

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA

Programa de Pós Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Marina Paim Gonçalves

Oficina Astronômica:

**Uma proposta de atividades utilizando materiais
potencialmente significativos para Ensino Médio**

Porto Alegre

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA

Programa de Pós Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Marina Paim Gonçalves

**Oficina Astronômica:
uma proposta de atividades utilizando materiais
potencialmente significativos para Ensino Médio¹**

Dissertação desenvolvida sob a orientação da Dr^a Maria Helena Steffani, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2014

¹ Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Agradecimentos

À professora Maria Helena Steffani, pelo apoio e paciência.

À minha família, pelo incentivo e entusiasmo.

Aos meus colegas e amigos que sempre tiveram a palavra certa em todos os momentos de dificuldade.

Aos professores e colegas de mestrado que me mostraram como é conviver e admirar pessoas realmente inteligentes e dedicadas à educação.

Um agradecimento especial aos alunos da Escola Elisa Tramontina, pois eles são o motivo pelo qual todo trabalho vale a pena.

Resumo

Este trabalho é um relato das atividades desenvolvidas dentro da disciplina de Física, em duas turmas de 1º ano de Ensino Médio Politécnico da E.E.E.M. Elisa Tramontina de Carlos Barbosa, RS, tendo como tema **Oficina Astronômica: uma proposta de atividades utilizando materiais potencialmente significativos para Ensino Médio**. O trabalho é uma proposta de atividades pedagógicas tendo como tema central tópicos de Astronomia, mas com uma abordagem lúdica e motivacional. O embasamento teórico do trabalho tem aporte epistemológico de Gaston Bachelard e a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Dentre as atividades relatadas neste trabalho destacamos a avaliação prévia do conhecimento dos alunos, atividades lúdicas de representação e construção de modelos astronômicos, comparação de tamanhos e distâncias, uso de experimentos virtuais e visita ao Planetário. Através dos relatos dos alunos e da avaliação das atividades, percebemos que o tema se mostrou adequado para motivar, despertar o espírito científico e tornar a aprendizagem significativa.

Abstract

This paper reports the activities developed within the discipline of physics in two classes of 1st year of the Polytechnic School Elisa Tramontina, Carlos Barbosa, RS, with the theme *Astronomical Workshop: a proposed activities using materials impacts to school*. The work is a proposed educational activities taking issue with central topics of astronomy, but with a playful approach and motivational. The theoretical work has epistemological contribution of Gaston Bachelard and Meaningful Learning Theory David Ausubel. Among the activities reported in this paper highlight the preliminary assessment of students' knowledge, play activities of representation and construction of astronomical models, comparing sizes and distances, using virtual experiments and visit the planetarium. Through the reports of students and evaluation of activities, we realize that the subject and proved adequated to motivate, to awake the scientific spirit and make learning meaningful.

Índice de Tabelas e Figuras

Figura 5.1 Alunos trabalhando em suas representações do Big Bang	44
Figura 5.2 Alunos desenhando e pintando o cartaz do Big Bang	44
Figura 5.3 Cartaz sobre o Big Bang, confeccionado pelos alunos	45
Figura 5.4 Imagem inicial do experimento virtual	46
Figura 5.5 Protoestrela	47
Figura 5.6 Sequencia Principal	47
Figura 5.7 Estrela em expansão	48
Figura 5.8 Buraco Negro	48
Figura 5.9 Alunos trabalhando na confecção de seus modelos	51
Figura 5.10 Imagem aérea da escola e bairro da escola	53
Figura 5.11 Modelos do Sol, Terra e Lua feitos em isopor	54
Figura A.1 Edwin Powell Hubble	97
Figura A.2 Imagem adaptada do Big Bang	98
Figura A.3 Etapas finais da vida de uma estrela massa menor que a massa do Sol	100
Figura A.4 Etapas finais da vida de uma estrela do tipo solar	101
Figura A.5 Etapas finais da vida de uma estrela com massa elevada	102
Figura A.6 Etapas finais da vida de uma estrela com massa muito elevada	103
Figura A.7 Buraco Negro	104
Figura A.8 Experimento Virtual - Faça sua própria estrela	105
Figura A.9 Mercúrio	107
Figura A.10 Vênus	107
Figura A.11 Terra	108
Figura A.12 Marte	108
Figura A.13 Júpiter	109

Figura A.14 Saturno.....	110
Figura A.15 Urano	110
Figura A.16 Netuno.....	111
Figura A.17 Sol	112
Figura A.18 Estrutura interna do Sol	113
Figura A.19 Nuvem de Oort	114
Figura A.20 Cometa McNaught,2007	114
Figura A.21 Lua.....	118
Figura A.22 Lua Nova.....	119
Figura A.23 Lua Crescente	120
Figura A.24 Lua Cheia	120
Figura A.25 Lua Minguante	121
Figura A.26 Eclipse Lunar	122
Figura A.27 Eclipse Solar	123

Sumário

Agradecimentos	3
Resumo.....	4
Abstract	5
Índice de Tabelas e Figuras.....	6
1. Introdução	10
2. Estudos relacionados.....	18
3. Fundamentação Teórica	23
4. Proposta de Trabalho e Metodologia	29
4.1 Contextualização e objetivos	29
4.2 Metodologia	31
4.3 Pré-teste e Pós-teste.....	34
5. Oficinas Astronômicas	41
5.1 <i>Big Bang</i> e as teorias de formação do Universo	42
5.2 Estrelas	45
5.3 O Sol e o Sistema Solar	49
5.4 Sistema Terra-Sol-Lua.....	53
5.5 O Céu Noturno	55
5.6 Visita ao Planetário	56
6. Avaliação e resultados da aplicação do projeto	58
6.1 Avaliação.....	58
6.2 Comentários sobre o desempenho nas questões de pré e pós-teste..	61
6.3 O trabalho avaliado pelos alunos	73
6.4 Atividades ao ar livre	77
6.5 Atividades nos laboratórios de artes e informática.....	78
6.6 Relatos dos alunos sobre suas impressões dos trabalhos realizados durante o projeto.....	79

7. Conclusão	85
Referências Bibliográficas	89
Apêndices	93
Anexos.....	129

1. Introdução

Na área educacional, sob a minha ótica profissional, a desmotivação é um dos maiores problemas nas escolas. Alunos desinteressados afloram nas salas de aula. A profissão de professor, tão importante em qualquer sociedade, é hoje depreciada e até motivo de zombaria entre os calouros nas universidades. É difícil explicar os fatores que levaram a educação ao estágio em que se encontra hoje. Talvez a facilidade de acesso à informação tenha tornado a figura do professor e a própria escola menores aos olhos da população. Talvez as mudanças na estrutura das famílias tenham modificado o papel que a escola antes propunha no desenvolvimento pessoal. Talvez os professores não tenham acompanhado metodologicamente os alunos e suas novas perspectivas. Talvez a própria sociedade tenha mudado seus valores básicos... O fato é que ainda usamos quadro e giz, ainda temos salas de aula com cerca de trinta e cinco alunos, ainda esperamos prender a atenção dos alunos com quatro horas de palestras sobre equações, funções, teoremas, teorias, axiomas e orações subordinadas. Temas que, naquele momento, não são atrativos, já que os alunos ainda não compreendem seu significado.

Na minha percepção como educadora, nossos alunos são o retrato da sociedade atual: capitalista, consumista, cercada por novas tecnologias de acesso à informação e entretenimento. É uma era onde a capacidade de consumo tornou-se um fator importante no status pessoal de qualquer pessoa.

Nessa nova cadeia social, o professor não apresenta bom desempenho. Mal remunerado, com pouca disponibilidade de tempo e recursos para aperfeiçoamentos e quase nenhum acesso a novas tecnologias, por vezes trabalhando em escolas completamente sem estrutura, a profissão de professor parece ter perdido parte de seu valor, de seu encanto.

Então, o que fazer para resgatar a figura do professor e lhe devolver a autoridade e respeito que a profissão merece? Como voltar a fazer da escola um ambiente de aprendizagem e desenvolvimento pessoal? Como motivar educadores e educandos a desempenharem seus papéis na construção do conhecimento? É certo que não basta colocar computadores nas escolas, se estas não possuem recursos humanos para manipulá-los, nem encher as bibliotecas de livros, se estas permanecem fechadas por não possuírem bibliotecários. É preciso buscar novas formas de utilizar estes recursos. Desenvolver novas metodologias ou aperfeiçoar as que temos em mãos requer discussão, troca de experiências... É um processo demorado e, por vezes, cheio de percalços.

Sob essa perspectiva, ser professor é complicado. Mais complicado ainda é encontrar quem queira ser professor de ciências. Mesmo com todos os subsídios oferecidos pelo governo, as licenciaturas em ciências perderam o prestígio e o público. Em nosso estado, várias delas já fecharam e muitas estão em processo de extinção. No Rio Grande do Sul, no ano de 2012, ainda havia dezesseis instituições que ofereciam a Licenciatura em Física, por exemplo, segundo o MEC (<http://emec.mec.gov.br/>) Dessas, nove eram instituições ou universidade federais Na verdade, um simples levantamento em sala de aula, em turmas de Ensino Médio, já revela a realidade do problema. Para encontrar UM aluno que esteja pensando em ser professor é preciso perguntar em várias turmas. Fiz

este pequeno teste em oito turmas de alunos do terceiro ano do Ensino Médio e não encontrei nenhum candidato. Perguntei então em turmas de segundo ano, apenas na terceira turma encontrei uma aluna que pensava cursar Letras.

Então, voltamos à pergunta: como motivar os educandos a interessarem-se pelas ciências, a encontrarem significado nas aulas de Física?

Talvez um caminho possa ser encontrado nas palavras de Carl Sagan (1995), que em seu livro *O Mundo Assombrado Pelos Demônios* escreveu:

Eu fui criança num tempo de esperança. Queria ser cientista desde os primeiros dias de escola. O momento que marcou essa vontade foi quando entendi pela primeira vez que as estrelas são sois poderosos, quando comecei a compreender que elas devem estar tremendamente distantes para surgirem como simples pontos de luz no céu. Nem sei se já conhecia a palavra "ciência" naquele tempo, mas queria mergulhar de algum modo em toda a sua grandiosidade. (Sagan, 2012, p. 42).

Olhar para o céu à noite e contemplar a Lua e as estrelas seja, talvez, o mais antigo entretenimento humano. E apesar de ser um hábito tão antigo quando a própria linguagem, ainda nos vemos fascinados e curiosos pelos mistérios da escura imensidão. O Universo desconhecido ainda nos instiga, nos mostra o quanto somos insignificantes e nos permite questionar nossa própria existência. A Astronomia é um tema fascinante em muitos sentidos, e permite abranger uma série de temas não apenas dentro da Física, mas

também em ramos da Química, Biologia, Geografia, História e até Filosofia. A Lua e as estrelas têm inspirado também grandes artistas, músicos e poetas em toda história da humanidade. A cativação poética e outros aspectos ligados a nossa própria formação como ser humano tornam a ciência astronômica um tema motivacional à sala de aula, como já citavam GAMA e HENRIQUE, em seu artigo *Astronomia em sala de aula: Por quê?*

Digamos que a ciência astronômica poderia, facilmente, mostrar-se como tema de motivação, dadas algumas características cativantes que possui (falamos já da cativação poética). É difícil manter indiferença frente ao céu ou a imagens de nebulosas, galáxias, cometas e planetas. Animações abundantes na internet apresentam escalas de tamanho no universo, e colocam em pauta o lugar do homem, enquanto ser físico, químico e vivo, no universo. Isso sem falar nos filmes de ficção, de diferentes épocas, que exploraram o espaço sideral, ou no pouso lunar, que completou 4 décadas em 2009.(GAMA; HENRIQUE, 2010. P. 11)

Essa perspectiva vem ao encontro do que sugerem os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) no que se refere à organização do ensino de Física. Um dos temas estruturadores sugeridos é “Universo, Terra e vida” que se subdivide em três unidades temáticas: Terra e sistema solar, Universo e sua origem e Compreensão humana do Universo. O conjunto de objetivos ligados a estas unidades temáticas possuem claramente a intensão de fazer uma relação entre o Universo que nos

cerca e nossa própria vida. Isto é significativo. Compreender como a evolução de uma estrela está ligada ao oxigênio que respiramos, ou mesmo nos situarmos numa escala espaço-temporal capaz de nos fazer pensar sobre a própria evolução da espécie – inclusive em termos filosóficos, dá ao ensino da Astronomia no Ensino Médio um papel importante na formação do cidadão.

