 15 atividades propostas, sendo que cada capítulo deste guia corresponde à uma atividade do material do educando.

O guia do educador é organizado nos seguintes tópicos:

- 1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos;**
- 2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas;**
- 3) Ideias Previas;**
- 4) Procedimentos de Ensino;**
- 5) Recursos;**
- 6) Tempo Previsto;**
- 7) Sugestões de Leitura.**

O conjunto de tópicos norteia as atividades, mas cabe ao educador utilizar este material da forma que julgar mais adequada. Faremos uma breve descrição de cada um desses itens.

1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

As competências específicas relacionadas aos conteúdos indicam a percepção e o tratamento que o educando deve desenvolver acerca de fenômenos naturais e tecnológicos abordados em uma determinada atividade. Tais competências foram baseadas nas competências específicas sugeridas pelos PCN+ (Quadro 2) e nas competências específicas sugeridas nas *Lições do Rio Grande* (Quadro 3). Em ambos documentos, estão apresentadas as competências específicas relativas ao tema estruturador *Universo, Terra e vida*.

Devido à grande generalidade desses textos e à necessidade de designar claramente quais competências específicas aos conteúdos são possíveis de ser desenvolvidas nas atividades, elaboramos e disponibilizamos, neste tópico, competências que se referem aos conteúdos abordados em cada atividade.

2) Competências Específicas Relacionadas a Ler, Escrever e Resolver problemas

Embora o conceito de competências não seja objetivamente definido nos PCN, segundo as *Lições do Rio Grande* podemos inferir que desenvolver competências significa desenvolver a capacidade de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, em vez do simples exercício de memorização. Também são consideradas competências a capacidade de fazer comunicações orais, trabalhos coletivos, relatório e leituras.

As competências específicas compreendidas neste tópico são descritas nas *Lições do Rio Grande* como originadas a partir do cruzamento das competências básicas (*Ler e escrever e Resolver problemas*) com os três eixos (*Representação e comunicação, Investigação e compreensão e Contextualização sociocultural*). São competências que devem permear o ensino de Física em todo o

nível Médio e permitem o desenvolvimento íntegro e constante das competências básicas.

3) Ideias prévias

Em grande parte das atividades, é apresentada uma questão central que os educandos devem responder. Antes de eles conhecerem a resposta científica, devem ser incentivados a exporem suas ideias prévias a respeito do assunto.

Nesse momento o educador entrará em contato com ideias prévias dos educandos, podendo muitas vezes ser surpreendido com as concepções apresentadas. É interessante que o educador conheça algumas concepções prévias partilhadas pelas pessoas sobre temas de Astronomia, para se preparar para um possível debate que leve o educando a questionar seu próprio conhecimento ou afirmá-lo. É nesse sentido que são disponibilizadas, nesse item, algumas ideias prévias que foram compiladas de artigos e/ou observadas pelas autoras durante a aplicação piloto da proposta.

4) Procedimentos de Ensino

Os procedimentos de ensino são um conjunto de ações que indicam ao educador qual é a sequência da aula, destacando os passos importantes para realização da mesma. Não devem de maneira alguma limitar a ação do educador, que poderá direcionar a aula de outra maneira para atender às demandas da turma.

5) Recursos

Materiais necessários ao desenvolvimento da atividade.

6) Tempo Previsto

Trata-se de uma estimativa do tempo que a atividade demanda. O tempo pode variar de acordo como o direcionamento dado pelo

educador às atividades, assim como dependerá fortemente da turma de educandos.

7) Sugestões de Leitura

Nas sugestões de leitura, o educador encontrará *sites* e artigos, relacionados aos conteúdos e ao ensino de Física, que podem ser úteis para adquirir maior domínio para a aplicação da atividade. Apesar de algumas sugestões estarem disponíveis apenas em língua inglesa, acreditamos que esses textos podem ser facilmente traduzidos para o português através de ferramentas disponibilizadas na internet, por exemplo, o *Google tradutor*.

8) Gabarito

Nesse item será disponibilizado um gabarito de cada atividade com as respostas esperadas. O gabarito não deve limitar as discussões em sala de aula, em questões discursivas de interpretação de texto, mas funcionar como um norteador.

Observações Finais

No ano de 2011 foi instituído, no estado do Rio Grande do Sul, um novo referencial curricular. Com isso, as *Lições do Rio Grande*, base da proposta aqui apresentada, deixaram de compor o currículo estadual.

A nova proposta curricular do estado - intitulada *Proposta do Ensino Médio Politécnico e Ensino Médio Curso Normal* - se destaca por designar grande importância ao mundo do trabalho. Amparada pela Lei de Diretrizes e Bases 9394/96 e pelo Parecer 04/2010 do Conselho Nacional de Educação, o novo currículo do Rio Grande do Sul aponta um objetivo para o Ensino Médio: preparar o educando para o mundo do trabalho.

Esse novo referencial recebeu inúmeras críticas, dentre elas, a de que parece querer adequar a escola pública às necessidades das empresas, promovendo a formação de mão de obra desqualificada, dissolvendo mais

ainda os conteúdos e conseqüentemente, causando um empobrecimento cultural. Tais fatores aumentariam mais ainda a discrepância entre o ensino público e o privado, deixando de preparar os educandos de escola pública para prosseguir os estudos.

A Secretaria da Educação do Estado do Rio Grande do Sul (SEDUCRS) defende o novo referencial curricular, apontando a diferença entre preparar para o mercado de trabalho e preparar para o mundo do trabalho, e salientando que essa última é a intenção do novo currículo. Segundo a SEDUC, a nova proposta visa formar um trabalhador crítico, capaz de se apropriar histórica e socialmente dos processos de produção.

Entre prós e contras, não podemos negar que a implementação da proposta está acontecendo rapidamente e sem um apoio concreto dos trabalhadores da escola.

Embora a proposta de ensino aqui apresentada tenha sido elaborada objetivando atender às *Lições do Rio Grande* (2009), acreditamos que o desenvolvimento de competências também seja oportuno à *Proposta do Ensino Médio Politécnico e Ensino Médio Curso Normal* (2011), já que para integrar o mundo do trabalho é interessante que o educando saiba se expressar de forma oral e escrita, consiga trabalhar em grupo e seja ativo e criativo na resolução de problemas.

Quadro 1: Cruzamento das Competências Básicas com os Três Eixos

	Representação e comunicação (E1)	Investigação e compreensão (E2)	Contextualização sociocultural (E3)
Ler e escrever (CB1)	<p>1. Apropriar-se da linguagem da Física, reconhecendo conceitos físicos, a partir de leituras sobre situações reais ou idealizadas, envolvendo análise qualitativa dessas situações, sem uso excessivo de fórmulas prontas.</p> <p>2. Reconhecer a linguagem da Física como constituída de símbolos, figuras, gráficos, equações ou tabelas, reconhecendo nessas representações não textuais as informações essenciais nelas contidas e vinculando tais informações aos conceitos físicos relevantes embutidos nessas informações.</p> <p>3. Expressar, sempre que solicitado, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos e outras representações não textuais, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.</p>	<p>1. Selecionar fontes de pesquisa confiáveis, junto com notícias sobre Física veiculadas pela mídia ou tópicos de Física publicados em revistas especializadas.</p> <p>2. Formular perguntas relevantes sobre tais tópicos de Física, expressando-as claramente e com a linguagem apropriada, reconhecendo os conceitos centrais envolvidos e fenômenos a serem investigados.</p> <p>3. Elaborar textos comunicando resultados de pesquisa, detalhando claramente objetivos, desenvolvimento e conclusões e fazendo uso correto da linguagem e de representações não textuais.</p>	<p>1. Perceber que a Física constitui parte da cultura contemporânea, sendo resultado de uma construção humana inserida em um processo histórico e social, discutindo criticamente aspectos do senso comum, veiculados pela produção literária e artística.</p> <p>2. Identificar a Física em diferentes âmbitos e contextos culturais: literatura, artes plásticas, teatro, música, reconhecendo que essa ciência permeia o mundo em que vivemos.</p> <p>3. Problematizar, por meio de elaboração de textos, o papel social da Ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo.</p>
Resolver problemas (CB2)	<p>1. Representar a situação-problema na linguagem textual e simbólica da Física, reconhecendo os conceitos físicos centrais envolvidos.</p> <p>2. Elaborar hipóteses e estratégias na resolução de situações-problema, na forma escrita e ou oral, argumentando com clareza sobre o seu ponto de vista.</p> <p>3. Expressar escrita ou oralmente sua solução de uma situação-problema, comunicando clara e concisamente as estratégias adotadas e justificando seus raciocínios com o uso correto da linguagem da Física.</p>	<p>1. Compreender o contexto da situação-problema e ser capaz de buscar criteriosamente informações em revistas, periódicos ou internet, que auxiliem na sua resolução.</p> <p>2. Investigar na situação-problema os aspectos mais importantes para a sua abordagem, concebendo modelos teóricos e explicativos para sua solução.</p> <p>3. Extrapolar, sempre que possível, a solução da situação-problema para casos mais gerais do que o proposto, reconhecendo ainda os novos problemas que surgem na análise da situação original.</p>	<p>1. Modelar situações concretas e reais à luz de teorias físicas, reconhecendo como a Física e a tecnologia influenciam a nossa interpretação do mundo atual.</p> <p>2. Resolver situações-problema, reconhecendo que a utilização dos produtos da Física e da tecnologia nem sempre é democrática na busca de soluções alternativas e acessíveis.</p> <p>3. Reconhecer que há sempre uma herança cultural, profundamente vinculada às questões sociais e históricas da Ciência, que guiam trabalho científico e que também norteiam a construção de modelos e a busca da solução de situações-problema.</p>

Quadro 2: Competências específicas do tema estruturador Universo, Terra e vida, segundo os PCN+

<p>1. Terra e sistema solar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.). • Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.
<p>2. O universo e sua origem</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo. • Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.
<p>3. Compreensão humana do universo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações. • Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual. • Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

(BRASIL, 2000, p.79)

Quadro 3: Competências específicas do tema estruturador Universo, Terra e vida, segundo as Lições do Rio Grande

<ul style="list-style-type: none"> • Compreender de forma atualizada as hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo, além dos limites para o conhecimento dessas questões. • Construir sínteses da compreensão física, sistematizando interações e modelos microscópicos. • Reconhecer a presença da vida humana no Universo como uma indagação filosófica e também das condições físicas, químicas e biológicas para sua existência, evidenciando as relações entre ciência e filosofia ao longo da história humana.
--

(RIO GRANDE DO SUL, 2009, p.92)

Quadro 4: Comparação entre o ensino por investigação e o ensino tradicional.

	Ensino por Investigação	Ensino Tradicional
Teoria de aprendizagem principal	Construtivismo	Behaviorismo
Participação do estudante	Ativa	Passiva
Envolvimento dos estudantes nos resultados	Acréscimo de responsabilidade	Decréscimo de responsabilidade
Papel do estudante	Solucionador de problemas	Seguidor direcionado
Papel do currículo	Orientador do processo	Orientador do produto
Papel do professor	Guia/facilitador	Transmissor

Quadro 5: Variações nas atividades que contemplam elementos essenciais do ensino de ciências conforme maior ou menor direcionamento do professor.