Quase a totalidade dos livros didáticos de Física para o Ensino Médio sugerem iniciar o ano letivo, nas turmas de primeiro ano, usando Cinemática. Não diminuindo a importância dessa área de estudo, é preciso considerar a dificuldade de assimilação encontrada pelos alunos, pois trata-se de um tema que necessita de um grande rigor matemático e um certo grau de abstração em seus problemas clássicos. A análise de funções, gráficos e problemas, por vezes, são colocados como prioridade na aprendizagem do conteúdo. Como grande parte dos alunos sente muita dificuldade na área da matemática, suas avaliações tendem a ser desmotivadoras.

O livro didático pode ser considerado um relevante instrumento para professores e alunos. No entanto, na busca pelo melhor caminho metodológico para a aprendizagem, ele não pode ser mais encarado como o único. Inclusive a distribuição de seus conteúdos não precisa ser seguida à risca. Mesmo que alguns temas astronômicos sejam tratados em quase a totalidade desses livros, geralmente eles se atêm as Leis de Kepler e da Gravitação Universal. Em seu trabalho, intitulado *ASTRONOMIA: Motivação para o Ensino de Física na 8ª série*, A. A. Mees nos indica como os conteúdos estão dispostos nos livros didáticos e de que forma costumam ser tratados.

O conteúdo geralmente é apresentado em forma de tópicos e as atividades propostas, restringem-se, via de regra, a responder questões e resolver problemas, que têm como objetivo

principal a fixação de conteúdos, mas, na prática, resumem-se a meras repetições de definições ou aplicação automática de fórmulas e não avaliam o domínio e as dificuldades conceituais do aluno.
(MEES, 2004. P. 12)

É preciso encontrar uma forma de tornar os problemas e exercícios menos repetitivos e mais significativos aos alunos, de maneira a realmente tratar suas dificuldades conceituais.

A Astronomia possui uma série de tópicos que poderiam ser tratados em qualquer momento do ano letivo, inclusive em seu início, com maior potencial motivacional. No entanto, é preciso ficar atento a uma série de pequenos erros conceituais a que os alunos são submetidos – inclusive por livros didáticos – que acabam por contribuir para a formação de concepções alternativas (LANGHI;NARDI, 2007). São comuns em livros didáticos imagens de elipses de grande excentricidade para representar a órbita da Terra, ou representações do sistema solar onde os planetas têm quase o mesmo tamanho e estão separados por quase as mesmas distâncias um do outro.

Levando em consideração esses fatores, procuro através deste trabalho apresentar uma proposta de atividades significativas e lúdicas com o objetivo de motivar o aprendizado, não apenas dos temas astronômicos envolvidos, mas das ciências de modo geral.

A ludicidade não é apenas mais um termo ligado a brincadeiras ou diversão. Envolve uma mudança de atitude, de percepção e da relação do aprendiz com o aprendizado. Mas também requer uma mudança por parte do professor. Compreender o porquê de ensinar é tão importante quanto o ato em si. O lúdico está intimamente relacionado ao prazer de aprender e também ao prazer

de ensinar. Existem muitas maneiras de um conceito ser assimilado, tanto é verdade que existem muitas escolas com filosofias e métodos de ensino diferentes. E todas elas ensinam.

O que busco com esse trabalho é o que todo professor engajado em sua disciplina busca: tornar a assimilação do conhecimento significativa e duradoura. Para isso proponho uma série de atividades ligadas às artes e informática, por exemplo, pois considero que é fundamental para o professor procurar caminhos e recursos disponíveis para que o ensino-aprendizagem passe a ser um processo com mais sentido e mais atrativo para os estudantes.

O trabalho é constituído por uma série de cinco oficinas com temas astronômicos, realizadas em horário regular de aula, para duas turmas de primeiro ano de Ensino Médio. As oficinas são intituladas: *Big Bang* e as Teorias de Formação do Universo; Estrelas e Buracos Negros; O Sol e o Sistema Solar; A Terra e a Lua; O Céu Noturno. Essas oficinas foram oferecidas em ambientes próprios para cada atividade, como nos Laboratórios de Informática e Artes da escola. Inicialmente os alunos responderam um pré-teste on-line com perguntas dissertativas a respeito dos temas astronômicos tratados nas oficinas. Cada oficina apresentava um tema geral e atividades relacionadas. No final, um pós-teste foi aplicado para observar alguma evolução.

Antes de apresentar o material instrucional e as metodologias aplicadas faço, no capítulo 2, um breve levantamento de trabalhos relacionados a temas astronômicos e, no capítulo 3, apresento o embasamento teórico deste trabalho através da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e contribuições epistemológicas de Gaston Bachelard.

A proposta de trabalho e a metodologia são discutidas no capítulo 4, enquanto a abordagem dos temas através de Oficinas Astronômicas são apresentadas no capítulo 5.

O capítulo 6 é dedicado ao processo de avaliação; considerações finais e conclusões são apresentadas no capítulo 7. Os apêndices contêm o material instrucional elaborado.

2. Estudos relacionados

Ao escolher os tópicos que seriam trabalhados, levei em consideração os temas mais recorrentes nos livros didáticos de Física apresentados aos alunos de Ensino Médio. Pude observar que a grande maioria destes livros trata apenas das Leis de Kepler e da Lei da Gravitação Universal. No entanto, alguns apresentam *boxes* especiais sobre outros temas de interesse como o *Big Bang*, Buracos Negros e Exploração Espacial. Estes textos são adicionados, claramente, com o objetivo de chamar a atenção para área e ampliar o interesse, como vemos no livro didático Física para Ensino Médio, Volume 1, de Helou, Gualter e Newton:

Inserimos no capítulo² diversos boxes, como o da Estação Espacial Internacional (EEI), o dos Buracos negros, o que trata dos Corpos com "peso" nulo: levitação e o que classifica as leis de Kepler e a de Newton da atração das massas como uma teoria consistente. Há ainda, uma Leitura: Teorias que se sucedem. Tudo isso, com vistas a ampliar os limites do texto e servir como elementos adicionais de motivação.

(HELOU;GUALTER;NEWTON, 2010, p. 83)

² Referente ao capítulo Gravitação.

Grande parte dos novos livros didáticos de Física tem citado em forma de textos especiais ou curiosidades, uma série de temas astronômicos. Novas tecnologias e estudos mais desenvolvidos têm revelado cada vez mais facetas do Universo e nos possibilitado maior acesso a esse tipo de informação.

E é preciso trazer essas novas informações para a sala de aula, não apenas no sentido de ilustrar, mas de dar significado ao conteúdo do livro. É uma estratégia importante, mas que precisa essencialmente do suporte do professor. Ele precisa conhecer o assunto, precisa saber debater sobre ele e dar continuidade ao mesmo, precisa encontrar novas maneiras de trabalhá-lo.

Dentre as dissertações do Mestrado Profissional de Ensino de Física da UFRGS também podemos observar que existem textos que enfatizam a importância da Astronomia no ensino de Física, mesmo que os temas sejam bastante variados.

A dissertação de Clifford Luciano Vinícius Neitzel (2006) trata sobre as relações da Astrobiologia com temas do 2º ano do Ensino Médio, abordando não apenas a Física, mas também outras disciplinas, como Química e Biologia. Neste trabalho os temas astronômicos também são as ferramentas usadas para estimular a aprendizagem de física.

Nossa proposta principal é apresentar a Astronomia de forma simples, clara, às vezes engraçada, mas sem vulgarizar o tema, afim de que possamos estimular a curiosidade dos alunos para este assunto, e, mostrar-lhes como a Física é uma ciência dinâmica, que não está parada no tempo. (NEITZEL, 2006, p. 11)

Já Schmitt (2005) usou temas astronômicos para tratar de Radiações Eletromagnéticas em turmas do 3º ano do Ensino Médio. Ele também acredita no potencial motivador da Astronomia.

Acreditamos que com um pouco de imaginação em sala de aula, e tratando a Física sob uma abordagem que atraia o aluno, com assuntos relacionados ao cotidiano, poderemos de certa forma reverter esse quadro de desânimo nas salas de aula. Desse modo, entendemos que a utilização de assuntos, como por exemplo, a astronomia, pode gerar no aluno uma motivação que o leve a aprender sem sofrer os famosos traumas da disciplina de Física. (SCHMITT, 2005, p. 10)

Kemper (2008), em seu trabalho, preferiu tratar de temas astronômicos mais clássicos, priorizando a Astronomia Antiga, dando ênfase aos modelos astronômicos de Ptolomeu, Copérnico, Brahe e Kepler, bem como a contribuição de Galileu no desenvolvimento do telescópio. No projeto de Kemper, a utilização de vídeos foi um recurso bastante utilizado, claramente com o propósito motivador.

No ano de 2010 passou a vigorar no estado do Rio Grande do Sul um novo referencial curricular, intitulado de Lições do Rio Grande. O referencial preserva os temas estruturantes dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), mas sugere que o tema *Universo, Terra e Vida* seja tratado como introdução aos conteúdos de Física do Ensino Médio, no 1º ano. Moretti (2012), em seu trabalho, tem por objetivos o desenvolvimento e a aplicação de um material didático para o Ensino Médio que contemple as Lições do Rio Grande. As

atividades enfocam que as competências básicas – ler e escrever, e resolver problemas – devem ser desenvolvidas a partir dos temas.

Herzog (2009) e Mees (2004) focaram seus trabalhos no Ensino Fundamental. O primeiro refere-se à construção do conhecimento baseado em objetos educacionais e o segundo usa a Astronomia como motivação para o ensino de Física na 8ª série (agora denominado 9º ano). Herzog enfatiza a importância de criar subsunções ainda no Ensino Fundamental para que a Física do Ensino Médio seja melhor “ancorada” e encontre maior significado.

Ainda no trabalho de Mees podemos encontrar um importante levantamento sobre o Ensino de Ciências no Rio Grande do Sul e as tendências curriculares no ensino de Física, bem como uma crítica bastante estruturada sobre o uso do livro didático. Ele propõe introduzir Física no Ensino Fundamental com tópicos astronômicos ao invés de mecânica.

(...) atividades, centradas no tema Astronomia, possuem grande potencial de cativação para se introduzir o ensino de Física nesta série. Acreditamos que a Astronomia é um tema apropriado para ser trabalhado nesta série, pois abre caminhos para a interdisciplinaridade, a evolução histórica da ciência e, oferece base teórica para seguir outros tópicos da Física.
(MEES, 2004, p. 83)

Uhr (2007) construiu um programa de Astronomia centrado no Sistema Solar para ser usado em turmas de Ensino Médio, pois, segundo ela

(...) o estudo da Astronomia mostra-se importante no seu aspecto histórico, filosófico e

prático, que permite ao aluno perceber a evolução do pensamento humano contextualizado social e politicamente. Além disso, a compreensão de fenômenos que ocorrem diariamente com nosso planeta e à nossa volta é importante para não sermos enganados por misticismos. Esta associação dos conhecimentos adquiridos nas aulas de Física com o mundo real, ou seja, o uso da Física para explicar fenômenos naturais, fazendo a conexão entre a sala de aula e a realidade, é essencial para a percepção clara e objetiva do estudo de Física. (UHR, 2007, p. 10).

Outros trabalhos focam diretamente na prática docente, como os trabalhos de Darroz (2010) e Gonzatti (2008). Darroz destaca a importância de se ensinar conceitos de Astronomia para os concluintes do Curso Normal. Professores melhor preparados são sempre mais capazes de realizar a intermediação entre o aluno e o conhecimento. O que também parece ser a opinião de Gonzatti, pois seu trabalho foca a formação de professores de séries iniciais.