Característica Essencial	Variações			
1. Aprendizes engajam-se com perguntas de orientação científica	Aprendizes propõem uma questão	Aprendizes selecionam uma questão entre questões previamente propostas e colocam novas questões	Aprendizes delimitam melhor e tornam mais clara a questão fornecida pelo professor, ou por materiais ou outras fontes	Aprendizes engajam-se com questão fornecida pelo professor, materiais ou outras fontes
2. Aprendizes dão prioridade às evidências ao responderem às questões	Aprendizes determinam quais seriam as evidências e realizam coletas de dados	Aprendizes são direcionados na coleta de certos dados	Aprendizes recebem dados e têm de analisá-los	Aprendizes recebem dados e instruções de como analisá-los
3. Aprendizes formulam explicações a partir de evidências	Aprendizes formulam explicações após sumarizarem as evidências	Aprendizes são guiados no processo de formulação de explicações a partir de evidências	Aprendizes recebem possíveis formas de utilizar evidências para formular explicações	Aprendizes recebem evidências
4. Aprendizes avaliam suas explicações à luz de explicações alternativas e conectam suas explicações ao conhecimento científico	Aprendizes examinam independentemente outros recursos e estabelecem as relações com as explicações	Aprendizes são direcionados para áreas ou fontes de conhecimento científico	Aprendizes são informados acerca de possíveis conexões	
5. Aprendizes comunicam e justificam explicações	Aprendizes constroem argumentos razoáveis e lógicos para comunicar explicações	Aprendizes são treinados no desenvolvimento da comunicação	Aprendizes recebem diretrizes para tornar sua comunicação mais precisa	Aprendizes recebem instruções passo a passo e procedimentos para se comunicarem
Mais----- Nível de Auto-direcionamento dos Aprendizes ----- Menos Menos----- Nível de direcionamento do professor ou de material ----- Mais				

(Traduzido a partir de adaptações do NRC apud MUNFORD ET AL., 2007, p. 12)

Atividade 1: Qual é a sua localização no Universo?

1.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Conhecer a descrição atual da estrutura do Universo.
- Reconhecer o minuto-luz e o ano-luz como unidades de medidas astronômicas e saber converter essas unidades para metros e quilômetros.
- Situar-se espacialmente no Universo.

1.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Expressar, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.
- Apropriar-se da linguagem da Física, reconhecendo conceitos físicos, a partir de leituras sobre situações reais ou idealizadas, envolvendo análise qualitativa dessas situações, sem uso excessivo de fórmulas prontas.

1.3) Ideias Prévias

- As estrelas se localizam dentro do Sistema Solar.
- O Sol é menor do que a Terra.
- O Sol está mais perto, ou tão perto, quanto a Lua.
- Plutão é classificado como planeta.

Obs.: Os educandos se mostram muito curiosos quanto às dimensões de astros e distâncias astronômicas. É interessante que o educador tenha alguns dados em mãos para sanar as curiosidades.

1.4) Procedimentos de Ensino

- Fazer a leitura do texto com a turma e, ao final da leitura, fazer uma explanação sobre as dimensões do universo e a estrutura do mesmo.
- Pedir aos educandos que discutam com os colegas e respondam as questões 1.1 e 1.2.
- Fazer uma revisão de potências de dez.
- Pedir aos educandos para responderem as questões 1.3 à 1.8.
- Corrigir as questões no quadro, pedindo aos educandos que o ajudem na correção.

1.5) Recursos

- Quadro-negro e giz.

1.6) Tempo Previsto

- 4 horas

Obs.: Supõe-se a necessidade de duas horas para a revisão de potências de dez. Se o educador não julgar a revisão necessária, a atividade irá demandar menos tempo.

1.7) Sugestões de Leitura

- Nogueira, Salvador. Astronomia : ensino fundamental e médio / Salvador Nogueira, João Batista Garcia Canalle. Brasília : MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009. 232 p. : il. – (Coleção Explorando o ensino ; v. 11)

1.8) Gabarito

- 1.1) Estou localizado no Superaglomerado, no Grupo Local, na Via Láctea, no Sistema Solar, no planeta Terra, no Brasil, (estado, cidade e endereço). Ou em ordem inversa, partindo do menos para o maior.

1.2) Espera-se que o educando explique onde mora da mesma maneira que explicou na questão 1.1. Alguns inconvenientes que podem ser apontados são que provavelmente o alienígena possui outras denominações para esses lugares e não fala a mesma língua que o educando.

1.3) As unidades são minutos-luz e anos-luz.

1.4) Minuto-luz é a distância percorrida pela luz em um minuto.
Ano-luz é a distância percorrida pela luz em um ano.

1.5)

(a) Em 1 segundo, a luz percorre 300 000 km.
1 minuto = 60 segundos
Em 1 minuto, a luz percorre
 $60 \times 300\,000 = 1\,800\,000$ Km

(b) $1 \text{ ano} = 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 31\,536\,000$ segundos
Em 1 ano a luz percorre,
 $31\,536\,000 \times 300\,000 = 9\,460\,800\,000\,000$ km

1.6)

(a) Espera-se que o educando mencione milhas, jardas, nós, pés e outras unidades que ele venha a conhecer.

(b) A unidade de medida de comprimento no SI é o metro (m).
 $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$
 $1 \text{ ano-luz} = 9\,460\,800\,000\,000 \text{ km} = 9\,460\,800\,000\,000\,000 \text{ m}$

1.7)

	...em anos-luz ou minutos-luz	...em metros	...em metros, usando potências de dez.
Distância do Sol até a Terra...	8 minutos-luz	1 800 000 000 m	$1,8 \times 10^9 \text{ m}$
Comprimento da Via Láctea...	80 000 anos-luz	756 864 000 000 000 000 m	$7,57 \times 10^{20} \text{ m}$
Distância da galáxia de Andrômeda à Via Láctea...	2 200 000 anos-luz	20 813 760 000 000 000 000 m	$2,08 \times 10^{22} \text{ m}$
Diâmetro do Grupo Local de Galáxias...	5 000 000 anos-luz	47 304 000 000 000 000 000 m	$4,73 \times 10^{22} \text{ m}$
Diâmetro do Superaglomerado Local de Galáxias...	10 000 000 anos-luz	94 608 000 000 000 000 000 m	$9,46 \times 10^{22} \text{ m}$

1.8) Espera-se que o educando argumente que se utilizarmos milímetros para representar distâncias astronômicas, o numeral será muito grande e difícil de trabalhar.

Atividade 2: O que é grande? O que é pequeno?

2.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida espacialmente no Universo.
- Entender a definição de ordem de grandeza e aprender a encontrar a ordem de grandeza de um dado número.
- Perceber a diferença entre o macrocosmos e o microcosmos.

2.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Reconhecer a linguagem da Física como constituída de símbolos matemáticos.

2.3) Ideias Prévias

- Nenhuma concepção prévia, além das relatadas na Atividade 1, foram observadas.

2.4) Procedimentos de Ensino

- Projetar as imagens da animação *Secret Worlds: The Universe Within*, explicando o significado de cada uma delas. *O animação pode ser acessada em:* <http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/powersof10/> (Acesso em: 31/01/2012)
- Pedir aos educandos que, enquanto assistem aos slides, preencham a terceira coluna da tabela pertencente à questão 2.1.
- A partir das imagens, argumentar que as potências negativas são utilizadas para representar números muito pequenos.
- Introduzir o conceito de Notação Científica.
- Escolher algumas células da tabela das questões 2.1 e 2.2 para resolver com os educandos, e posteriormente pedir a eles que

resolvam o restante. As informações necessárias para preencher as colunas estão presentes no texto introdutório.

- Fazer a correção dos exercícios no quadro-negro.

2.5) Recursos

- Retroprojeter, computador, quadro e giz.

2.6) Tempo Previsto

- 4 horas

Obs.: Supõe-se o uso de duas horas para apresentar o conceito de notação científica e fazer exemplos.

2.7) Sugestões de Leitura

- "Secret Worlds: The Universe Within"
<http://www.micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/powersof10/index.html>
(Acesso em: 31/01/2011)

2.8) Gabarito

2.1)

Foto do Objeto	Tamanho do Objeto (medida decimal em metros)	Ordem de Grandeza
Via Láctea (nossa galáxia)	756 864 000 000 000 000 000 m	10^{21} m
Sistema Solar (nosso sistema)	18 750 000 000 000 000 m	10^{16} m
Órbita da Lua (que circunda a Terra)	384 405 000 m	10^9 m
Terra (planeta dos terráqueos)	12 756 200 m	10^7 m
Folha de Carvalho	0,1 m	10^{-1} m
Núcleo Celular (da folha de Carvalho)	0, 000 001 m	10^{-6} m
Núcleo Atômico (do átomo de Carbono)	0, 000 000 000 000 010 m	10^{-14} m

2.2)

Tamanho ou extensão	Notação Científica	Ordem de Grandeza	Medida Decimal (m)
Distância à estrela mais próxima	$3,97 \times 10^{16}$ m	10^{17} m	39 735 360 000 000 000 m
Distância da Terra ao Sol	$1,50 \times 10^{11}$ m	10^{11} m	150 000 000 000 m
Distância de Porto Alegre a Nova Santa Rita	$2,93 \times 10^4$ m	10^4 m	29 300 m
Espessura média da folha de papel A4 75g/m ³	$5,00 \times 10^{-5}$ m	10^{-4} m	0,000 050 m
Raio da órbita do elétron no átomo de Hidrogênio	$2,50 \times 10^{-11}$ m	10^{-11} m	0,000000000025 m

Atividade 3: O estudo do Universo é considerado ciência?

3.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Reconhecer a proximidade entre questões cosmológicas e questões metafísicas.
- Compreender de forma atualizada as hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo, além dos limites para o conhecimento dessas questões.
- Reconhecer que há sempre uma herança cultural, profundamente vinculada às questões sociais e históricas da Ciência, que guiam o trabalho científico e que também norteiam a construção de modelos e a busca da solução de situações-problema.

3.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Expressar, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e à interpretação de textos, expondo de forma clara sobre o seu ponto de vista.

3.3) Ideias Prévias

- A Ciência não possui estudos sobre a Bíblia.
- Os cientistas não acreditam em Deus.

3.4) Procedimentos de Ensino

- Ler o texto com os educandos. É importante fazer pequenas pausas durante a leitura, para dar explicações e fazer explanações. A linguagem do texto é rebuscada e de difícil entendimento para esse nível de ensino.
- Ao final da leitura, provocar o debate entre os educandos sobre a diferença entre a Ciência e outras formas de saber.
- Pedir aos educandos que respondam às questões 3.1 à 3.3.

- Fazer a correção, ouvindo as distintas respostas fornecidas pelos educandos às questões.

3.5) Recursos

- Quadro-negro e giz.

3.6) Tempo Previsto

- 2 horas

3.7) Sugestões de Leitura

- Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da Cosmologia: o universo teve um começo ou sempre existiu? <http://www.foco.fae.ufmg.br/pdfs/195.pdf>
- O que é Cosmologia?: A revolução do pensamento cosmológico/Mário Novello. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006 (páginas 26 à 29).
- Sobre o estudo do método científico. <http://nutes2.nutes.ufrj.br/coordenacao/textosapoio/tap-si-27.pdf>

3.8) Gabarito

- 3.1) A Cosmologia é o estudo do Universo. Definir o Universo como tudo aquilo que existe impossibilitou a Cosmologia de ser considerada como ciência devido à aparente impossibilidade de observar o objeto de seu estudo, a totalidade.
- 3.2) Hubble fez observações de fontes de fora de nossa galáxia que acabaram por demonstrar que o universo como um todo experimentava um processo de expansão. Essas observações não se referiam a eventos locais, mas ao Universo como um todo.

3.3) Território disputado por diversos saberes é aquele que examina questões como a criação do Universo, dividindo espaço com a metafísica e a teologia.

Espera-se que os educandos apontem como exemplos de questões disputadas por diversos saberes aquelas pertinentes a crenças, religiões e questões fundamentais.

Atividade 4: O Universo é estático ou dinâmico?

4.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Compreender que o universo não é estático, mas está se expandindo.
- Entender como os cientistas sabem que o universo está se expandindo.
- Conhecer a Lei de Hubble e o seu significado.
- Conhecer a teoria do *Big Bang* e sua origem.
- Compreender de forma atualizada as hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo.
- Identificar diferentes formas pelas quais a cultura e a vida humana influenciaram os modelos explicativos do Universo ao longo da história da humanidade.
- Perceber que a Física constitui parte da cultura contemporânea, sendo resultado de uma construção humana inserida em um processo histórico e social, discutindo criticamente aspectos do senso comum.

4.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Expressar oralmente suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.
- Elaborar hipóteses e estratégias na resolução de situações-problema, na forma escrita e/ou oral, argumentando com clareza sobre o seu ponto de vista.
- Expressar escrita ou oralmente sua solução de uma situação-problema, comunicando clara e concisamente as estratégias adotadas e justificando seus raciocínios com o uso correto da linguagem da Física. Desenvolver a capacidade de analisar informações

4.3) Ideias prévias

- O Universo está parado porque as estrelas estão paradas.
- A Lua gira em torno da Terra.
- A Terra gira em torno do Sol.
- As galáxias estão girando. Galáxias Maiores giram em torno de galáxias menores.

Obs.: As observações de movimentos locais em nosso universo, como o nascer e o pôr do Sol e o movimento da Lua e das estrelas no céu noturno, podem ser exemplos utilizados pelos educandos para justificar que o universo é dinâmico. Para evitar que esse tipo de confusão aconteça, é importante esclarecer que universo dinâmico é aquele que sofre alguma modificação como um todo e não apenas modificações delimitadas pelo tempo e pelo espaço.

4.4) Procedimentos de Ensino

- Ler o texto com os educandos.
- Fazer uma explanação sobre a relação existente entre as crenças de Einstein e a introdução da constante cosmológica.
- Provocar um debate com a turma, perguntando aos educandos se eles acham que o universo é estático ou dinâmico e pedindo a eles que justifiquem suas afirmações. Os educandos devem anotar as respostas no item 4.1.
- Utilizar as ideias prévias dos educandos para introduzir a ideia de fenômenos locais no universo. Ver anexo 1 como exemplo.
- Dividir a turma em quatro grupos (atividade 4.2) e distribuir os textos Texto 4.1, Texto 4.2, Texto 4.3 e Texto 4.4 entre os grupos (atividade 4.3). Distribuir as perguntas para cada grupo.
- Depois da leitura dos textos, cada grupo deverá responder a uma das perguntas da questão 4.6, exceto o item (e), que deverá ser respondido individualmente. Posteriormente, com a ajuda dos educandos, o educador pode preencher a tabela (questão 4.5).
- Pedir aos educandos para fazerem a questão 4.7 em casa.

- Para fazer uma síntese do conteúdo, mostrar vídeos de alguns exemplos de fenômenos locais que ocorrem no universo, como:
 - Rotação da Terra:
<http://www.youtube.com/watch?v=OSGqrLUz7h4>
(Acesso em: 31/01/2012)
 - Movimento aparente das estrelas:
<http://www.youtube.com/watch?v=wyJYPIWF3-0&feature=related>
(Acesso em: 31/01/2012)
- Realizar o experimento "Expansão do Universo", onde é possível frisar que a expansão não é um movimento local.
http://www.site.galileoteachers.org/images/stories/package/docs/expansion_universe.pdf
(Acesso em: 31/01/2012)
- Explicar o desvio para o vermelho, fazendo um paralelo entre esse conceito e o efeito doppler sonoro, apresentando o seguinte vídeo:
<http://www.youtube.com/watch?v=imoxDcn2Sgo>
(Acesso em: 31/01/2112)
- Para que os educandos possam observar na prática que elementos químicos, quando aquecidos, produzem um espectro próprio, pode-se fazer um experimento simples em sala de aula. Trata-se de acender uma pequena labareda e salpicar nela sal de cozinha. Para isso pegue um vasilhame metálico, coloque alguns pedaços de giz e os umedeça com álcool. A seguir acenda o fogo e salpique cloreto de sódio em cima. Você vai perceber que o fogo adquiriu uma coloração esverdeada devido a emissão espectral do sódio contido no sal de cozinha.

4.5) Recursos

- Quadro, giz, retroprojektor, computador, balão, vasilhame metálico, álcool, fósforo e sal de cozinha.

4.6) Tempo Previsto

- 4 horas

4.7) Sugestões de Leitura

- Laboratório caseiro: observando espectros luminosos – espectroscópio portátil.
<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6627/6124>
(Acesso em: 31/01/2012)

4.8) Gabarito

- 4.1) Nessa questão os educandos vão afirmar seu ponto de vista. É importante anotar no quadro todas as respostas que forem surgindo.
- 4.2) Atividade.
- 4.3) Atividade.
- 4.4) Atividade.
- 4.5)

Conceito	Significado
Nebulosa	É uma nuvem de gás e poeira interestelar.
Galáxia	É um aglomerado de bilhões de estrelas e outros objetos astronômicos (nebulosas de vários tipos, aglomerados estelares, etc.), unidos pela força gravitacional e girando em torno de um centro de massa comum.
Velocidade	Medida de quão rápido um corpo se desloca. Quanto maior o deslocamento (d) e menor o tempo (t), maior é a velocidade (V). $V = d / t$

Espectro Eletromagnético	É o intervalo completo da radiação eletromagnética, que contém desde as ondas de rádio, ao micro-ondas, o infravermelho, a luz visível, os raios ultravioleta, os raios X, até à radiação gama.
Espectrógrafo	É o equipamento que realiza um registo fotográfico de um espectro luminoso.
<i>Big Bang</i>	É a teoria cosmológica dominante que explica o desenvolvimento inicial do universo. Os cosmólogos usam o termo " <i>Big Bang</i> " para se referir à ideia de que o universo estava originalmente muito quente e denso em algum tempo finito no passado e, desde então tem se expandido e resfriado.

4.6)

(a) É um aglomerado de bilhões de estrelas e outros objetos astronômicos (nebulosas de vários tipos, aglomerados estelares, etc.), unidos pela força gravitacional e girando em torno de um centro de massa comum.

(b) É uma alteração no comprimento de onda da luz registrada, quando o objeto observado está se afastando do observador. Nesse caso, todo o espectro emitido pelo objeto é observado com um comprimento de onda maior.

(c) A velocidade de afastamento da galáxia (V) é proporcional à distância da galáxia até a Terra (D). O fator de proporcionalidade é a constante de Hubble (H), que atualmente possui o valor de $2,5 \cdot 10^{-18}$ /s. A Lei de Hubble pode ser expressa matematicamente por: $V = H \times D$.

(d) A Lei de Hubble afirma que o Universo está em expansão, portanto se imaginarmos o passado do Universo, a matéria estaria mais unida. Em um passado mais remoto a matéria

estaria mais unida ainda caracterizando um universo quente e denso, como afirma a teoria do Big Bang.

(e) Não, o universo é dinâmico pois está se expandindo.

4.7) Espera-se que os educandos percebam a falha na seguinte afirmação feita pelo autor do texto: "... fruto que somos da grande explosão, big-bang ...". O Big Bang foi uma expansão e não, uma explosão.

Atividade 5: Por que ocorrem as fases da Lua?

5.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite e fases da lua).
- Conhecer os modelos de Aristóteles, de Ptolomeu e de Copérnico para descrever o sistema Sol-planetras.
- Entender a causa das fases da Lua.
- Detectar as principais crenças populares relacionadas às fases da Lua e entender qual é o ponto de vista científico a respeito dessas crenças.
- Evidenciar a relação entre filosofia e Física ao longo da história.
- Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.
- Perceber que a Física constitui parte da cultura contemporânea, sendo resultado de uma construção humana inserida em um processo histórico e social, discutindo criticamente aspectos do senso comum.

5.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Elaborar hipóteses e estratégias na resolução de situações-problema, na forma escrita e ou oral, argumentando com clareza sobre o seu ponto de vista.
- Compreender o contexto da situação-problema e ser capaz de buscar criteriosamente informações que auxiliem na sua resolução.

- Investigar na situação-problema os aspectos mais importantes para a sua abordagem, concebendo modelos teóricos e explicativos para sua solução.
- Expressar, sempre que solicitado, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos e outras representações não textuais, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.
- Formular perguntas relevantes sobre tópicos de Física, expressando-as claramente e com a linguagem apropriada, reconhecendo os conceitos centrais envolvidos e fenômenos a serem investigados.
- Reconhecer que há sempre uma herança cultural, profundamente vinculada às questões sociais e históricas da Ciência, que guiam trabalho científico e que também norteiam a construção de modelos e a busca da solução de situações-problema.
- Apropriar-se da linguagem da Física, reconhecendo conceitos físicos, a partir de leituras sobre situações reais.

5.3) Ideias Prévias

Ideias prévias relacionadas às possíveis influências das fases da Lua na vida terrena:

- Crescimento do cabelo;
- Nascimento dos bebês;
- Comportamento das pessoas;
- Plantações;
- Castração do cavalo;
- Vacinação do gado;
- Medo (a falta de Lua causa medo).
- Marés.

Ideias prévias relacionadas à causa das fases da Lua:

- Sombra da Terra ou do Sol sobre a Lua.
- Depende da posição que a Lua se encontra em relação à Terra.
- Os planetas provocam sombra na Lua.
- A Lua tem uma face branca e outra preta e, ao girar, essas faces trocam de posição.

5.4) Procedimentos de Ensino

- Fazer a leitura do texto introdutório.
- Detectar as ideias prévias dos estudantes com respeito à ocorrência das fases da Lua e das possíveis influências das fases da Lua em nossas vidas; anotar as ideias prévias no quadro e pedir que eles façam o mesmo.
- Realizar uma atividade prática para a compreensão de porquê ocorrem as fases da Lua. A atividade prática consiste em simular as posições relativas entre Sol, Terra e Lua durante um ciclo de fases. Para isso utilize uma esfera de isopor e uma lanterna para representar respectivamente a Lua e o Sol. A esfera deve ser posicionada de forma que metade de sua superfície seja iluminada. Em seguida, peça aos educandos que formem um grande círculo em torno da montagem e caminhem ao redor da mesma em sentido anti-horário. Peça aos educandos que observem como a esfera de isopor se apresenta conforme eles se deslocam.
- A atividade não representa de forma realista o movimento de translação da Lua em torno da Terra ou o movimento de translação da Terra em torno o Sol, mas pode ser utilizada para tratar o assunto em questão. A atividade permite salientar que durante a lunação metade da superfície lunar está sempre iluminada pelo Sol, sendo assim a Lua se apresenta para nós com diferentes fases devido às posições relativas entre a Terra, a Lua e o Sol. Cada estudante visualiza o que seria visto de algum ponto da Terra.

Sentido de giro dos estudantes.