Debom (2010) salienta a importância da imagem astronômica no ensino de Astronomia e ciências afins. A observação astronômica também é dos itens destacados neste trabalho a fim não apenas de complementar o estudo sobre estrelas, mas de despertar a curiosidade dos alunos em relação ao Universo onde estamos inseridos.

3. Fundamentação Teórica

Toda prática pedagógica deve apresentar um firme embasamento teórico. É preciso conhecer os objetivos a serem atingidos e as estratégias a serem desenvolvidas. Um trabalho bem planejado tem mais chances de alcançar o sucesso. Na história da Educação é possível observar diversas ideias e filosofias, bem como pesquisadores e estudiosos que, de alguma forma, inspiraram inúmeras gerações de educadores. E todos buscamos inspiração.

O ensino de ciências e, por consequência, o aprendizado de ciências é alimentado constantemente pela necessidade de continuar buscando desvendar os mistérios da natureza, ou seja, pelo espírito científico. Compreender o significado do que significa “espírito científico” para então alcançá-lo é fundamental. O propósito deste trabalho é motivar jovens, através da Astronomia, a buscar avançar na área das ciências, formar seu próprio espírito científico, seu espírito pesquisador.

Dentre os grandes filósofos e epistemólogos da história, o francês Gaston Bachelard (1884 – 1962) é conhecido por seu trabalho para explicar a formação do espírito científico. Professor, filósofo e ensaísta, nasceu em Bar-sur-Aube no seio de uma modesta família. Licenciado em Matemática e Filosofia, também lecionou Física, Química, História e Filosofia da Ciência.

Conceitos inovadores como a implementação de um novo espírito científico – com o objetivo de ultrapassar obstáculos

epistemológicos que impeçam a ciência de progredir – e a caracterização do progresso científico com um processo de sucessivas rupturas e retificações dão a Bachelard um papel importante no desenvolvimento científico.

Dentre as muitas reflexões de Bachelard destacamos a de que pensamento científico nunca é fechado em si mesmo, definitivo ou completo, pois não existem ideias simples, apenas complexidades. Todo fenômeno deve ser encarado como uma teia de relações.

Na educação, se desconhece a noção de obstáculo pedagógico. Professores de ciências, inclusive mais que outros, frequentemente não compreendem que não se compreenda alguma coisa (...). Não refletem sobre o fato de que o adolescente chega às aulas de Física, por exemplo, com conhecimentos empíricos já construídos: se trata não tanto de adquirir uma cultura experimental, mas antes de mudar uma cultura experimental, de superar os obstáculos já acumulados pela vida cotidiana. (MOREIRA, 2010, p. 6)

Um professor de ciências não deve acreditar que sua aula concisa e estruturada, repleta de tópicos, esquemas e demonstrações é a única maneira do aluno adquirir conhecimento. Na verdade é um pouco mais complexo que isso. Os alunos possuem conhecimentos anteriores adquiridos de sua vida cotidiana. Em grande parte das vezes, esses conhecimentos cotidianos acabam por transformar-se em obstáculos epistemológicos, pois não são cientificamente corretos ou passam por uma crítica científica.

Tendências *substancialistas* e *animistas* são comuns na formação inicial das crianças para tornar o mundo mais fácil de compreender. A *experiência primeira* é o primeiro dos obstáculos epistemológicos, já que opera sem um dos apoios fundamentais do real espírito científico, a crítica. Os obstáculos epistemológicos particularizados são chamados de *noções-obstáculo*. Para a educação científica, os obstáculos epistemológicos, as noções-obstáculos tornam-se *obstáculos pedagógicos*.

A *filosofia do não* de Bachelard diz não às antigas experiências para que novas surjam. Mas isso não significa que tudo que os alunos sabem deve ser destruído. É mais como uma reconstrução, uma reforma. Causamos uma ruptura do conhecimento comum, negamos a primeira escolha, questionamos a facilidade da impressão inicial e, assim, desenvolvemos o espírito científico (BACHELARD,1997).

Mesmo tendo morrido em 1962, sua filosofia continua bastante moderna. Os conceitos de obstáculos pedagógicos e espírito científico conseguem ilustrar com perfeição as dificuldades do processo de ensino-aprendizagem de ciências. Por isso escolhi este educador para dar aporte epistemológico ao trabalho.

No entanto se faz necessário compreender que despertar o espírito científico é tão complexo quanto identificar e transpor os inúmeros obstáculos pedagógicos que o ensino impõe. Vivemos um momento na história do país em que a Educação sofre uma reformulação filosófica.

Aprender por aprender não faz mais sentido. Um conceito sem um significado é um conceito inútil e vazio. E cada vez mais o educador precisa traçar estratégias para tornar o que está sendo ensinado não apenas um conceito finalizado. Precisamos estimular os alunos a continuar buscando conhecimento, motivar para que eles se

interessem por compreender, reformar e divulgar novos e instiga-los para que leiam, observem e analisem. E esta é uma tarefa muito difícil, pois motivação não é algo que se possa ensinar, precisa vir do próprio aluno.

Entretanto é papel do professor criar um ambiente no qual o aluno possa sentir-se instigado, interessado. Despertar esse interesse é uma das maiores dificuldades da prática docente diária. Tornar o objeto de estudo mais significativo pode ser um caminho. Entender o porquê é, muitas vezes, muito mais importante do que entender o como. Exatamente por isso o presente trabalho é baseado na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel.

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interacção entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à

estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos. (AUSUBEL, 2002, pag. 1)

O aluno aprende quando encontra algum significado naquilo que aprende. Esta frase explica resumidamente o que é a Teoria de Ausubel.

Segundo ele, o processo de ensino precisa fazer sentido ao aluno, a informação deve interagir com os conceitos que já fazem parte da sua estrutura cognitiva, caso contrário ela fica armazenada de forma arbitrária (MOREIRA, 2011). A aprendizagem é significativa quando ela parte de conceitos e experiências que o aluno já possui e quando consegue relacionar esses conceitos entre si. Ausubel sugere para esse processo, a utilização de organizadores prévios, levando ao desenvolvimento de novos conceitos subsunçores.

Os organizadores prévios têm o importante papel de apresentar informações introdutórias para servir de ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber. No entanto, este material pode apresentar um potencial pedagógico maior se for adaptado ao vocabulário do aluno, com elementos atrativos, visando despertar o interesse e o desejo de aprender.

Conceitos subsunçores são conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos alunos. A maior parte dos alunos já ouviu ou leu algo sobre o Big Bang ou sobre Buracos Negros. Estes conceitos podem servir de ancoradouro a novas informações de modo que estas adquiram significado, como, por exemplo, o fato de Buracos Negros serem uma evolução natural de determinadas estrelas. Estes conceitos devem ser amplamente aproveitados através de material

potencialmente significativo, no qual os alunos sintam-se instigados a descobrir, entender e relacionar conceitos.

E esta não é exatamente uma tarefa simples. O pré-teste diagnosticou que os alunos possuem muitas concepções alternativas e conceitos incompletos ou errôneos, mas não na mesma área. Então foi preciso formar subsunçores que alcançassem o máximo possível de alunos. As tarefas ligadas a cada tema também não poderiam ser simplesmente uma lista de questões sobre esses textos, pois perderiam o sentido pedagógico. A opção por trabalhar com material mais concreto e visualmente mais atraente tornou-se uma boa alternativa.

4. Proposta de Trabalho e Metodologia

4.1 Contextualização e objetivos

O trabalho foi realizado na Escola Estadual de Ensino Médio Elisa Tramontina, na cidade de Carlos Barbosa – RS, no segundo semestre de 2012. A escola contava no ano com 900 alunos divididos em seus três turnos: manhã, tarde e noite; sendo que manhã e noite recebiam exclusivamente alunos de Ensino Médio, enquanto o período da tarde era composto por alunos de Ensino Fundamental e Ensino Médio Politécnico. Destes alunos, cerca de 60% vêm de comunidades do interior do município. O trabalho foi aplicado em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio. Inicialmente, as turmas apresentavam 28 e 29 alunos; no decorrer do projeto, no entanto, o número de alunos diminuiu para 26 e 25 alunos, respectivamente, devido a transferências para outro turno.

Considero importante fazer uma breve contextualização inicial sobre a implementação do Ensino Médio Politécnico no ano de 2012 na escola em questão e as mudanças que ele causou nas atividades curriculares.

Sendo uma escola que em sua filosofia busca aprimorar o espírito criativo e inovador de seus alunos, a instituição, durante todo o ano letivo, oferece uma série de atividades de integração e festividades culturais como Horas Cívicas, Jogos Interséries, Festival de Talentos, entre outros eventos. Portanto, já no início do ano letivo, todos os professores recebem um calendário com as datas de todos esses eventos para que possam preparar suas aulas adequadamente

e evitar transtornos. Contudo, com o surgimento do Ensino Médio Politécnico, e todos os contratempos provindos de qualquer projeto inovador, as datas desse calendário sofreram muitas modificações, cancelamentos e atrasos, isto devido à necessidade de um aumento considerável de reuniões pedagógicas e planejamento coletivo de projetos.

Considero importante, ainda, salientar o porquê da escolha de turmas de primeiro ano de Ensino Médio para aplicação desse trabalho. Há dez anos leciono Física e Matemática em escolas públicas. Creio não cometer um engano ao afirmar que todo professor com este tempo de sala de aula já é capaz de identificar os temas que mais chamam a atenção dos alunos, o que eles consideram mais fáceis, mais difíceis, mais interessantes, menos importantes. Claro que a abordagem de cada assunto, por parte do professor, também influencia consideravelmente a escolha de cada aluno por um tema ou outro. No entanto, ao ingressar no Ensino Médio, grande parte dos alunos estão repletos de expectativas, ávidos por algo novo, e sim, por conhecimento. Mas de alguma maneira, parece que a própria escola tende a retirar esta ânsia por aprendizado de seus alunos.

A escolha por alunos de primeiro ano para aplicação desse projeto, cujo objetivo principal é buscar alternativas pedagógicas para motivar a busca pelo conhecimento, então, pareceu ser a mais correta. Optei por aplica-lo em duas turmas com trinta alunos, cada.

Os temas astronômicos abordados também foram escolhidos pensando no impacto que eles poderiam gerar nos alunos, visto que costumam gerar muito interesse, bem como muitas dúvidas. Eles aparecem na mídia, em livros de histórias e até em desenhos animados, mas quase sempre com uma linguagem simplificada, que geralmente não prima pelo rigor científico. Na tentativa de adequar-

se ao público, essa linguagem pode vir a alimentar concepções alternativas ou imagens errôneas de fenômenos físicos.

4.2 Metodologia

Inicialmente, com o objetivo de conhecer melhor os alunos, seus hábitos e interesses e, principalmente, seus conhecimentos prévios a respeito de temas astronômicos que seriam abordados no projeto, foi aplicado um pré-teste com questões mistas, isto é, de escolha simples e discursivas (Apêndice 1). Sabendo que um dos pilares da aprendizagem significativa é a identificação dos subsunçores (conceitos, proposições, ideias), presentes na estrutura cognitiva dos alunos, relevantes à aprendizagem do conteúdo. O pré-teste foi uma estratégia pedagógica que me permitiu identificar subsunçores e, portanto, diagnosticar quais os mais relevantes para a “ancoragem” dos novos conceitos.

A proposta dessa dissertação de mestrado foi apresentada aos alunos em forma de oficinas de estudos, com trabalhos em grupos, geralmente em ambientes como Laboratórios de Ciências, de Informática ou de Artes. São aulas mais dinâmicas e interativas e que buscam contribuir para a construção de uma aprendizagem mais significativa. Apesar de o termo Oficina Astronômica sugerir que as aulas foram extraclasse, elas fizeram parte do período letivo regular. No entanto, pela forma como elas foram organizadas, nada impede que estas atividades sejam aplicadas em oficinas a parte, fora do horário regular das aulas.

O conteúdo foi dividido em cinco grandes temas: *Big Bang* e as Teorias de Formação do Universo; Estrelas e Buracos Negros; O Sol e o Sistema Solar; A Terra e a Lua; O Céu Noturno.