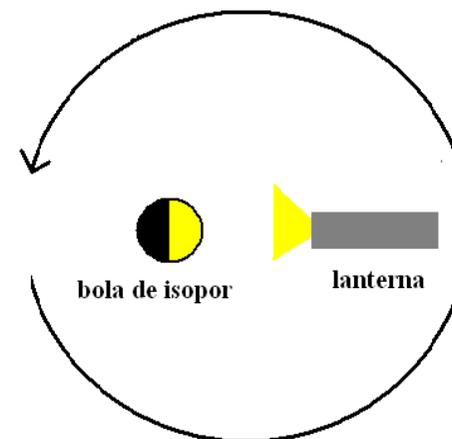


Figura 1: Montagem da atividade prática. Os educandos percorrem uma trajetória circular em torno da lanterna que ilumina a bola de isopor.

- Fazer um fechamento do segundo momento através da esquematização do ciclo lunar, indicando as quatro fases principais da Lua: Nova, Quarto Crescente, Quarto Minguante e Cheia.
- Fazer uma comparação entre estudos científicos e as crenças populares relacionadas à Lua.
- Pedir aos educandos que respondam às questões 5.3 à 5.7 em dupla e, posteriormente, fazer a correção no quadro-negro.
- Para fazer o fechamento do conteúdo, simular a translação da Lua em torno da Terra utilizando um globo terrestre e uma bola de isopor sustentada por uma vareta (Lua). Ilumine o globo com uma lanterna e faça a "Lua" girar em torno do globo. Dar especial atenção para as posições em que a Lua atingir uma das fases principais (Nova, Quarto Crescente, Quarto Minguante e Cheia).

Obs.: Esta atividade pode ser complementada pedindo aos educandos que observem a Lua diariamente durante 1 mês, fazendo desenhos da mesma e anotando a hora da observação.

5.5) Recursos

- Quadro-negro, giz, bola de isopor, lanterna e ambiente escuro.

5.6) Tempo Previsto

- 4 horas

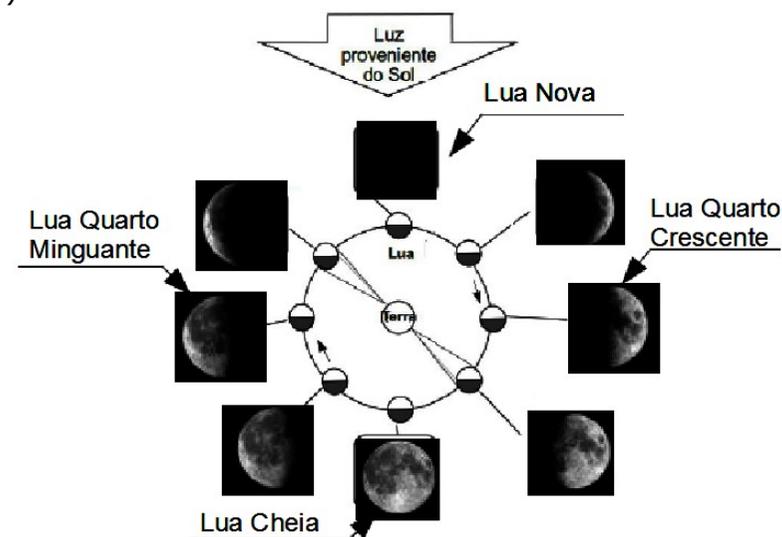
5.7) Sugestões de Leitura

- Conceitos Básicos de Astronomia: uma proposta metodológica. http://www.relea.ufscar.br/num12/RELEA_A3_n12.pdf (Acesso em: 31/01/2011)
- SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira ; SILVEIRA, F.L.; STEFFANI, Maria Helena . Concepções de estudantes universitários sobre as fases da Lua. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, v. 11, p. 63-80, 2011
- SARAIVA, M.F.O. ; AMADOR, C. B. ; KEMPER, E.; Goulart, Paulo ; Mueller, Angela . As fases da Lua numa caixa de papelão. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, v. 4, p. 9-26, 2007.
- MORETTI, R. L. ; SARAIVA, M.F.O. ; VEIT, E.A. . Concepções de alunos de ensino médio sobre as fases da Lua e as possíveis influências desse satélite na vida humana. In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2011, Manaus. Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2011. p. 1-9.
- BERMAN, Bob. Strange Universe. **Astronomy**, September, p; 96-97, 2002. SCHAFFER, J.; VARANO, S.; JARVIS, J.; CANCINO J.
- Bad moon on the rise? Lunar cycles and the incidents of crimes. **Journal of Criminal Justice**, v.38, Issue 4, 2010.
- SILVEIRA, Fernando Lang. Marés, Fases da Lua e Bebês. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n.1, p. 10-29, 2003.

5.8) Gabarito

- 5.1) Nesta questão os educandos vão afirmar seu ponto de vista. É importante anotar no quadro todas as respostas que forem surgindo.
- 5.2) Nesta questão os educandos vão afirmar seu ponto de vista. É importante anotar no quadro todas as respostas que forem surgindo.
- 5.3) A superfície lunar reflete a luz emitida pelo Sol.
- 5.4) As fases da Lua acontecem porque, enquanto a Lua gira em volta da Terra, as posições da Lua em relação à Terra e ao Sol se modificam constantemente. Dessa forma o aspecto da Lua muda com o decorrer do tempo.

5.5)



5.6)

Corpo luminoso	Corpo que emite luz própria.
Corpo iluminado	Corpo que reflete a luz emitida por alguma fonte de luz.
Mês sinódico (ou lunação)	Intervalo de tempo decorrente entre uma determinada fase lunar e a próxima fase lunar igual.
Mês sideral	Intervalo de tempo para que a Lua faça uma volta completa em torno da Terra.
Fase lunar	Aspecto que a Lua apresenta conforme o ângulo pelo qual é vista a face iluminada pelo Sol

Atividade 6: Intervalos de tempo entre as fases da Lua e a variação do período de luação.

6.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Interpretar gráficos e descrever parâmetros.

6.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Apropriar-se da linguagem da Física, reconhecendo conceitos físicos, a partir de leituras sobre situações reais.
- Expressar, sempre que solicitado, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos e outras representações não textuais, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.
- Reconhecer a linguagem da Física como constituída de símbolos, e gráficos, reconhecendo nessas representações não textuais as informações essenciais nelas contidas e vinculando tais informações aos conceitos físicos relevantes embutidos nessas informações.

6.3) Ideias Prévias

- Nenhuma ideia prévia foi detectada nessa atividade.

6.4) Procedimentos de Ensino

- Imprimir o gráfico em tamanho grande, ocupando uma folha inteira, para facilitar a compreensão.
- Pedir que os alunos marcassem com canetas de cores diferentes os símbolos que representam as diferentes fases da Lua, para facilitar sua identificação.

- Pedir que o educando realize as questões 6.1 à 6.5 em casa e, na aula seguinte, fazer a correção no quadro-negro levando em consideração as respostas fornecidas por eles.

6.5) Recursos

- Quadro-negro e giz.

6.6) Tempo Previsto

- 1 hora

Obs.: Este é o tempo destinado para a correção da atividade; caso o educador opte por realizar a atividade em sala de aula, demandará mais tempo.

6.7) Sugestões de Leitura

- SILVEIRA, F. L. As variações dos intervalos de tempo entre as fases principais da Lua. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 3: p. 300- 307, setembro 2003.

6.8) Gabarito

- 6.1) O intervalo entre a primeira Lua Cheia de 2001 e o primeiro Quarto Minguante de 2001 é aproximadamente 6,7 dias.
- 6.2) Ocorreram 13 luas cheias em 2000.
- 6.3) Em 2001 foi de 6,7 dias e em 2000, um pouco menor do que 6,7 dias.
- 6.4) Em 1992 e em 2000. A duração mínima do mês sinódico foi de aproximadamente 23,3 dias. O mês sinódico dura em média 29,5 dias.

- 6.5) O gráfico possui dois padrões:
- o aumento e diminuição do mês sinódico que possui uma frequência de aproximadamente 1 ano.
 - o aumento e a diminuição das variações no mês sinódico que possui uma frequência de aproximadamente 8 anos.

Atividade 7: Por que ocorrem os eclipses?

7.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição dos eclipses lunar e solar.
- Saber a posição dos astros durante o eclipse lunar e solar, em quais fases da Lua os eclipses podem acontecer e de quais regiões da Terra eles podem ser vistos.

7.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Investigar na situação-problema os aspectos mais importantes para a sua abordagem, concebendo modelos teóricos e explicativos para sua solução.
- Expressar, sempre que solicitado, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos e outras representações não textuais, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.

7.3) Ideias Prévias

Ideias prévias relacionadas à causa do eclipse solar:

- Sombra da Terra no Sol;
- Alinhamento dos astros;
- Renovação do Sol (o eclipse seria uma forma de o Sol se renovar e ficar mais forte).

Ideias prévias relacionadas à causa do eclipse lunar:

- Acontece quando a Terra faz sombra na Lua;
- Uma nuvem cobre a Lua;
- Um outro planeta cobre a Lua.

7.4) Procedimento de Ensino

- Detectar as ideias prévias do educando acerca dos eclipses solares e lunares. Para isso, iniciar uma discussão fazendo perguntas como “Alguém já observou um eclipse?”, “O que acontece durante um eclipse?”. Anotar as ideias prévias no quadro-negro e pedir que eles façam o mesmo.
- Dividir a turma em grupos de três educandos e distribuir o material (bola de isopor pequena, massinha de modelar branca, duas varetas, um suporte de isopor e papel milimetrado) para os grupos para que possam realizar as atividades 7.2 à 7.6. Auxiliar os educandos a construírem as maquetes e, posteriormente, a projetarem as sombras (Figura 2).
- Pedir aos educandos que façam a questão 7.7 e 7.8 em casa e corrigir no quadro, posteriormente.
- Para fazer o fechamento do conteúdo, ilustrar os eclipses utilizando o globo terrestre, uma lanterna e uma bola de isopor sustentada por uma vareta. Movimentar a “Lua” em torno do globo, acentuando a inclinação do plano inclinado de sua órbita. Obs.: É importante acentuar a inclinação, para que o educando entenda porque as fases da Lua não acontecem todos os meses.

7.5) Recursos

- Bolas de isopor, varetas de madeira, massinha de modelar branca, barras de isopor, quadro-negro, lanterna, globo terrestre, giz e quadro-negro.

7.6) Tempo Previsto

- 4 horas

7.7) Sugestões de Leitura

- SILVEIRA, F. L.; SARAIVA, M. F. O. As cores da Lua Cheia. Física na Escola, v. 9, p. 20-24, 2008. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num2/a07.pdf> (Acesso em: 15/02/2012)
- How does de moon cover tha big sun? http://www.site.galileoteachers.org/index.php?option=com_content&view=article&id=74:how-does-the-moon-cover-the-big-sun&catid=37:fundamental-astronomy&Itemid=59 (Acesso em: 31/02/2012)

7.8) Gabarito

7.1) Anotar as ideias prévias dos educandos no quadro-negro e pedir que eles façam o mesmo.

7.2) Para a construção dessa tabela usou-se as dimensões dos objetos mostrados na Figura 2.

	Dimensões reais	Dimensões em escala
Diâmetro da Lua	3 475 km	0,8 cm
Diâmetro da Terra	12 756 km	2,5 cm
Distância da Lua até a Terra	384 405 km	75 cm

7.3) Todas as pessoas localizadas no lado escuro da Terra podem visualizar o eclipse lunar, pois toda a face sombreada da Lua está voltada para a Terra.

7.4) A Lua Cheia é a única fase da Lua em que é possível a ocorrência de um eclipse lunar, pois é durante essa fase que os

astros Sol, Terra e Lua podem se alinhar respectivamente nessa ordem.

7.5) A Lua deve estar posicionada entre a Terra e o Sol, de modo que os três astros estejam alinhados.

7.6) O eclipse solar só pode ser observado pelas pessoas que estão em cima da sombra da Lua na Terra.

7.7) Espera-se que o educando escreva com suas próprias palavras quais são as condições necessárias para que os eclipses solar e lunar aconteçam e para a observação dos mesmos.



Figura 2: A figura ilustra como a maquete deve ser construída e manuseada.

Atividade 8: Prevendo eclipses solares

8.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Analisar e interpretar um gráfico e uma figura, com o objetivo de localizar espacialmente e temporalmente a ocorrência de um eclipse solar total.

8.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Apropriar-se da linguagem da Física, reconhecendo conceitos físicos, a partir de leituras sobre situações reais.
- Expressar, sempre que solicitado, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos e outras representações não textuais, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.
- Reconhecer a linguagem da Física como constituída de símbolos, e gráficos, reconhecendo nessas representações não textuais as informações essenciais nelas contidas e vinculando tais informações aos conceitos físicos relevantes embutidos nessas informações.

8.3) Ideias Previas

- Nenhuma ideia prévia foi detectada nessa atividade.

8.4) Procedimento de Ensino

- Ler o enunciado da questão 8.1 com os educandos e explicar a lógica do gráfico.
- Pedir aos educandos que se dividam em duplas para responder as questões 8.1 e 8.2.

- Disponibilizar globos terrestres para a turma, para que possam consultar os nomes dos países que estão na região de ocorrência dos eclipses, auxiliando-os a encontrar o nome dos países.
- Corrigir as questões no quadro-negro.

8.5) Recursos

- Globo terrestre, quadro-negro e giz.

8.6) Tempo Previsto

- 1 hora

8.7) Sugestões de Leitura

- Eclipses
<http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>
(Acesso em: 31/01/2011)
- NASA Shares Solar Eclipse With the World
http://www.nasa.gov/vision/universe/solarsystem/sun_earthday2006.html
(Acesso em: 31/01/2011)

8.8) Gabarito

8.1)

(a) Se a atividade for aplicada antes de 13 de novembro de 2012, a resposta será: O próximo eclipse no mundo será no dia 13 de Novembro de 2012 na Nova Zelândia, Austrália, Sul da , Gabon, Tazânia, África;
Se a atividade for aplicada entre 13/11/2012 e 2/11/2013 a resposta será na República do Congo, Uganda, Quênia e Somália.

(b) Todos os países que estão sob a faixa azul designada por "1999 Aug 11", puderam observar o eclipse dessa data, são eles: França, Itália, Turquia, Paquistão, Irã e Índia.

(c) Ocorreu 29 de Março de 2006 e pode ser observado em Natal.

8.2) A região da figura em que um eclipse solar poder ser visível é a sombreada.

9.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Conhecer a principal teoria de formação do Sistema Solar, os principais astros que compõem o Sistema Solar e a classificação de cada um deles.
- Conhecer o que caracteriza planetas, planetas-anões, satélites, asteroides e cometas.
- Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas (UA) para situar a vida espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

9.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Apropriar-se da linguagem da Física, reconhecendo conceitos físicos, a partir de leituras sobre situações reais ou idealizadas, envolvendo análise qualitativa dessas situações, sem uso excessivo de fórmulas prontas.
- Reconhecer a linguagem da Física como constituída de símbolos, figuras e equações, reconhecendo nessas representações não textuais as informações essenciais nelas contidas e vinculando tais informações aos conceitos físicos relevantes embutidos nessas informações.
- Expressar, sempre que solicitado, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos e outras representações não textuais, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.
- Selecionar fontes de pesquisa confiáveis, junto com notícias sobre Física veiculadas pela mídia ou tópicos de Física publicados em revistas especializadas.

- Formular perguntas relevantes sobre tópicos de Física, expressando-as claramente e com a linguagem apropriada, reconhecendo os conceitos centrais envolvidos e fenômenos a serem investigados.
- Elaborar textos comunicando resultados de pesquisa, detalhando claramente objetivos, desenvolvimento e conclusões e fazendo uso correto da linguagem e de representações não textuais.

9.3) Ideias Prévias

- Os planetas são aproximadamente do mesmo tamanho;
- O Sol e a Lua possuem tamanhos parecidos;
- As distâncias entre um planeta e seu sucessoras órbitas dos planetas não variam muito de um planeta para outro.
- Todos os planetas possuem superfície sólida.
- A Terra é o único planeta que contém água.

9.4) Procedimentos de Ensino

- Ler o texto introdutório com os educandos, pedindo a eles que atentem aos diferentes tamanhos dos planetas e à disposição das órbitas planetárias apresentadas na Figura 28 da apostila do educando.
- Fazer uma apresentação de slides com imagens dos planetas e suas principais características.
- Mostrar o seguinte vídeo para os educandos, para que eles percebam as distâncias relativas entre os astros.
<http://www.youtube.com/watch?v=RPfJqTzBYyk&feature=related> (Acesso em: 31/01/2011)
 Obs.: legenda do vídeo está em inglês, o educador pode fazer uma tradução simultânea ou, se preferir, buscar outros vídeos na internet com legenda em português.
- Pedir aos educandos que façam a questão 9.1 e corrija-la posteriormente no quadro-negro.
- Ler o texto "Os planetas" com os educandos.

- Definir o que é uma elipse, apresentado o seu eixo maior, o seu eixo menor e como calcular a sua excentricidade.
- Desenhar uma elipse no quadro utilizando fita adesiva, barbante e giz, medir os eixos maior e menor de uma elipse desenhada e calcular a sua excentricidade.
- Fornecer fita adesiva, folhas em branco e pedaços de barbante aos educandos para que eles realizem a atividade 9.2.
Obs.: Ofereça barbantes de tamanhos distintos para que sejam construídas elipses diversificadas. A atividade é individual. Alternativamente, pode-se usar um pedaço de papelão grosso e duas tachinhas para segurar as duas pontas do fio.
- Comparar o achatamento das elipses construídas pelos educandos com a excentricidade obtida pelos mesmos. Enfatizar que quanto mais achatada é a elipse, maior a sua excentricidade.
- Ler e discutir os textos Satélites, Planetas Anões, Cometas, Asteroides e Meteoroides.
- Mostrar um vídeo sobre a principal teoria de formação do Sistema Solar.
<http://www.youtube.com/watch?v=KiuXcGu1Xbg>
(Acesso em: 31/01/2012)
- Explicar para os educandos como se formou o Sistema Solar baseando-se nas imagens observadas.
- Pedir aos educandos que façam o trabalho sugerido na questão 9.3, auxiliando-os na escolha dos temas.

9.5) Recursos

- Quadro-negro, giz, barbante, fita adesiva, tesoura, retroprojektor e computador.

9.6) Tempo Previsto

- 6 horas.

9.7) Sugestões de Leitura

- O Sistema Solar em escala
<http://www.oba.org.br/cursos/astronomia/osistemasolaremescala.htm> (Acesso em: 31/01/2012)
- Formação do Sistema Solar
<http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aulasolar.htm>
(Acesso em: 31/01/2012)
- O Sistema Solar numa representação teatral
<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/11-1/artpdf/a4.pdf>
(Acesso em: 31/01/2012)
- O problema do ensino da órbita da Terra.
http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/oba/Questao_adic_VIOBA.pdf
(Acesso em: 31/01/2012)

9.8) Gabarito

9.1) A Unidade Astronômica é definida como a distância média entre o Sol e a Terra. Seu valor é de aproximadamente 150 000 000 km.

9.2)

a) O educando deve fixar as duas pontas do barbante na parte central de uma folha branca e, esticando o barbante com a ponta de um lápis, traçar a elipse. A distância entre os pontos de fixação do barbante e o comprimento do mesmo devem variar de educando para educando, para obterem elipses de diferentes excentricidades.

b) Espera-se que, após construir a elipse, o educando trace, com uma régua, o eixo maior e o eixo menor da elipse. Posteriormente, meça o comprimento dos eixos e calcule a excentricidade da elipse utilizando a fórmula $e = c/a$.

c) Espera-se que o educando perceba que quanto mais próximos estão os focos de uma elipse, menor é a excentricidade da elipse e mais ela se aproxima de um círculo.

9.3) Este item refere-se ao trabalho investigativo que deve ser elaborado e apresentado pelos educandos. Nesse trabalho, os estudantes devem se dividir em grupo e cada grupo deve formular

uma ou mais perguntas a serem respondidas através de pesquisa em livros, revistas e sites da internet. O educador deve ajudar os educandos a formular boas questões e a construir suas respostas.

Atividade 10: Como podemos prever a localização dos planetas?

10.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Identificar as características da época em que Kepler viveu, bem como as influências de suas crenças pessoais no desenvolvimento de suas teorias.
- Conhecer as Leis de Kepler para o movimento planetário.
- Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

10.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Perceber que a Física constitui parte da cultura contemporânea, sendo resultado de uma construção humana inserida em um processo histórico e social.
- Reconhecer que há sempre uma herança cultural, profundamente vinculada às questões sociais e históricas da Ciência, que guiam o trabalho científico e que também norteiam a construção de modelos e a busca de solução de situações-problema.
- Reconhecer a linguagem da Física como constituída de símbolos, figuras, gráficos, equações ou tabelas, reconhecendo nessas representações não textuais as informações essenciais nelas contidas e vinculando tais informações aos conceitos físicos relevantes embutidos nessas informações.

10.3) Ideias Prévias

- Nenhuma concepção prévia foi detectada na execução da atividade.

10.4) Procedimentos de Ensino

- Ler o texto introdutório com os educandos.
- Mostrar os vídeos indicados na questão 10.1 e posteriormente, provocar um debate com a turma sobre as influências que Kepler teve para o desenvolvimento de suas teorias.
- Pedir aos educandos que façam a questão 10.2.
- Utilizar a simulação a seguir para apresentar as Três Leis de Kepler aos educandos:
<http://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.html>
 (Acesso em: 31/01/2012).
 Obs.: A simulação está em inglês, é importante narrar os nomes e valores dos parâmetros, enquanto se manuseia ela.
- A simulação oferece inúmeras possibilidades de trabalho, vamos apresentar apenas uma possibilidade:

1) No modo *Kepler's 1's law*, marcar *shown empty orbits* e *show center orbit*. No menu *Visualization Options*, escolher todas as opções, exceto a *show grid*. Escolher *0,20 yrs/s* em *animation rate*.

2) Iniciar a simulação por Mercúrio e passar por todos os planetas, na ordem de distância ao Sol. Dizer para os educandos o valor da excentricidade da órbita de cada planeta, apontando o quanto o centro da órbita está deslocado do foco da elipse.

3) A simulação permite visualizar que existem momentos em que a órbita de Plutão (planeta anão) se adentra à órbita de Netuno, é interessante explicar que não há possibilidade de choque entre os astros, já que em uma visualização tridimensional Plutão estaria a uma distância mínima de 8UA de Netuno.