Cada tema foi trabalhado no período de 2 horas aula com apoio de material didático elaborado especialmente para o projeto e softwares livres. Durante a aplicação dessa proposta os alunos construíram dois modelos astronômicos, um do Sistema Solar e outro do sistema Sol-Terra-Lua.

O primeiro modelo foi de referência visual para explicitar órbitas, diâmetros e aparência dos planetas mas mantendo, pelo menos parcialmente, proporções de tamanho e distância conforme proposto por Canalle e Oliveira (1994). Sabe-se da dificuldade que parte dos alunos possui para compreender as diferenças nos diâmetros dos planetas, principalmente se considerarmos que grande parte do material didático, inclusive livros, apresentam distorções nas imagens ilustrativas, contribuindo para a fixação de concepções alternativas. Este modelo tem a finalidade de ilustrar as informações do material instrucional sobre o Sistema Solar, como o comprimento dos raios das órbitas dos planetas, diâmetros dos planetas e características de sua composição. O período orbital e sua relação com os raios das órbitas dos planetas, também são temas abordados durante a confecção dos modelos, já que o período orbital de um planeta aumenta conforme aumenta sua distância em relação ao Sol. Essa relação pode ser facilmente mensurada pela Lei das Órbitas Planetárias, descoberta pelo astrônomo Johannes Kepler em 1619.

O segundo modelo serviu para explorar movimentos relativos, órbitas e efeitos dos movimentos do sistema Terra-Sol-Lua, como eclipses e estações do ano e fases da Lua, pois, apesar de serem temas recorrentes, ainda apresentam grande dificuldade de compreensão (SARAIVA; SILVEIRA; STEFFANI, 2011).

Para que o trabalho fosse concluído no mesmo dia, foram utilizados períodos das aulas no turno contrário, na disciplina de Seminário Integrado. Esta é uma disciplina cuja finalidade é auxiliar projetos de pesquisa de outras disciplinas. São 2 períodos semanais, à tarde, os quais são ministrados por uma professora que está à disposição para dar suporte à realização de trabalhos e projetos das disciplinas e da escola.

Após observarem e analisarem os conceitos, imagens e modelos apresentados, coube aos alunos a construção de seus próprios modelos, textos, cartazes e portfólios sobre os temas. A construção dos modelos e a elaboração dos próprios textos é uma forma diferente de tratar os tópicos trabalhados para tentar avaliar o nível de aprendizado de forma mais adequada. É possível notar, mesmo através de sua linguagem mais simples, própria de cada aluno o que foi realmente compreendido. Os alunos fizeram ainda uma observação do céu noturno com auxílio de planisfério³ e um Galileoscópio para localizar estrelas e constelações. O Galileoscópio é um instrumento óptico (uma luneta, ou ainda telescópio refrator) que possibilita visualizações compensatórias dos astros celestes. Este aparelho foi adquirido e enviado às escolas pela Organização da Olimpíada Brasileira de Astronomia, no ano de 2009. Tal evento serviu também para lembrar e homenagear Galileu Galilei (daí o nome). Complementando a proposta desse projeto, foi realizada uma visita ao Planetário Prof. José Baptista Pereira, Porto Alegre.

Finalizamos o trabalho aplicando um pós-teste dissertativo para comparar com os resultados do pré-teste.

³ Um planisfério é uma esfera celeste planificada que deixa à mostra apenas a parte do céu que é visível ao longo do ano em uma determinada região da Terra, conforme definição em <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/Planisfe.htm>

4.3 Pré-teste e Pós-teste

O Pré-teste realizado (ver apêndice 1) com os alunos teve dois objetivos iniciais. O primeiro era conhecer os alunos e o segundo era conhecer o nível de conhecimento destes alunos a respeito de temas astronômicos como estrelas e buracos negros, o Sistema Solar e o Big Bang. A primeira parte do teste consistia em questionário com questões objetivas sobre os próprios alunos, como a faixa etária ou as atividades que costumavam exercer extraclasse. A segunda parte era composta com perguntas subjetivas sobre temas astronômicos.

O teste foi realizado através de questionário em *google docs*, que se revelou uma excelente ferramenta na interação com os alunos, pois a maioria se mostrou entusiasmada ao responder o questionário online. Os alunos sem acesso a *internet* em suas residências puderam responder o questionário através de computadores portáteis com acesso a *internet*, cedidos pelos próprios colegas. O questionário encontra-se ainda online no endereço:

<https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dDhQTzFJQI9IY3BoSIBab2hwMDYtR1E6MQ#gid=0>

O pré-teste revelou que aproximadamente 90% dos alunos estão na faixa etária correta para sua série, entre 14 e 15 anos, o restante dos alunos apresenta 16 ou 17 anos. Não havia alunos maiores de 18 anos nas duas turmas onde o trabalho foi aplicado.

Outra questão que foi colocada aos alunos perguntava sobre sua disciplina favorita. Cerca de 71% dos alunos escolheram História, enquanto as outras disciplinas sugeridas (Ciências, Geografia, Língua Portuguesa e Matemática) dividiram quase igualmente o restante da porcentagem de preferência. Como o resultado me chamou a atenção, fiz um questionamento nas salas de aula, sobre o

porquê da preferência pela disciplina de História. A resposta mais comum foi que, das que estavam nas alternativas, era a mais fácil.

No entanto, um resultado que não me surpreendeu foi saber que grande parte dos alunos, cerca de 34%, assiste TV ou navega na Internet em seu período extraclasse. Verifiquei também que 21% dos alunos praticam hobbies como dança, esporte ou ciclismo; outros 21% fazem cursos de línguas ou informática; 8% deles exercem atividades familiares não remuneradas, enquanto o restante, aproximadamente 16% dos alunos, trabalha meio-período.

Questionei também se os alunos tinham o hábito de ler jornal. Cerca de 13% dos alunos afirmaram que nunca liam jornal. O restante sim, mas 21% apenas raramente; 32% às vezes e 34% diariamente.

Logo após fiz uma sequência de perguntas na qual os alunos precisavam marcar o nível de importância de se ensinar Ciências, Física e Astronomia na sala de aula. Seguindo uma sequência de números de 1 a 5 para representar a importância do estudo da disciplina, onde 1 significava *Pouco Importante* e 5 *Muito Importante*, foi possível verificar o quanto os alunos consideram significativo o ensino de Ciências, Física e Astronomia.

No item sobre Ciências, 97% dos alunos marcaram 3 ou mais para representar a importância do ensino dessa disciplina. Contudo, pode ser um pouco contraditório se compararmos com o fato de que 100% dos alunos consideram 3 ou mais para a importância da Física na sala de aula. Podemos justificar esse valor se observarmos que o questionário foi respondido para a disciplina de Física, e provavelmente os alunos sentiram-se impelidos a marcar dessa maneira.

No entanto, o resultado mais interessante vem da análise sobre o ensino de Astronomia. Nenhum aluno marcou 1, mas 18% marcaram 2, 29% marcaram 3, 42% marcaram 4 e 11% marcaram 5. Os alunos mostraram que consideram importante o ensino de Astronomia, mas em níveis diferentes, conforme pode ser observado pelos comentários transcritos abaixo de alguns alunos.

"O ensino da astronomia na escola é importante por muitos fatores, além de ser interessante para os alunos, que, enquanto jovens, tem mais vontade/capacidade para interessar-se e aprender (ou não), a astronomia é útil para localização, previsão de diversos acontecimentos, entre outros, além de ser necessária para sabermos mais sobre o universo onde vivemos, e quem sabe, fazer mais pessoas acreditarem (verem) que a vida inteligente fora do planeta Terra é abundante." (D.D.)

"Hoje é muito importante, pois isto faz parte de tudo que gira em torno de nós, você tem que ter pelo menos algum conhecimento disto. Por isso acho muito importante o seu ensino." (J.R.)

"Sempre gostei de observar as estrelas, e sempre tive curiosidade de estudar sobre elas, mas acredito que hoje não há carga horária para ter essa disciplina." (B.C)

"Por que é legal conhecer as estrelas e descobrir curiosidades a respeito da origem dos planetas e etc..." (A.M.C.)

O segundo e mais importante objetivo do Pré-teste era observar e analisar o que os alunos já conheciam sobre temas astronômicos ou conceitos relacionados à Astronomia. As perguntas foram subjetivas, mas o levantamento das respostas mostrou algumas tendências. Conhecer o que os alunos já dominam sobre um determinado assunto é fundamental para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. O material instrucional pode ser

elaborado destacando pontos que os alunos sentem maior dificuldade e paralelamente pode reforçar conceitos que eles já possuam.

Quando perguntado se sabiam o que era uma estrela, a maioria dos alunos demonstrou algum conhecimento sobre o assunto como, por exemplo:

"As estrelas são fontes de luminosidade. Por exemplo, o Sol é uma estrela, e as outras estrelas são visíveis quando o Sol não as ofusca." (A.L.F.)

"É uma esfera de "energia" que emite luz." (B.P.)

"Uma estrela é uma grande e luminosa esfera de plasma..."
(M.K.S.)

" É uma imensa esfera de gás que gera energia em seu centro."
(M.A.)

"É uma esfera de plasma, brilhante e a estrela mais perto do nosso planeta é o Sol." (S.P.J.)

A pergunta seguinte pedia uma diferenciação entre estrelas e planetas. A maior parte dos alunos fez uma relação direta com a emissão de luz. Isso pode ser um reflexo direto do Ensino Fundamental, já que costumamos usar planetas e estrelas como exemplos de corpos iluminados e luminosos, respectivamente, ao falar sobre luz. Algumas respostas são bem diretas.

"Estrelas possuem luz e calor próprio diferente dos planetas que dependem da luz e do calor das estrelas ao seu redor." (A.L.F.)

"Pelo meu conhecimento planetas são astros iluminados que giram ao redor do Sol e as estrelas são astros que tem luz e calor próprio." (G.V.V.)

"ESTRELAS BRILHAM, PLANETAS NÃO." (G.B.J.)

"Estrela tem luz própria e não gira ao redor de outro astro e planeta não tem luz própria e gira em torno de uma estrela." (M.A.)

"Estrelas tem uma fonte de calor enorme, como por exemplo, o Sol, já o planeta não possui nenhum tipo de luz ou calor e depende das estrelas para aquece-lo." (J.R.)

A próxima questão perguntava quais eram os planetas do Sistema Solar e se os alunos poderiam descrevê-los. A grande maioria foi capaz de citar os oito planetas; boa parte ainda cita Plutão como um planeta, mas poucos fizeram uma descrição dos astros. Nas poucas descrições foi possível observar certas concepções alternativas, como o fato de a proximidade com o Sol tornar Mercúrio o planeta com temperatura mais elevada do Sistema solar, ou ainda o fato de apenas Saturno possuir anéis.

"Marte, Vênus, Júpiter é o maior deles, Saturno tem um anel ao redor, Mercúrio que acredito ser o mais quente, Plutão é o mais frio e pequeno, Terra um lugar composto de água e terra. Acredito que tenha mais alguns, mas os que eu me lembro são esses." (V.A.)

"Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e não sei se Plutão ainda é considerado um planeta, pois ele é tão pequeno que acho que foi descartado pelos grandes cientistas." (W.C.G.)

No entanto, a questão sobre buracos negros evidenciou ainda mais concepções alternativas sobre o assunto. Algumas respostas lembram diretamente imagens de desenhos animados.

"É um gigantesco redemoinho que suga toda a matéria por perto..." (D.D.W.)

"Uma determinada região do espaço que absorve tudo ao seu redor, até elementos que são tão rápidos quanto a velocidade da energia elétrica." (W.C.G.)

"É um buraco no espaço que os cientistas não sabem descrever certo o que tem do outro lado." (M.B.)

"É uma parte do universo que não tem luz, estrelas." (P.C.B)

"É um buraco no meio do nada." (V.L.D.)

"Um buraco negro é uma região do espaço da qual nada, nem mesmo objetos que se movam na velocidade da luz, podem escapar. Entrou nele não tem mais volta." (M.K.S.)

"É uma região do espaço onde "suga" as matérias que passam por ele." (B.C.)

"É um espaço sem luz e sem um fim determinado localizado no espaço sideral." (P.O.M.S.)

A pergunta seguinte questionava a diferença entre galáxias e constelações. Uma parte considerável dos alunos (cerca de 29%) respondeu que não sabia como diferenciá-los. No entanto, o restante dos alunos expressou-se através de conceitos simples, e por vezes, incompletos, sobre galáxias e constelações.

"Galáxia contém os planetas e constelação é de estrelas." (B.L.)

"Galáxia é um aglomerado de estrelas e planetas, constelações são a junção de algumas estrelas." (M.B.)

"Constelação é varias estrelas que quando ligadas formam desenhos, e galáxias são milhares de estrelas que estão girando ao redor de um centro." (V.A.)

A última questão do pré-teste inquiria sobre o Big-Bang, e o que os alunos sabiam dele. A resposta mais comum o descrevia simplesmente como uma grande explosão que deu origem ao universo ou a Terra.

"O Big Bang foi uma explosão que aconteceu a bilhões de anos atrás, e a partir dessa explosão deu origem ao universo, ou seja, tudo aquilo que conhecemos." (J.C.)

"Uma explosão que originou o mundo." (R.S.)

"A teoria em que o universo veio de uma explosão." (L.R.)

O pré-teste revelou alguns pontos interessantes sobre o conhecimento prévio dos alunos a respeito de alguns temas astronômicos. Nenhum aluno, por exemplo, deixou de responder todas as questões. Isso implica que pelo menos, alguns temas são de seu conhecimento. Nota-se também a presença de muitas concepções alternativas, originadas provavelmente pelo modo superficial como esses temas são tratados, não apenas na sala de aula, mas no cotidiano dos alunos. Jornais, noticiários, desenhos animados e filmes, contribuem para a formação desses temas, pois não costumam apresentar-se com rigor científico.

Podemos considerar esse conhecimento como os subsunçores dos alunos. Foram nesses conhecimentos que ancoramos os novos conceitos e ideias que aplicamos nesse trabalho, a fim de chegarmos a uma aprendizagem significativa.

5. Oficinas Astronômicas

Oficina de Estudo é um termo utilizado para representar um conjunto de atividades que reforçam ou ampliam o conhecimento dos alunos sobre determinado assunto, tratado em sala de aula. Como a proposta do trabalho era realizar uma gama de atividades que, não apenas reforçariam um conhecimento, mas ampliaram (e, em alguns casos, fariam surgir) conceitos, ideias e informações sobre temas astronômicos, o título Oficina Astronômica, pareceu ser mais apropriado (Apêndice 2).

As Oficinas Astronômicas foram divididas em cinco aulas. Quatro delas ocorreram no período regular das atividades dos alunos e uma durante o período noturno. Cada aula teve em média duração de 2 horas aula. No entanto, para que as atividades fossem finalizadas no mesmo dia, parte delas foram complementadas à tarde, nos períodos da disciplina de Seminário Integrado⁴.

Os temas e textos trabalhados em cada oficina foram separados em apêndices e encontram-se anexos à dissertação. O material instrucional também encontra-se num *blog* construído especialmente para a disciplina. Cada oficina sempre iniciava com a visualização e discussão do *blog*, cuja leitura era sugerida na aula anterior. No entanto, o tempo de discussão de cada assunto e a execução das tarefas sempre era adaptado ao nível de interesse apresentado pelos alunos.

⁴ Disciplina que ocorre em turno contrário ao período regular dos alunos, já definida e descrita anteriormente.

5.1 *Big Bang* e as teorias de formação do Universo

A primeira aula do projeto teve como tema principal o Big Bang e as teorias de formação do Universo (Apêndice 3). A maioria dos alunos já conhecia o termo *Big Bang* e o associava com uma grande explosão que deu origem ao Universo. Começar o projeto por aí foi, então, uma boa escolha.

Mesmo que não seja a teoria definitiva sobre o surgimento do Universo, é a mais aceita pelo meio acadêmico-científico. Além disso, podemos encontrar vários fatos que vão ao encontro da teoria. O foco principal desta primeira aula, por exemplo, refere-se à descoberta, de Edwin Hubble, do afastamento das galáxias com velocidades proporcionais às suas distâncias. Iniciar qualquer aula com uma contextualização histórica e com itens biográficos torna o assunto mais interessante, pois humaniza o pesquisador e a própria pesquisa.

Começamos o trabalho expondo o *blog*

<http://oficinaastronomica.blogspot.com.br/>

que contém todos textos que foram trabalhados no projeto, presentes também nos apêndices do presente trabalho. Como o material está online, foi necessária a utilização de uma sala especial para projeção. A sala também é utilizada como Laboratório de Artes, contendo mesas coletivas, pias e espaço para outros trabalhos.

Após análise e leitura do texto, os alunos fizeram uma série de perguntas sobre a biografia de Hubble, os termos desconhecidos referentes às partículas elementares e à própria teoria. Também tiraram dúvidas sobre a formação do Universo através da imagem no material instrucional. A curiosidade sobre o assunto levou a turma até a debater sobre as imensidões do Universo e quão velho ele é em comparação com a própria humanidade. O telescópio Hubble também

foi objeto de interesse dos alunos, assim como as imagens que capta em sua trajetória pelo espaço.

Depois do debate ficou muito fácil a introdução do trabalho individual sobre o tema. Os alunos fizeram sua própria representação artística do *Big Bang* depois de ver a figura exposta no *blog* e pesquisar sobre outras imagens na *internet* e em outros materiais disponíveis, utilizando papel especial AP 60 para desenho, tinta guache e pinceis. Todo o material foi trazido pelos alunos. Alguns deles optaram por fazer a representação apenas em lápis.

A explanação e discussão do texto inicial levou quase uma hora, e a representação também tomou tempo semelhante. Assim, a atividade em grupo planejada para aquela aula precisou de tempo extra para ser concluída. Essa atividade consistia na representação do *Big Bang* em um cartaz de 6 m de comprimento por 1,40 m de altura, de papel pardo, cuja imagem deveria ser escolhida entre as trabalhadas na aula. A imagem que mais impressionou os alunos, e portanto foi a mais usada para a representação individual e serviu de base para o trabalho em grupo, foi a ilustração "Universo, evolução e vida" de A. Daminieli, que compõe o capítulo 8 da obra *Fascínio do Universo*, também uma herança do Ano Internacional de Astronomia.

Este trabalho foi apenas iniciado nos períodos da manhã, mas foi concluído, no turno da tarde, na disciplina de Seminário Integrado. Em comum acordo com a professora dessa disciplina, que auxilia na execução de projetos, pude acompanhar todo o trabalho em turno inverso.



MPGonçalves

Figura 5.1 Alunos trabalhando em suas representações do Big Bang



MPGonçalves

Figura 5.2 Alunos desenhando e pintando o cartaz do Big Bang



Figura 5.3 Cartaz sobre o Big Bang, confeccionado pelos alunos

5.2 Estrelas

O apêndice 4 traz os textos trabalhados na Oficina sobre estrelas. As estrelas são muito mais do que simples pontos brilhantes no céu a noite. E estão lá por uma razão que poucos podem descrever. As estrelas são a fonte de energia de todo o Universo, delas provêm toda a luz, energia e matéria de que somos feitos. No núcleo das estrelas são criados todos os elementos que formam os planetas, cometas, satélites e asteroides que conhecemos. Sem a luz de nossa estrela, o Sol, não haveria vida ou humanidade em nosso planeta. Por todos estes motivos as estrelas foram o tema da segunda aula do projeto.

Esta aula foi ministrada no laboratório de Informática da escola, onde todos os alunos puderam acessar a *internet* e abrir novamente o *blog* com o apoio didático.

Inicialmente fizemos uma breve definição de estrelas e sua classificação conforme a luminosidade. Logo após, expliquei a formação e evolução das estrelas utilizando as imagens do *blog*. Para auxiliar nesse processo os alunos puderam trabalhar com o experimento virtual *Build Your Own Star* disponível no link http://www.planetseed.com/files/flash/science/lab/airspace/byo_star/en/byostar.htm?width=805&height=550&popup=true

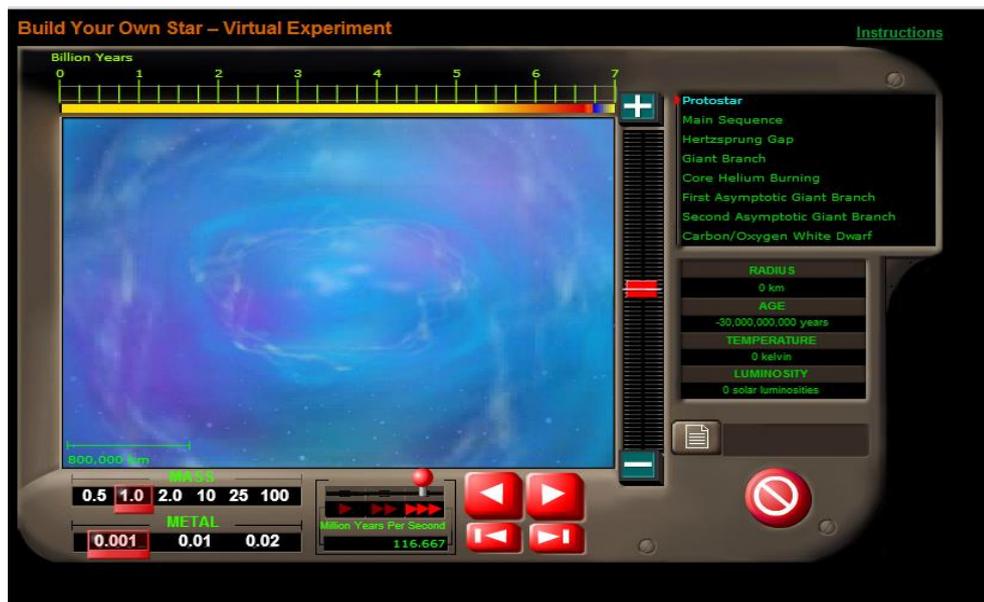


Figura 5.4 Imagem inicial do experimento virtual

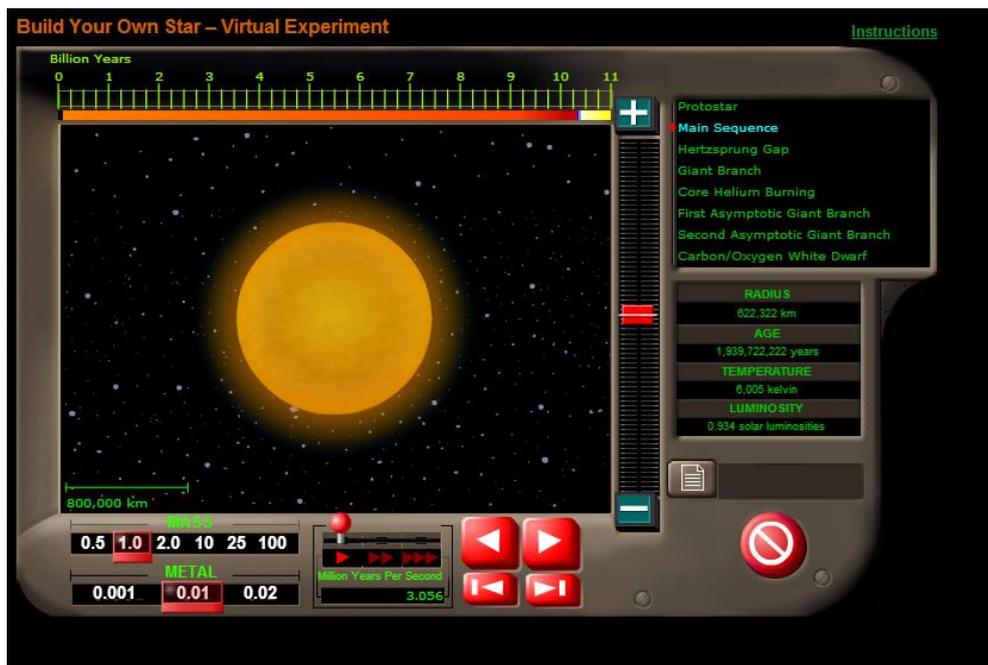
Neste experimento virtual os alunos podem escolher uma estrela com massa entre metade da massa do Sol e cem vezes a massa do Sol, bem como o nível de metal presente na estrela. Então é só observar o que acontece com ela. O experimento mostra o processo evolutivo da vida da estrela, desde a etapa de protoestrela até o último estágio de sua evolução.