4) No modo *Kepler's 2's law*, escolha a opção *sweep continuos*. Para apresentar a Segunda Lei de Kepler, é interessante escolher os planetas de órbitas mais excêntricas. Começar por Mercúrio, passar por Marte e terminar em Plutão. Fazer uma comparação entre a distância percorrida em cada uma das áreas marcadas e a velocidade do planeta ao percorrer cada trecho.

5) No modo *Kepler's 3's law*, começar por Mercúrio e passar por todos os planetas, indicando o período orbital de cada planeta

(em anos). Fazer comparações entre os períodos orbitais de cada planeta e de suas respectivas velocidades aparentes. Para obter valores precisos da velocidade orbital de cada planeta, acessar:

<http://siksite.sites.uol.com.br/BigSisSol.htm>

(Acesso em: 31/01/2012)

6) Perguntar aos educandos se eles querem fazer alguma observação a respeito da simulação.

- Ler o texto “ As Três Leis de Kepler” com os educandos fazendo pequenas pausas para fornecer explicações. Anotar as Leis de Kepler no quadro-negro.
- Analisar a Figura 37 do material do educando, questionando-os quanto a relação existente entre a excentricidade de um planeta e a proximidade entre o centro e um dos focos de de sua órbita.
- Analisar a Tabela 4 do material do educando pedindo aos estudantes que relacionem o raio médio orbital com o período orbital.

10.5) Recursos

- Quadro-negro, giz, retroprojektor e computador.

10.6) Tempo Previsto

- 4 horas

10.7) Sugestões de Leitura

- O problema do ensino da órbita da Terra.
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a06.pdf>
(Acesso em: 31/01/2012)
- Kepler e a órbita elíptica
<http://www.ime.usp.br/~pleite/pub/artigos/avila/rpm15.pdf>
(Acesso em: 31/01/2012)
- As Três Leis de Kepler sobre o movimento dos planetas
<http://astro.if.ufrgs.br/Orbit/orbits.htm>
(Acesso em: 31/01/2012)

10.8) Gabarito

10.1) Assistir os seguintes vídeos:

- Cosmos – A harmonia dos mundos. Parte 4 de 6.

<http://www.youtube.com/watch?v=n8O51zu0htc>

- Cosmos – A harmonia dos mundos. Parte 5 de

<http://www.youtube.com/watch?v=AAJ0Xwr8Kao&feature=related>

10.2) De acordo com os vídeo, as características de Kepler e da sociedade em que Kepler viveu que contribuíram para o desenvolvimento de suas teorias foram:

- a persistência de Kepler;
- a fuga de Kepler da onda de opressão em Gras (França) acabou levando-o a ir para Praga trabalhar com Tycho Brahe e posteriormente, a ter acesso a seus dados.

Já as características de Kepler e da sociedade em que ele viveu que foram desfavoráveis ao desenvolvimento de suas teorias foram:

- a crença em que as órbitas planetárias seriam descritas através dos sólidos de Platão;
- a crença em um Deus matemático, que utilizaria a figura geométrica mais perfeita, o círculo, para desenhar as órbitas dos planetas.

Atividade 11: Viagem Interplanetária

11.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Aplicar as Leis de Kepler ao lançamento de uma sonda espacial, (*Mars Express*), fazer ponderações sobre o tempo que seria gasto para uma viagem até Marte e como seria a comunicação com a Terra.
- Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.

11.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Apropriar-se da linguagem da Física, reconhecendo conceitos físicos, a partir de leituras sobre situações reais ou idealizadas, envolvendo análise qualitativa dessas situações, sem uso excessivo de fórmulas prontas.
- Reconhecer a linguagem da Física como constituída de símbolos, figuras, gráficos, equações ou tabelas, reconhecendo nessas representações não textuais as informações essenciais nelas contidas e vinculando tais informações aos conceitos físicos relevantes embutidos nessas informações.
- Expressar, sempre que solicitado, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos e outras representações não textuais, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.

11.3) Ideias prévias

- A nave espacial gasta menos combustível se for em linha reta até Marte.
- Não existe água em Marte.

11.4) Procedimentos de Ensino

- Introduzir a atividade à turma, explicando que seus objetivos principais são:
 - encontrar o tempo gasto por uma nave para sair da Terra e chegar à Marte;
 - encontrar o tempo gasto para que sinais emitidos pela sonda em Marte cheguem à Terra e vice-versa.
- Explicar que após escapar da Terra, o movimento da nave espacial é regido somente pela força gravitacional.
- Demonstrar no quadro como encontrar o valor da constante k , enfatizando que ela poderá ser utilizada em qualquer movimento regido pela força gravitacional.
- Explicar que o periélio da nave espacial é a órbita terrestre e o afélio da nave espacial é o periélio da órbita marciana.
- Resolver o exemplo 11.1 no quadro-negro e pedir aos educandos que resolvam as questões 11.2 à 11.8 em dupla e auxiliá-los à medida que for necessário.
- Resolver as questões no quadro-negro e pedir aos educandos que resolvam as questões 11.9 e 11.10.
- Corrigir as questões no quadro-negro.
- Discutir os resultados encontrados até o presente momento pela *Mars Express*.

11.5) Recursos

- Quadro-negro e giz.

11.6) Tempo Previsto

- 4 horas

11.7) Sugestões de Leitura

- Viagem Interplanetária
http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/trabalhos_03/viagem_interplanetaria.htm
(Acesso em: 31/01/2012)
- Mars Express
http://www.esa.int/esaMI/Mars_Express/index.html
(Acesso em: 31/01/2012)

11.8) Gabarito

11.1) Exercício resolvido.

$$11.2) \quad a = \frac{d_{\text{afélio}} + d_{\text{periélio}}}{2}$$

$$a = \frac{1,38 + 1,66}{2}$$

$$a = 1,52 \text{ UA}$$

$$11.3) \quad \frac{T^2}{a^3} = K, \text{ onde } k = 1 \text{ ano}^2 / \text{UA}^3 .$$

$$\frac{T^2}{1,52^3} = 1$$

$$T^2 = 1,52^3 \cdot 1$$

$$T^2 = 3,51$$

$$T = \sqrt{3,51}$$

$$T = 1,87 \text{ anos}$$

11.4) Exercício resolvido.

11.5) O texto afirma que a o afélio da órbita do foguete é a órbita de Marte e que a nave vai alcançar Marte quando este estiver em seu periélio, portando o afélio na nave é igual ao periélio de Marte. Seu valor é 1,38 UA.

$$11.6) \quad a = \frac{d_{\text{afélio}} + d_{\text{periélio}}}{2}$$

$$a = \frac{1,38 + 1,00}{2}$$

$$a = \frac{1,38 + 1,00}{2}$$

$$a = 1,19 \text{ UA}$$

$$11.7) \quad \frac{T^2}{a^3} = K$$

$$\frac{T^2}{1,19^3} = 1$$

$$T^2 = 1,69 \cdot 1$$

$$T = \sqrt{1,69}$$

$$T = 1,3 \text{ anos}$$

11.8) Para chegar à Marte levaremos ,

$$\frac{1,3 \text{ anos}}{2} = 0,65 \text{ anos} .$$

Em dias, teremos,

$$0,65 \text{ anos} \cdot 365 = 237,25 \text{ dias} .$$

O tempo de viagem até Marte é de aproximadamente 237,25 dias.

11.9) A distância da Terra à Marte, em quilômetros, é de:

$$2,66 \cdot 150\,000\,000 = 399\,000\,000 \text{ km} .$$

Para percorrer essa distância a luz vai levar um intervalo de tempo de:

$$\frac{399000\ 000}{300\ 000} = 1330\ \text{s}$$

A mensagem demoraria aproximadamente 22 min para chegar à Terra.

11.10) Depois de fazermos uma pergunta a alguém, demoraríamos no mínimo 44 minutos para escutar a resposta.

Atividade 12: Quais fatores influenciam na intensidade da força gravitacional?

12.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.
- Diferenciar os conceitos de massa e peso e entender a relação entre eles.
- Introduzir o conceito de aceleração da gravidade e força gravitacional.

12.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Compreender o contexto da situação-problema e ser capaz de buscar criteriosamente informações que auxiliem na sua resolução.
- Investigar na situação-problema os aspectos mais importantes para a sua abordagem, concebendo modelos teóricos e explicativos para sua solução.
- Extrapolar, sempre que possível, a solução da situação-problema para casos mais gerais do que o proposto.

12.3) Ideias Prévias

- O sentido da força peso (força gravitacional) é igual ao sentido do movimento de um objeto.
- A força da gravidade é devido à existência da atmosfera.
- A Lua não tem gravidade.
- Peso e massa são a mesma coisa.

12.4) Procedimentos de Ensino

- Ler a tirinha da questão 12.1, pedir aos educandos que respondam aos itens a, b, c e d dessa questão. Posteriormente, discutir as respostas com todo a turma.
- Ler o texto “Peso x Massa” com a turma.
- Apresentar o dinamômetro à turma, ensinar como utilizá-lo e quais as suas unidades de medida (Kgf e N).
- Pendurar um objeto qualquer no dinamômetro (saco de pipoca, por exemplo), mostrar aos educandos e pedir que respondam os itens a e b da questão 12.2.
- Dividir os educandos em grupos, de acordo com o número de dinamômetros disponíveis.
- Distribuir 5 objetos a cada grupo, de preferência saquinhos de alimentos que contenham a massa indicada, para que eles possam medir o peso dos objetos, preenchendo a tabela do item c da questão 12.3.
- Explicar a construção de gráficos, frisando a importância de colocar o nome das grandezas em cada eixo, assim como, as suas unidades de medida.
- Pedir aos educandos que respondam aos itens d, e, f e g da questão 12.2.
- Mostrar e discutir o vídeo da questão 12.3 e pedir aos educandos que respondam aos itens a e b.
- Ler e discutir com a turma a tirinha 12.4 e pedir aos educandos que tentem reescrever a tirinha utilizando a linguagem científica.

12.5) Recursos

- Quadro-negro, giz, dinamômetros, objetos para pesar (saquinhos de alimento não perecíveis), computador e retroprojektor.

12.6) Tempo Previsto

- 4 horas

12.7) Sugestões de Leitura

- *Hands On Universe, Teacher Notes: Quantifying The Force of Gravity at the Earth's Surface*
http://web.mac.com/carpnet/HOU_Gravitation/Unit_Overview.html (Acesso em: 16/09/2010)
- Prass, Alberto Ricardo, O conceito de Força.
http://www.fisica.net/mecanica classica/o_conceito_de_forca.pdf (Acesso em: 16/08/2010)
- O peso medido pela balança
<http://www.journal.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7144/6599>

12. 8) Gabarito

12.1)

(a) Espera-se que o educando perceba que o menino maluquinho não continuou seu movimento para cima devido à força da gravidade que o puxou para baixo.

(b) Espera-se que o educando perceba que, além de a bolinha subir e descer, ao longo da trajetória vertical, a bolinha varia a sua velocidade. A velocidade é maior no começo, decresce na subida, é nula na altura máxima da bolinha e volta a crescer na descida.

Obs.: Não abordaremos, nessa aula, o caráter vetorial da velocidade, onde está escrito velocidade, entende-se como módulo da velocidade ou ainda, rapidez.

(c) Os fatores que influenciam a intensidade da força gravitacional são a massa do objeto que está sendo lançado para cima e a gravidade local do planeta.

(d) Na superfície lunar, a altura máxima atingida pela bolinha seria maior que a altura máxima atingida pela bolinha aqui na Terra.

12.2)

(a) A mola se distende pois a força gravitacional puxa o objeto que está pendurado na mola para baixo.

(b) A força que sustenta o objeto, evitando que esse caia, é exercida pela mola e se chama força elástica.

(c) A tabela deve ser preenchida de acordo com a massa indicada nas embalagens e de acordo com o peso indicado no dinamômetro. Se o dinamômetro for de baixa precisão, é importante conduzir os educandos para que eles arredondem os valores encontrados para múltiplos de dez.

(d) A força gravitacional deve estar posicionada no eixo das ordenadas, enquanto a massa do objeto, no eixo das abcissas. O gráfico deve ser uma reta.

(e) O gráfico sugere que a relação entre a força gravitacional e a massa do objeto é linear, sendo que a força gravitacional é aproximadamente igual à massa do objeto multiplicada por dez.

(f) A relação entre Força Gravitacional (P) e massa é de
 $P = 10 \cdot m$

(h) $P = 10 \cdot m = 10 \cdot 10 = 100 \text{ N}$

12.3)

(a) Os objetos jogados pelos astronautas que se encontram na Lua sobem com maior facilidade e descem mais devagar do que os objetos jogados para cima por pessoas que se encontram na superfície terrestre.

(b) Quando o objeto está subindo a força gravitacional é contrária ao movimento, na Lua essa força é menor do que na Terra, por isso o objeto atinge uma altura maior. Na descida podemos seguir o mesmo raciocínio; nesse caso a força gravitacional é a favor do movimento, o que faz com que o objeto, ao descer, adquira maior velocidade na superfície terrestre no que na superfície lunar.

*Por enquanto não estamos levando em consideração a resistência do ar no movimento de objetos na superfície da Terra, esse fator será analisado na próxima atividade.

12.4) O argumento de Garfield é cientificamente correto, mas vale lembrar que a linguagem cotidiana é diferente da linguagem científica.

Atividade 13: Campo gravitacional x distância

13.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Compreender que a intensidade da força gravitacional depende da distância entre os corpos sendo inversamente proporcional à mesma.

13.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Compreender o contexto da situação-problema e ser capaz de buscar criteriosamente informações que auxiliem na sua resolução.
- Investigar na situação-problema os aspectos mais importantes para a sua abordagem, concebendo modelos teóricos e explicativos para sua solução.
- Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.

13.3) Ideias Prévias

- Nenhuma ideia prévia foi detectada nessa atividade.

13.4) Procedimentos de Ensino

- Ler o texto introdutório e a questão 13.1 com a turma; anotar as respostas dos educandos no quadro-negro.
- Explicar o conceito de campo gravitacional e analisar com a turma a Tabela 5 do material do educando, mostrando através dela que o campo gravitacional depende da massa que o gera e também da distância ao centro dessa massa.
- Discutir com os educandos as questões 12.2 à 12.4 e anotar as ideias prévias no quadro-negro.

- Explicar aos estudantes que o campo gravitacional e a luz possuem naturezas parecidas, e que vamos descrever o campo gravitacional a partir da observação de uma fonte de luz.
- Fixar folhas de papel no quadro-negro, com o intuito de formar uma grande superfície de papel.
- Fazer as atividades 13.5 à 13.9 auxiliando discutindo com a turma as possíveis respostas a essas questões.
- Forrar a mesa do educador com folhas de papel, com intuito de formar uma grande superfície de papel, onde serão feitas medições.
- Ler com os educandos o texto “Observações Quantitativas”. Para preencher a tabela que integra o texto, pedir o auxílio de dois educandos. O objetivo é medir a área da superfície iluminada pela lanterna quando ela se encontra a determinada altura. Para isso é necessário projetar a luz da lanterna na mesa coberta com folhas fixas e fazer marcações na folha que permitam medir o diâmetro da superfície iluminada.
Obs.: a escolha da lanterna a ser utilizada é essencial para que as medidas obtidas sejam coesas. A lanterna não pode ter espelhos ou lentes que distorçam a trajetória da luz, caso contrário, a área medida não será proporcional ao quadrado da distância.
- Preencher a tabela no quadro-negro.
- Pedir aos educandos que respondam às questões 13.10 à 13.12.
- Escrever as conclusões (questões 13.13 e 13.14) no quadro-negro.

13.5) Recursos

- Quadro-negro, giz, folhas de papel, lápis, lanterna.

13.6) Tempo Previsto

- 4 horas.

13.7) Sugestões de Leitura

- *Hands On Universe, Teacher Notes: Exploring How Gravity Varies With Distance.*
http://web.mac.com/carpnet/HOU_Gravitation/Unit_Flow_Chart.html (Acesso em: 5/10/2010)

13.8) Gabarito

13.1) Espera-se que o educando cite interações gravitacionais que foram abordadas em sala de aula, como as existentes entre os astros Terra, Lua, Sol e planetas.

13.2) Espera-se que o educando descreva a direção de atuação do campo gravitacional como apontando para o centro.

13.3) Espera-se que o educando descreva o formato da atuação do campo gravitacional da estrela ou do planeta como esférico.

13.4) Espera-se que o educando perceba que quanto maior a distância de um corpo ao centro da Terra, menor é a influência do campo gravitacional terrestre nesse corpo. Portanto, ao chegar no topo do elevador, o peso da pessoa teria diminuído.

13.5) O círculo luminoso projetado aumenta e diminui de tamanho, conforme a lanterna é aproximada e afastada da superfície iluminada.

13.6) Quando a educadora move a lanterna para frente o tamanho do círculo diminui e a intensidade do brilho aumenta, quando a educadora move a lanterna para trás, o tamanho do círculo aumenta e a intensidade do brilho diminui.

13.7) Na direção radial, para fora da lâmpada.

13.8) O formato da luz, ao se afastar da lâmpada, é esférico, com a lâmpada posicionada em seu centro.

13.9) Quanto mais afastado da lâmpada, menor é a intensidade da luz.

13.10) Quando a distância da lâmpada à superfície dobra, o raio do círculo iluminado dobra e, portanto, sua área quadruplica. Se a mesma quantidade de luz está distribuída em uma área quatro vezes maior, podemos inferir que a intensidade da luz se torna quatro vezes mais fraca.

Obs.: provavelmente, em sala de aula, o grupo não vai chegar a uma relação tão exata entre a distância da lâmpada à mesa e o tamanho da área iluminada. É importante o educador tentar fazer a experiência com antecedência para ver se consegue resultados satisfatórios. Do contrário, pode ser preferível se restringir às questões de 13.1 a 13.9, ou usar medidas fictícias, dando a segunda coluna da tabela já preenchida.

13.11) Seguindo o mesmo raciocínio da questão anterior, ao triplicarmos a distância, a área ficaria nove vezes maior, portanto a intensidade da luz se tornaria nove vezes menor.

13.12) A intensidade luminosa seria dezesseis vezes mais fraca, pois quadruplicando a distância, teríamos uma área dezesseis vezes maior que a área inicial.

13.13) Podemos expressar a relação entre o campo gravitacional (g) e a distância (d) como,

$$g \sim \frac{1}{d^2} \quad .$$

Atividade 14: A importância do Sol e o seu ciclo de vida

14.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrever porque ocorrem as estações do ano.
- Entender de onde vem a energia produzida pelo Sol e como se dá a formação de elementos químicos.

14.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Expressar, sempre que solicitado, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos e outras representações não textuais, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.
- Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo.
- Extrapolar, sempre que possível, a solução da situação-problema para casos mais gerais do que o proposto, reconhecendo ainda os novos problemas que surgem na análise da situação original.

14.3) Ideias Prévias

- A variação da distância Terra-Sol é a causa das estações do ano.

14.4) Procedimentos de Ensino

- Ler com a turma do texto “Por que ocorrem as estações do ano?”

- Fazer uma demonstração, utilizando uma maquete, de como a inclinação do eixo de rotação terrestre provoca o aquecimento não uniforme da Terra no decorrer do ano (Figura 3).
- Indicar na maquete as posições de solstício e equinócio, bem como as datas em que ocorrem.
- Utilizar a animação *Seasons and Ecliptic Simulator* para mostrar com mais detalhes como a região iluminada pelo Sol varia enquanto a Terra translada. Essa animação possui inúmeras possibilidades de uso. Sugerimos marcar a opção *view from side*, e posicionar o boneco na latitude do local em que a escola se encontra, marcar a opção *sunlight angle* e a opção *orbit view* e posteriormente clicar em *star animation*.

A animação pode ser encontrada em:

http://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons_ecliptic.html (Acesso em: 31/01/2012).

- Questionar os educandos quanto à diferença de horas iluminadas e não iluminadas na região em que se encontra o boneco. Apontar o polo norte e o polo sul como regiões extremas, onde pode ocorrer 24 horas de luz ou 24 horas de noite.
- Ressaltar que essa diferença de iluminação não está relacionada à pequena variação da distância Terra-Sol. Argumentar que a variação da distância Terra-Sol não poderia explicar as estações do ano porque quando é inverno no hemisfério sul, é verão no hemisfério norte e vice-versa.
- Pedir aos educandos que respondam com suas próprias palavras, à questão 14.1.
- Ler com a turma o texto “De onde vem a energia fornecida pelo Sol?”, apontando o Sol como uma fonte esgotável de energia.

14.5) Recursos

- Quadro-negro, giz, computador, retroprojeter, maquete das estações do ano (suporte, lâmpada incandescente, 4 bolinhas de isopor).

14.6) Tempo Previsto

- 4 horas

14.7) Sugestões de Leitura

- Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano?
<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n3/a03v29n3.pdf>
(Acesso em: 31/01/2012)
- Física e arte nas estações do ano.
<http://www.relea.ufscar.br/num1/A2%20n1%202004.pdf>
(Acesso em: 31/01/2012)
- Um curso de astronomia e as pré-concepções de alunos.
http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v28_89.pdf
(Acesso em: 31/01/2012)

14.8) Gabarito

14.1) Espera-se que o educando produza um texto utilizando as suas próprias palavras para explicar o que causa as estações do ano que contenha os seguintes conceitos centrais:

- a inclinação do eixo terrestre em $23,5^\circ$ faz com que a superfície da Terra seja aquecida de forma desigual;
- o movimento de translação da Terra faz com que uma mesma região terrestre tenha aquecimento variável durante o passar do ano.

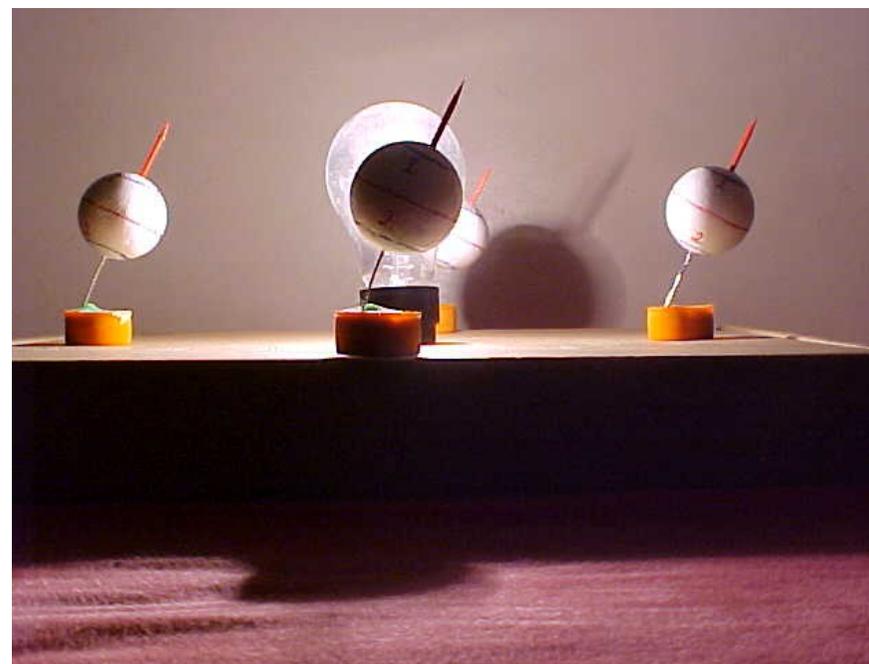


Figura 3: estilo de maquete que pode ser utilizada para representar as estações do ano.