Fonte:
http://www.planetseed.com/files/flash/science/lab/airspace/byo_star/en/byostar.htm?width=805&height=550&popup=true



http://www.planetseed.com/files/flash/science/lab/airspace/byo_star/en/byostar.htm?width=805&height=550&popup=true

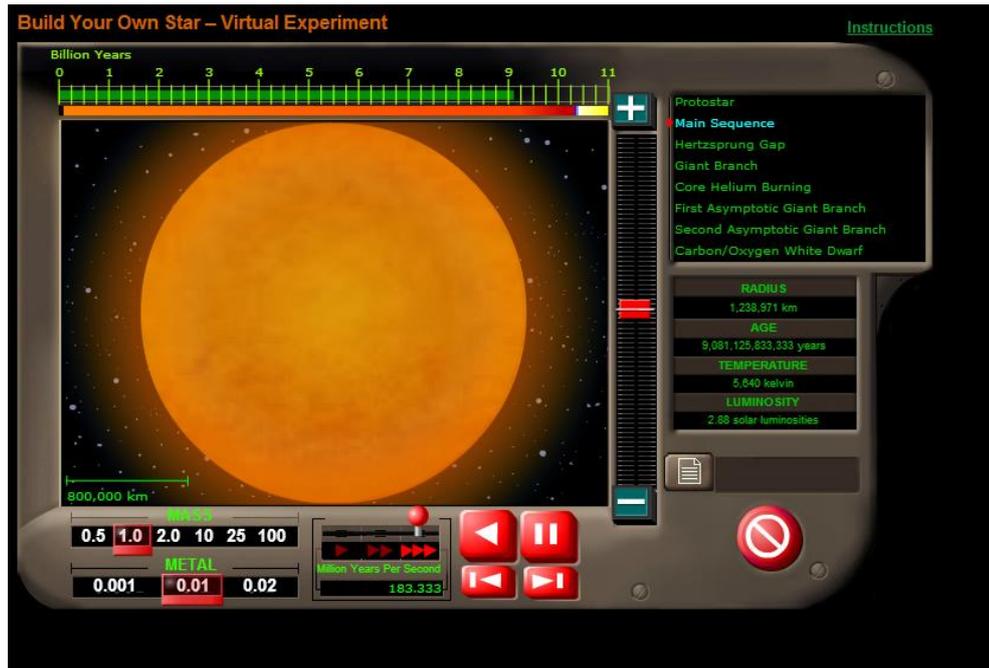
Figura 5.5 Protoestrela



http://www.planetseed.com/files/flash/science/lab/airspace/byo_star/en/byostar.htm?width=805&height=550&popup=true

Figura 5.6 Sequencia Principal

Os alunos observaram que conforme o valor de massa que escolham a estrela tinha um destino diferente.



http://www.planetseed.com/files/flash/science/lab/airspace/byo_star/en/byostar.htm?width=805&height=550&popup=true

Figura 5.7 Estrela em expansão



http://www.planetseed.com/files/flash/science/lab/airspace/byo_star/en/byostar.htm?width=805&height=550&popup=true

Figura 5.8 Buraco Negro

O próprio experimento introduziu, então, o tema dos Buracos Negros. Assim que os primeiros alunos descobriram que com massas maiores eles poderiam formar Buracos Negros, todos resolveram

tentar. Aproveitamos para explicar que Buracos Negros são deformações no espaço-tempo, gerados pela grande massa condensada de estrelas originalmente muito massivas, em seu último estágio.

Após um tempo em que os alunos mexeram livremente no experimento virtual, sugeri que eles buscassem no [http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista das maiores estrelas conhecidas](http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_das_maiores_estrelas_conhecidas) uma lista com nome de estrelas conhecidas. Nesta lista é possível observar informações sobre diversas estrelas, inclusive suas massas. Cada aluno então escolheu uma estrela e testou sua massa no experimento virtual. Ele forneceu as etapas de evolução da estrela citada, incluindo ainda seu destino. Estas atividades tomaram os dois períodos previstos para aula.

Como complemento desta atividade, sugeri aos alunos uma pesquisa um pouco mais elaborada sobre a estrela que escolheram. Individualmente os alunos tiveram quinze dias para criar um portfólio para sua estrela. O portfólio deveria conter informações sobre a estrela, como a constelação a qual pertence, o que as letras gregas no nome da estrela significam, massa, luminosidade, etc. Também deveriam constar as etapas descritas no *Build Your Own Star* e outras curiosidades sobre a estrela.

5.3 O Sol e o Sistema Solar

No apêndice 5 encontramos os textos referentes ao Sol e ao Sistema Solar. O Sol é a fonte de nossas vidas. Compreender a importância dessa pequena estrela no sistema em que vivemos é fundamental para entendermos a evolução da própria humanidade.

Não somos o centro do Universo, como sugeriu certa vez Ptolomeu; não somos sequer o centro de nosso próprio sistema estelar. Somos apenas o terceiro planeta de um sistema que, além do Sol, possui oito planetas, dezenas de satélites e quase incontáveis asteroides e cometas.

O Sol e o Sistema Solar são os temas dessa terceira parte do projeto. A aula foi novamente realizada no Laboratório de Artes, onde o projetor foi utilizado para a leitura dos textos e imagens do *blog*.

Durante a explanação sobre as características dos planetas, tentei compará-los com objetos proporcionais com o objetivo de mostrar a grandiosidade do Sol em relação aos planetas. Uma bola de vinil de 320 mm foi utilizada para representar o Sol; um grão de chia representou Mercúrio e Marte; sementes de gergelim representaram Vênus e a Terra; amendoins representaram Urano e Netuno; uma avelã representou Saturno e um limão representou Júpiter. Enquanto o Sol e os planetas eram descritos, os alunos utilizavam regras de três para calcular em seus cadernos os diâmetros aproximados dos objetos usados para representa-los. Esta atividade foi adaptada do projeto "The Earth as a Peppercorn" (OTTEWELL, 1989). Só não usei os mesmos elementos porque os alunos haviam me presenteado com a bola de vinil que representou o Sol, então resolvi usá-la no projeto.

Após a discussão dos cálculos, os alunos foram convidados a representar as características dos planetas do Sistema Solar através de um modelo feito com bolas de isopor, palitos e tinta. Os próprios alunos acharam mais interessante realizar essa atividade em duplas. Observei também que, mesmo que eu tenha pedido bolas de isopor de tamanhos diferentes, alguns escolheram fazer trocas entre as bolas para que as diferenças entre os planetas ficassem mais evidentes.



Figura 5.9 Alunos trabalhando na confecção de seus modelos

Estas atividades consumiram as duas horas estimadas para aula. Por isso, a terceira atividade foi realizada novamente no turno da tarde nos períodos de Seminário Integrado.

A terceira atividade, que refere-se às medidas, em escala, dos diâmetros dos planetas e das distâncias entre suas órbitas, consistia em completar a tabela do apêndice 9.

Tabela 5.1 Distâncias entre órbitas no Sistema Solar e diâmetros dos planetas e do Sol

Escala 1 mm = 4375 km	km	m	mm
Diâmetro do Sol	1 400 000		320
Distância do Sol a Mercúrio	58 000 000	13,25	
Diâmetro de Mercúrio	5 000		1,14
Distância da órbita de Mercúrio a Vênus	50 000 000	11,42	
Diâmetro de Vênus	12 000		2,74
Distância da órbita de Vênus à Terra	41 000 000	9,37	
Diâmetro da Terra	13 000		2,97
Distância da órbita da Terra a Marte	78 000 000	17,82	

Diâmetro de Marte	7 000		1,6
Distância da órbita de Marte à Júpiter	550 000 000	125,71	
Diâmetro de Júpiter	143 000		32,68
Distância da órbita de Júpiter a Saturno	649 000 000	148,34	
Diâmetro de Saturno	120 000		27,42
Distância da órbita de Saturno a Urano	1 443 000 000	329,82	
Diâmetro de Urano	51 000		11,65
Distância da órbita de Urano a Netuno	1 627 000 000	371,88	
Diâmetro de Netuno	49 000		11,2

Como os diâmetros dos planetas já haviam sido calculados na aula do período da manhã, os alunos apenas completaram com as medidas das distâncias entre as órbitas.

Mesmo assim, percebeu-se uma grande dificuldade da maioria dos alunos no momento dos cálculos. Foram necessárias várias explicações sobre o funcionamento de uma regra de três para que todos os alunos conseguissem completar suas tabelas.

Logo após, as turmas foram para o pátio com as tabelas para fazer uma representação do Sistema Solar. Um dos alunos representou o Sol e os alunos usaram fitas métricas para medir as distâncias entre ele e Mercúrio, representado por outro aluno. O mesmo foi feito com os planetas seguintes, até chegar próximo a Júpiter pois, mesmo sendo o pátio muito maior, não seria suficiente para representar todo o Sistema Solar.

As turmas voltaram então para a sala de projeção, onde observaram uma imagem aérea do bairro. Esta imagem mostra a posição final da tabela, onde estaria Netuno, se o Sol estivesse no pátio da escola.



Fonte: Google Maps em <https://www.google.com.br/maps>

Figura 5.10 Imagem aérea da escola e bairro da escola

Pela figura é possível observar que Netuno já se encontraria fora do perímetro urbano da cidade.

5.4 Sistema Terra-Sol-Lua

O dia e a noite. O inverno e o verão. A primavera e o outono. As marés e os eclipses. Nosso mundo, todos os dias, é inundado pelos reflexos da movimentação dos astros ao nosso redor. Os movimentos orbitais da Terra em relação ao Sol e da Lua em relação à Terra, e a atração que um exerce sobre o outro resultam em fenômenos que fazem parte constante de nossas vidas. Compreendê-los é essencial sob qualquer aspecto pois, mais do que conhecimento geral, são parte fundamental da relação que temos com nosso planeta.

Este é o tema, então, da quarta aula do projeto (ver apêndice 6). Também previsto para duas horas aula, começamos fazendo modelos do sistema Terra-Sol-Lua, usando novamente palitos, bolas de isopor e tintas. Em duplas, os alunos fizeram um conjunto com os três elementos e enquanto esperamos secar, acompanhamos os textos do *blog* sobre os três astros e as relações entre eles.

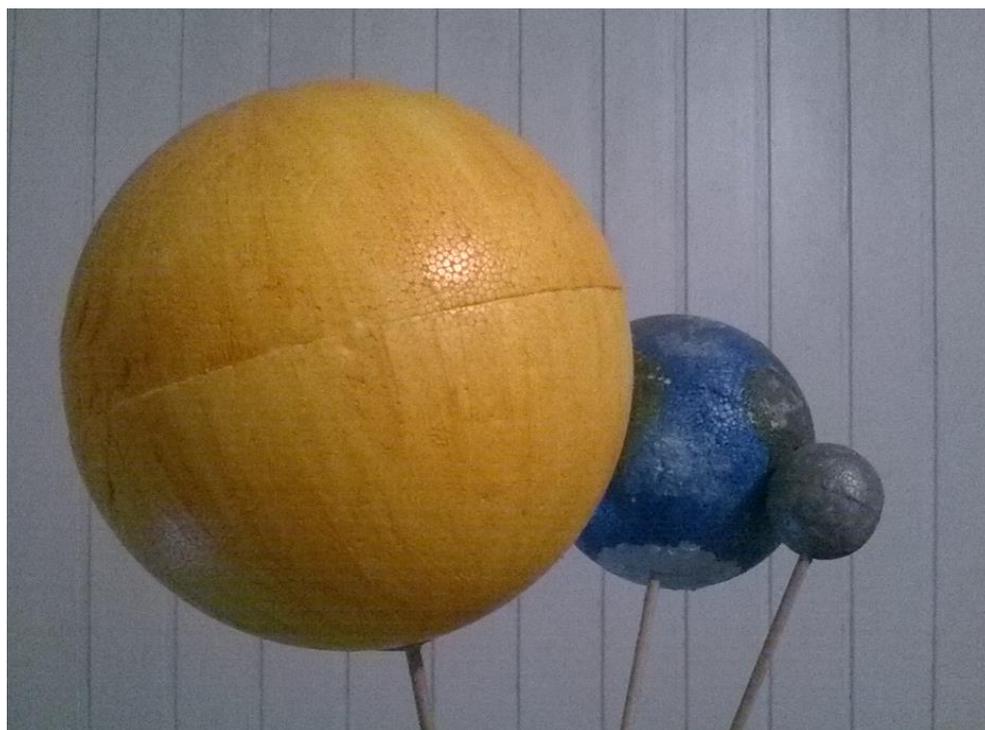


Figura 5.11 Modelos do Sol, Terra e Lua feitos em isopor

Um dos modelos foi usado para mostrar as fases da Lua. No lugar do Sol usamos uma lanterna de alta potência. Escurecemos a sala, e observamos como o astro é iluminado conforme ele se movimenta ao redor da Terra.

O mesmo modelo foi utilizado para demonstrar os eclipses do Sol e da Lua. Além disso, um desenho representando o movimento orbital da Lua ao redor da Terra auxiliou na explanação.

5.5 O Céu Noturno

"O estudo da Astronomia tem fascinado as pessoas desde os tempos mais remotos. A razão para isso se torna evidente para qualquer um que contemple o céu em uma noite limpa e escura. Depois que o Sol – nossa fonte de vida – se põe, as belezas do céu noturno surgem em todo o seu esplendor. A Lua se torna o objeto celeste mais importante, continuamente mudando de fase. As estrelas aparecem como uma miríade de pontos brilhantes, entre as quais os planetas se destacam por seu brilho e movimento. E a curiosidade para saber o que há além do que podemos enxergar é inevitável."
(OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2004, p. xvii)

Contemplar o céu noturno é um ato tão antigo quanto a própria humanidade. Hoje sabemos muito sobre as estrelas, mas ainda há muito que descobrir. Observamos a Lua, constelações e até planetas em seus estranhos movimentos sobre nossas cabeças. E a curiosidade que eles despertam pode ser a base fundamental de uma curiosidade científica que vá além das carteiras escolares. Por esse motivo o Céu Noturno é o tema desta quinta e última aula (textos de apoio no apêndice 7).

Para observar o céu noturno, os alunos foram convidados a vir no turno da noite. Como a maioria da turma vive no interior e depende de ônibus escolar para vir até a cidade, o número de alunos que compareceram foi bastante reduzido.

Inicialmente os alunos assistiram uma demonstração do software *Stellarium* no Laboratório de Artes. Após algumas anotações, os alunos fizeram trios. Cada trio recebeu um planisfério

(ver anexo 1) e uma lanterna e fomos ao pátio, numa área menos iluminada da escola.

Primeiramente fiz uma demonstração sobre o uso do planisfério, disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/celeste/planisferio.html#planisferio>. Cada aluno usou suas anotações e o planisfério para tentar reproduzir o céu noturno. É importante lembrar que cidade onde este projeto foi aplicado, Carlos Barbosa, fica na região da Serra Gaúcha. Estrelas e planetas como Marte, por exemplo, que estavam visíveis em torno das 21 h, ficaram apenas parcialmente visíveis devido a própria geografia do lugar.

Pudemos observar a olho nu e com auxílio do galileoscópio estrelas como Achernar e Antares (mesmo que esta estivesse quase no horizonte). Também falei sobre constelações, principalmente as zodiacais, destacadas na eclíptica. No momento, Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário e Peixes eram as mais visíveis.

No final da aula, que também consumiu 2 horas, os alunos retornaram para a sala de projeção para comparar suas observações com o *Stellarium*.

5.6 Visita ao Planetário

Um dos objetivos desse trabalho é mostrar que o triângulo formado pela sala de aula, quadro e giz não representa o único ou mais importante apoio metodológico para o professor no processo de ensino aprendizagem. Todos os recursos disponíveis devem ser utilizados. Visitas a espaços de educação não formais como museus, laboratórios, jardins botânicos, zoológicos e parques, não devem ser

encarados apenas como passeios, mas como a forma mais humana de aprendizagem: experimentação e interação.

Então, seguindo a linha do trabalho, uma visita ao planetário era um caminho natural. Os alunos foram recebidos no Planetário Prof. José Baptista Pereira, em Porto Alegre, onde assistiram ao programa *Jornada no Sistema Solar* planejada pela equipe do Planetário. A apresentação foi ministrada pelo próprio autor do programa, Gilberto Klar Renner.

O programa é baseado na viagem de uma nave imaginária que leva os espectadores a explorar os corpos celestes que compõem o nosso sistema solar e sua posição na Via Láctea. O primeiro astro a ser visitado é a Lua, a seguir, os planetas interiores, descrevendo-se as suas principais características. No Sol, observam-se as manchas e as protuberâncias solares. E a viagem prossegue para as regiões mais distantes do Sol.

Após a apresentação, o autor do programa fez apresentações especiais para mostrar estrelas e movimentos orbitais. Os alunos fizeram perguntas e interagiram com o apresentador, perguntando pelas estrelas trabalhadas em seus portfólios e outras curiosidades que surgiram durante o programa.

A descrição do programa pode ser consultada no site do Planetário Prof. José Baptista Pereira, www.planetario.ufrgs.br

6. Avaliação e resultados da aplicação do projeto

Neste capítulo, após uma reflexão sobre o significado da avaliação escolar, são apresentadas algumas comparações entre as respostas do pré e pós teste de alguns alunos, bem como suas considerações e opiniões sobre o trabalho em si. Também é apresentada uma análise das atividades ao ar livre e nos laboratórios da escola.

6.1 Avaliação

Na profissão de educador, nenhuma de suas tarefas ou responsabilidades é maior que a avaliação. Muito se tem discutido sobre novas formas de avaliação ou de avaliações que contribuam no processo de aprendizagem, já que o próprio termo é ligado ao diagnóstico do processo e deveria ser um meio para qualificar o ensino e não um fim. Mas com o passar do tempo, as avaliações têm sido usadas quase como punições para os alunos.

“Sentenças como “anotem pois vai cair na prova”, “prestem atenção nesse assunto pois na semana que vem vai cair na prova”, “se não ficarem calados vou fazer uma prova surpresa”, “ já que vocês não param de falar, considero a matéria dada e vai cair na prova”, e outras que se equivalem, são indicadores da maneira repressiva que tem sido utilizada a avaliação da aprendizagem.” (MORETTO, 2001, p. 93)

A cada novo ano letivo fica mais claro que avaliações tradicionais, com provas e trabalhos escritos ou orais precisam ser repensadas. Elas não precisam desaparecer do sistema de avaliação,

mas devem ser imaginadas como parte do processo, com o claro objetivo de alcançar o conhecimento.

O sistema de notas ou conceitos costuma ser a base da avaliação da grande maioria das escolas e dificilmente será alterado de forma drástica. Torná-lo menos traumático para o aluno é papel do professor. A realização da prova deve ser um momento privilegiado de estudo (MORETTO, 2001) para os alunos e não uma tortura. Então, adaptar é preciso. Adaptar questões, adaptar linguagem e adaptar o próprio pensamento dos professores. Uma prova não precisa ser necessariamente composta por itens de assinalar ou em forma de questionário. Existem muitas formas de se avaliar. A construção textual é uma alternativa positiva.

Ler e escrever são aspectos fundamentais no processo ensino-aprendizagem. No entanto sempre se ouve muito os professores de Física reclamarem, após a correção de suas provas, que os alunos não sabem ler ou escrever. É lógico que alunos no Ensino Médio sabem ler e escrever, o que acontece é que eles não são habituados a linguagem científica. Ensinar os alunos a ler os significados dos termos físicos é uma das principais dificuldades no ensino de Física. O professor de Física precisa assumir a responsabilidade de ler e escrever textos de Física. Esta função é do professor de Física e não do professor de Português (STEFFANI; DAMASIO, 2008).

Seguindo essa premissa, a principal fonte de avaliação deste projeto, foram as palavras dos alunos, através de construções textuais. Além disso, eles foram avaliados globalmente, através das atividades realizadas durante o projeto e das respostas a essas atividades.

Na escola de aplicação do projeto, as avaliações são trimestrais e têm pontuação definida. No primeiro e segundo trimestres as

disciplinas precisam aplicar duas provas de peso oito, trabalhos totalizando nove pontos e distribuir cinco pontos em atividades formativas. No terceiro trimestre são duas provas de peso dez, treze pontos de trabalhos e sete de formativa. No entanto, já existem informações indicando que um novo sistema de avaliação, baseado em conceitos, será implantado nas escolas estaduais de Ensino Médio Politécnico, se não ainda no corrente ano, já para o próximo ano letivo.

As disciplinas tendem a seguir rigorosamente este sistema. Até porque a própria comunidade escolar, formada por pais e alunos, costuma cobrar esse tipo de avaliação, por considera-la mais correta. Como o presente trabalho foi aplicado entre o segundo e o terceiro trimestres, as avaliações foram divididas de forma a cumprir as exigências da escola.

Como citado acima, todas as atividades desenvolvidas pelos alunos e suas participações nas atividades em grupos foram incluídas no processo avaliativo. As representações do *Big Bang*, o Portfólio das Estrelas e a representação do Céu Noturno de Carlos Barbosa foram avaliados individualmente, enquanto os modelos do Sistema Solar e do Sistema Terra-Sol-Lua o foram em duplas. A avaliação referente ao cartaz com a representação do *Big Bang*, executado colaborativamente por todos os alunos, ocorreu durante o processo de construção do mesmo. Estas atividades foram enquadradas dentro dos pontos referentes a trabalhos no segundo e terceiro trimestres.

A última avaliação, ocorrida no terceiro trimestre, teve peso de uma prova. Ela era, na verdade, uma avaliação do próprio trabalho e foi dividida em duas partes. A primeira parte era a construção de um texto onde os alunos pudessem expressar o que aprenderam no trabalho, suas impressões e opiniões. A segunda parte era uma repetição das perguntas relacionadas aos temas astronômicos, que já

havam sido respondidas no pré-teste. Sendo assim, podemos chamar essa segunda parte da avaliação de pós-teste.

6.2 Comentários sobre o desempenho nas questões de pré e pós-teste

Na busca por um maior parâmetro para análise dos resultados obtidos com a aplicação do projeto, busquei por questões dissertativas, as quais os alunos pudessem descrever o que conhecem. As questões do pré-teste e do pós-teste eram as mesmas. A seguir apresento as questões, bem como as diferenças entre as respostas apresentadas por alunos antes e depois do projeto. É importante lembrar que a maior parte dos alunos respondeu o pré-teste em casa, mas todos responderam o pós-teste em sala de aula, sem apoio de material adicional. Os alunos foram informados da aplicação do pós-teste, pois é norma da escola avisar os alunos com pelo menos 24 horas de antecedência da aplicação de qualquer avaliação em sala de aula.

Questão 1 : Segundo seu conhecimento, o que foi o Big Bang?

Esta questão foi proposta para que pudesse analisar o que os alunos conheciam sobre as teorias de evolução do Universo e o *Big Bang*. No pré-teste a maioria dos alunos apenas o citou como uma explosão. No pós-teste, algumas respostas ficaram mais completas, mais elaboradas e com menor incidência de conceitos errados ou concepções alternativas.