Atividade 15: O que vai acontecer com o Sol?

15.1) Competências Específicas Relacionadas aos Conteúdos

- Entender que o Sol, assim como as outras estrelas, possui um ciclo de vida.
- Entender que os cientistas conseguem descrever o ciclo das estrelas, a partir da observação de estrelas em diferentes estágios de evolução.
- Reconhecer a presença da vida humana no Universo como uma indagação filosófica e também das condições físicas, químicas e biológicas para sua existência, evidenciando as relações entre ciência e filosofia ao longo da história humana.

15.2) Competências Específicas Relacionadas à Leitura, à Escrita e à Resolução de Problemas

- Expressar, sempre que solicitado, escrita ou oralmente, suas conclusões e juízos relativos à análise e interpretação de textos e outras representações não textuais, argumentando cientificamente de forma clara sobre o seu ponto de vista.
- Perceber que a Física constitui parte da cultura contemporânea, sendo resultado de uma construção humana inserida em um processo histórico e social, discutindo criticamente aspectos do senso comum.

15.3) Ideias Prévias

- O Sol é eterno, ou seja, ele permanecerá sempre como está.

15.4) Procedimentos de Ensino

- Apresentações de slides que mostram estrelas em diferentes estágios de evolução.

- Ressaltar que os cientistas são capazes de entender o ciclo de vida das estrelas a partir da observação de estrelas em seus diferentes estágios de vida.
- Pedir aos educandos que leiam o texto da Tabela 6, "Estágio de Vida de uma Estrela como o Sol".
- Analisar a Figura 51 do material do educando junto aos estudantes.
- Pedir a eles que respondam à questão 15.1.

15.5) Recursos

- Computador e retroprojetor.

15.6) Tempo Previsto

- 2 horas

15.7) Sugestões de Leitura

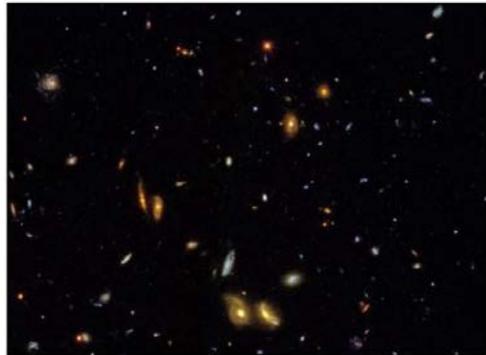
- Aula 11 – Estrelas
<http://www.fis.unb.br/observatorio/notasdeaula/aula%20011.pdf>
- *The star evolution*
http://www.nasa.gov/audience/forstudents/9-12/features/stellar_evolution_feat_912.html

15.8) Gabarito

15.1) Espera-se que o educando produza um texto utilizando suas próprias palavras para explicar o ciclo de vida do Sol.

Anexo 1: Universo estático ou dinâmico?

Universo Estático ou Dinâmico?



Fonte
http://hubblesite.org/gallery/album/the_universe/pr2004016c/
 Acessado em 20/04/2010

Hipóteses levantadas pela turma.

O Universo é dinâmico porque ...	O Universo é estático porque ...
A Lua gira em torno da Terra.	O céu está parado.
A Terra gira em torno do Sol.	As estrelas que formam as Três Marias estão sempre no mesmo lugar.
A Terra possui movimento de rotação.	
As estrelas se movem.	
As galáxias giram em torno de seu centro.	
As galáxias maiores giram em torno das galáxias menores.	

A Lua gira em torno da Terra!



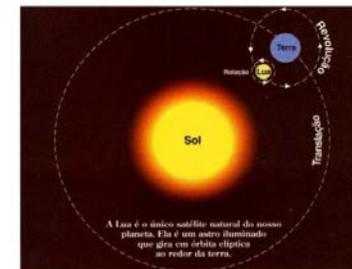
- Esta imagem mostra a Terra e a Lua vistas de Marte.
- Diâmetro da Terra: 12 796 km
- Diâmetro da Lua: 3 475 km
- Distância da Lua até a Terra: 380 000 km.
- Período de translação e de rotação da Lua: 29,5 dias.

Fonte
http://www.nasa.gov/mission_pages/MRO/multimedia/mro20080303_earth.html

A Terra possui movimento de translação e de rotação.

- A rotação da Terra dura exatamente 23h 56min e 4s.
- Velocidade de rotação: 1666 km/h
- A translação da Terra é leva 365 dias e 6 horas.
- A velocidade de translação é de 108 000 km/h.

Imagem fora de Escala



Fonte
<http://www.vestibular1.com.br/revisao/r400.h21.jpg>
 Acessado 20/04/2010

As estrelas se movem!

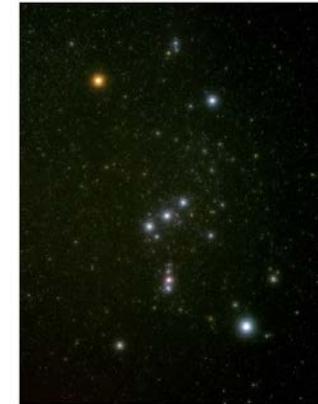
- A foto ao lado é de longa exposição.
- As estrelas que vemos no céu são pertencentes a Via Láctea.
- Outros pontos luminosos no céu podem ser planetas do Sistema Solar ou galáxias distantes.
- O movimento do céu depende da latitude terrestre em que nos encontramos.



Fonte
<http://www.photoresourcehawaii.com/fotoshowpro/detail.php>
 Crédito: Richard WeinsCoat
 Acessado: 20/04/2010

As Três Marias estão sempre juntas no céu!

- As três estrelas que formam as Três Marias mantêm suas posições relativas.
- Grupos de estrelas podem formar desenhos que chamamos de constelações.
- As Três Marias fazem parte da constelação de Óion.



Fonte:
http://eternosaprendizes.files.wordpress.com/2008/10/orion_by_gauvreau_camera1.jpg

As Galáxias giram em torno de seu próprio centro!

- A Via Láctea é formada por cerca de **200 bilhões** de estrelas.
- Uma dessas estrelas é o Sol.
- Velocidade de revolução do Sol: de **225 km/s**.
- Período de revolução do Sol: **200 milhões** de anos.
- Idade do Sol: **4,57 bilhões** de anos.



Fonte
<http://hubblesite/gallery/album/galaxy/pr2006010a/>
 Acesado 20/04/2010

Galáxias menores giram em torno de galáxias maiores!

- A Via Láctea faz parte de um grupo de galáxias (Grupo Local).
- A Via Láctea possui 12 galáxias satélites.
- Andrômeda, também pertencente ao Grupo Local, possui 20 galáxias satélites.



Fonte
<http://www.astro.princeton.edu/~clark/Image25.gif>
Acessado 20/04/2010

Todos esses movimentos são considerados locais!

Acontecem em determinados pontos do espaço!

Existe algum movimento que acontece em todo o Universo?

Referências

- Bad moon on the rise? Lunar cycles and the incidents of crimes. **Journal of Criminal Justice**, v.38, Issue 4, 2010.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 2000.
- BRASIL, SEMTEC. **PCN's+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2002.
- BERMAN, Bob. Strange Universe. **Astronomy**, September, p; 96-97, 2002.SCHAFFER, J.; VARANO, S.; JARVIS, J.; CANCELO J.
- CANALLE, João B. C. O problema do ensino da órbita. **Física na Escola**, v. 4, n. 2, 2003.
- CANALLE, João B. C. O Sistema Solar numa representação teatral. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.11, n.1, p.27-32, 1994.
- CATELLI, Francisco; PEZZINI, Simone. Laboratório caseiro: observando espectros luminosos - espectroscópio portátil. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.2: p.264-269, 2002.
- DARROZ, Luiz M.; HEINECK, Renato; PEREZ, Carlos A. S. Conceitos Básicos de Astronomia: uma proposta metodológica. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 12, p. 57-69, 2011
- DIAS, Wilson S.; PIASSI, Luis P. Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 325-329, 2007.
- HENRIQUE, Alexandre B. Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da cosmologia. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências**, 2009.
- MOREIRA, Marco A.; OSTERMANN, Fernanda. Sobre o estudo do método científico. **Caderno catarinense de Ensino de Física**, v.10, n. 2; p. 108-117, ago, 1993.
- MORETTI, Roberta L. ; SARAIVA, Maria F. O.; VEIT, Eliane A. Concepções de alunos de ensino médio sobre as fases da Lua e as possíveis influências desse satélite na vida humana. In: **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2011, Manaus. Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2011. p. 1-9.
- MUNFORD, Danusa; LIMA Maria E. C. C.. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 9, nº1, p. 72-89, 2007.
- NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João B. C. **Astronomia : ensino fundamental e médio**. Brasília : MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 232 p. : il. – (Coleção Explorando o ensino ; v. 11).
- NOVELLO, Mário. **O que é cosmologia?: A revolução do pensamento cosmológico, p. 26-29**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.
- QUEIROZ, Gloria P.; LIMA, Maria da C. B.; VASCONCELLOS, Marias das M. N. Física e arte nas estações do ano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 1, p. 33-54, 2004.
- RIO GRANDE DO SUL. **Lições do Rio Grande** (2009). Disponível em < http://www.seduc.rs.gov.br/pse/html/refer_curric.jsp?ACAO=acao1>. Acesso em: 18 de JULHO de 2011.

- SARAIVA, M.F.O. ; AMADOR, C. B. ; KEMPER, E.; Goulart, Paulo ; Muuler, Angela . As fases da Lua numa caixa de papelão. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 4, p. 9-26, 2007.
- SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira ; LANG, F.L.; STEFFANI, Maria Helena . Concepções de estudantes universitários sobre as fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 11, p. 63-80, 2011.
- SCARIN, Anne L.; PACCA, Jesuína L. A. Um curso de astronomia e as pre-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 89 - 99, 2006.
- SILVEIRA, Fernando L. Marés, Fases da Lua e Bebês. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n.1, p. 10-29, 2003.
- SILVEIRA, Fernando. L. As variações dos intervalos de tempo entre as fases principais da Lua. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, 23 (3): 300- 307, setembro 2001.
- SILVEIRA, Fernando.L.; SARAIVA, Maria F. O. As cores da Lua Cheia. **Física na Escola**, v. 9, p. 20-24, 2008.
- TEIXEIRA, Sonia K.; PACCA, Jesuína L. A. O peso medido pela balança: ruptura e continuidade na construção do conceito. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.11, n.3, p.154-171, 1994.