Aluno A.L.F:

Pré-teste: *Big Bang foi a explosão que originou o mundo que temos hoje.*

Pós-teste: *A Teoria do Big Bang diz que as galáxias estão se afastando umas das outras, mas no passado elas deveriam estar mais próximas. E a mais tempo atrás, deveriam estar num mesmo ponto, esse deveria ser muito quente, que explodiu no Big Bang.*

Aluno L.L.:

Pré-teste: *Início do mundo.*

Pós-teste: *Big Bang foi uma explosão de um microscópico pontinho contendo energia, era muito quente e denso. Então entrou em expansão e esfriamento, depois de explodir. Tudo mudou, a matéria e a anti-matéria criaram-se.*

Aluno R.S.:

Pré-teste: *Uma grande explosão que originou o mundo*

Pós-teste: *O Big Bang começou pequeno e cheio de energia, e acabou explodindo. No início do Big Bang havia luz e partículas, depois veio a formação dos astros e a evolução química até hoje.*

Aluno B.K.:

Pré-teste: *Foi uma explosão que originou a Terra.*

Pós-teste: *O Big Bang considera que as galáxias estão se afastando umas das outras. Resumidamente o Big Bang foi uma explosão que originou as estrelas e galáxias.*

Aluno C.W.:

Pré-teste: *Não sei*

Pós-teste: *Com a explosão do Big Bang há 13,7 bilhões de anos nosso universo nasceu. Depois de algum tempo as partículas foram se formando e se juntando.*

Questão 2: Segundo seu conhecimento o que é uma estrela?

O objetivo desta questão era verificar o que de científico os alunos possuíam em seus conceitos de estrelas. Apesar de ser um objeto com o qual conviveram desde a sua infância, o pré-teste revelou que a maioria dos alunos apenas as definia como objetos brilhantes que aparecem à noite, outros apresentaram estranhas concepções. No pós-teste muitos alunos se detiveram a expressões dos textos de apoio como "esferas de plasma autogravitantes".

Aluno M. B.:

Pré-teste: *Seria como um planeta, só que muito maior e basicamente de fogo.*

Pós-teste: *A estrela é uma enorme bola feita basicamente de energia que se forma dentro de uma nebulosa. Podemos dividi-las em categorias de acordo com sua cor e tamanho, com finais e tempos de vida diferenciados em cada categoria.*

Aluno G.V.:

Pré-teste: *Pelo meu conhecimento estrelas são corpos celestes que estão em constante processo de modificação.*

Pós-teste: *Estrela, segundo o conhecimento que adquiri são esferas de gás onde a energia provém da fusão do hidrogênio em hélio e depois em elementos mais pesados, ela possui temperaturas muito altas.*

Aluno W.G:

Pré-teste: *Acho que é uma grandiosa esfera que possui várias partículas iluminadoras dando assim seu brilho.*

Pós-teste: *Existem estrelas mais famosas, outras nem tanto assim. Seu tempo de vida é variado, quanto maior uma estrela e quanto mais brilhosa ela for, menor seu tempo de vida, pois elas gastam muito mais energia do que as menores. Um conjunto de estrelas forma uma constelação.*

Aluno N.M:

Pré-teste: *É uma esfera de plasma luminosa e muito grande.*

Pós-teste: *Uma estrela é um plasma confinado gravitacionalmente que emite radiação devido a reações termonucleares no seu interior.*

Aluno J.A.:

Pré-teste: *É um corpo celeste.*

Pós-teste: São esferas de gás, possuem luz própria e cuja fonte de energia e a transformação de elementos através de reações como a fusão nuclear do hidrogênio em hélio e em elementos mais pesados.

Questão 3: Segundo seu conhecimento qual a diferença entre estrelas e planetas?

Esta questão tinha o objetivo de verificar se os alunos tinham clareza das diferenças existentes entre os conceitos de estrelas e planetas. E também como eles fariam para diferenciá-los. O que observei é que a maior parte dos alunos manteve uma mesma linha de respostas tanto no pré-teste quanto no pós-teste. Com algumas variações, os alunos exaltavam o fato de estrelas emitirem luz e planetas não, mostrando o quanto estes conceitos do ensino fundamental são fortes.

Aluno A.F.:

Pré-teste: Estrelas possuem luz e calor próprio, diferente dos planetas.

Pós-teste: Os planetas são pequenos e rochosos e também não possuem luz, já as estrelas são esferas de gás ionizado, possuem luz própria e calor.

Aluno B.C.:

Pré-teste: Os planetas não são visíveis e não possuem energia própria.

Pós-teste: As estrelas são formadas de hidrogênio e hélio e possuem mais energia. Já os planetas têm características próprias como luas, anéis e vida, como o planeta Terra.

Aluno J.H.A.:

Pré-teste: Estrelas possuem luz própria, planetas possuem uma órbita ao redor do Sol.

Pós-teste: Os planetas rochosos são menores, com poucas luas, sem anéis, com núcleos metálicos e apresentam características próprias. Os planetas gasosos são maiores, possuem anéis e muitas luas. Têm o núcleo sólido, mas grande parte de sua massa é gasosa. Já as estrelas são formadas basicamente de gás, são autogravitantes e sua energia provém de reações nucleares.

Aluno S.S.:

Pré-teste: Sei lá, nunca estudei isso.

Pós-teste: Planetas podem ser rochosos ou gasosos. Na Terra há vida. Estrelas são esferas autogravitantes e podem ser vistas a olho nu no céu à noite.

Aluno C.W.:

Pré-teste: Não sei

Pós-teste: Planetas são menores e podem ser rochosos ou ter anéis. Estrelas são esferas de gás ionizado.

Questão 4: Você sabe quais são os planetas do Sistema Solar? Cite-os e se puder, descreva-os.

O objetivo desta questão era verificar o conhecimento dos alunos a respeito dos planetas do nosso Sistema Solar. Em geral eles são capazes de citar, senão todos, a maior parte dos planetas, mesmo no pré-teste. No entanto, esperava que os alunos lembrassem-se de mais características do que citaram no pós-teste.

Aluno S.S.:

Pré-teste: *Só sei o Sol :X*

Pós-teste: *Mercúrio: é meio amarelado; Vênus: meio alaranjado; Terra: azul, com nuvens, muitos continentes, grandes oceanos e uma população imensa; Marte: um dos planetas pequenos; Júpiter: um planeta gasoso; Saturno; Urano: azul; Netuno: nele há vários tipos de gases.*

Aluno G.J.:

Pré-teste: *Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.*

Pós-teste: *Mercúrio: planeta que fica perto do Sol. Feito todo de rocha; Vênus; Terra: planeta onde vivemos, feito de rocha; Marte: planeta rochoso onde há suspeita de haver água; Júpiter: feito de gases, um planeta gigante; Saturno: possui anéis em volta dele; Urano.*

Aluno J.R.:

Pré-teste: *Mercúrio, Vênus, Marte, Saturno, Terra, Júpiter, Netuno e Urano.*

Pós-teste: *São eles: Mercúrio: é o menor planeta do Sistema Solar, com um diâmetro equatorial de 4800 km; Vênus: possui uma cobertura permanente de nuvens; Terra: nosso planeta tem temperatura média de 22°C, com variações entre - 60°C e 45°C; Marte: possui apenas 11% da massa da Terra; Júpiter: é o maior e mais massivo planeta do Sistema Solar, também possui mais luas; Saturno: no topo das nuvens a sua temperatura é -140°C, seus anéis são compostos de rocha e gelo; Urano: tem um período orbital de 84 anos terrestres; Netuno: o mais frio e mais distante planeta do Sistema Solar, é um planeta com fortes ventos.*

Aluno V.A.:

Pré-teste: *Marte, Vênus, Júpiter é o maior deles, Saturno tem um anel ao redor, Mercúrio que acredito ser o mais quente, Plutão é o mais frio e pequeno, Terra um lugar composto de água e terra. Acredito que tenha mais alguns, mas os que eu me lembro são esses.*

Pós-teste: *1º)Mercúrio: é o planeta que está perto do sol, possui temperaturas escaldantes e uma cor marrom, uma cor que faz parecer que ele é de ferro. É um dos 4 planetas rochosos, e é o menor planeta do Sistema Solar. 2º)Vênus: possui também uma cor marrom, mas um pouco mais clara. É um dos 4 plantas rochosos. 3º)Terra: possui mais água que terra, tem uma atmosfera, é habitado por humanos, tem 1 satélite natural, demora 365 dias para dar um giro em torno do Sol. É um dos planetas rochosos. 4º)Marte: tem uma cor avermelhada. É o 4º planeta rochoso. 5º)Júpiter: é o*

maior planeta do Sistema Solar, possui vários tons e é um dos 4 planetas gasosos. 6º) Saturno: possui um anel composto por rochas. É um dos 4 planetas gasosos. 7º) Urano: tem uma cor esverdeada, é um dos 4 planetas gasosos. 8º) Netuno: é azul, tem muitos ventos e por isso pode ser que possua uma fonte de calor interna e é o último dos planetas gasosos.

Aluno L.R.:

Pré-teste: *Só sei o Sol.*

Pós-teste: *Mais perto do Sol os planetas rochosos: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Mais distante está o Cinturão e os Gigantes Gasosos: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.*

Questão 5: O que é um Buraco Negro?

O objetivo dessa questão era saber o quanto os alunos conheciam sobre Buracos Negros. Apesar de ser objeto recorrente na ficção, como filmes e desenhos animados, a maioria não sabia descrevê-lo ou defini-lo. Após o trabalho praticamente todos os alunos conseguiram fazer a associação de Buracos Negros com estrelas, apesar de continuarem a ter pouca compreensão referente ao que conhecemos hoje sobre suas características e funcionamento.

Aluno V.L.D.:

Pré-teste: *É um buraco no meio do nada.*

Pós-teste: *É a última etapa evolutiva de estrelas supermassivas.*

Aluno V.A.:

Pré-teste: *Só sei que tem a ver com espaço tempo.*

Pós-teste: *É uma deformação no espaço-tempo, quando uma estrela explode, dependendo da sua massa, ela vira um buraco negro. Nada escapa de um buraco negro, mesmo estando na velocidade da luz.*

Aluno S.P.J.:

Pré-teste: *Não sei.*

Pós-teste: *Depois que uma estrela morre, explode e vira buraco negro.*

Aluno J.C.F.:

Pré-teste: *É uma região do espaço, da qual nada pode escapar da sua força que suga tudo que estiver em sua volta.*

Pós-teste: *Um buraco negro nasce a partir da morte de uma estrela, pelo que aprendi.*

Aluno J.H.A.:

Pré-teste: *Não sei.*

Pós-teste: *É a última etapa evolutiva das estrelas com massa muito elevada. Podem ser tão densos e compactos a ponto de a*

atração gravitacional impedir até mesmo que a luz escape. São detectados pelo efeito que produzem ao seu redor.

Questão 6: Qual a diferença entre galáxia e constelação?

O objetivo dessa questão era observar se os alunos compreendiam a diferença entre galáxias – um aglomerado de estrelas e seus astros adjuntos unidos por forças gravitacionais – e constelações, um conjunto de estrelas visíveis numa certa região do espaço. Grande parte dos alunos simplesmente afirmaram no pré-teste que não sabiam a diferença. Os que responderam tinham respostas sistemáticas para constelação, como sendo um conjunto de estrelas. Essa definição é comum desde o Ensino Fundamental, já que o termo é usado para exemplificar coletivos na disciplina de Língua Portuguesa. Mas poucos conseguiam diferenciar constelação de galáxia. Mesmo após a aplicação do trabalho, os alunos continuavam a usar a expressão “conjunto de estrelas” para definir constelação, e diferenciavam galáxias pelo fato de possuírem outros corpos celestes como planetas, asteroides e buracos negros.

Aluno B.L.:

Pré-teste: *Galáxias contém os planetas e constelação é de estrelas.*

Pós-teste: *Constelação é um grupo de estrelas. Galáxia é um grande aglomerado de bilhões de estrelas e outros objetos astronômicos.*

Aluno G.V.V.:

Pré-teste: *Pelo meu conhecimento galáxia é formada por agrupamentos de vários corpos celestes e uma constelação consiste em um conjunto de estrelas e outros objetos celestes.*

Pós-teste: *Galáxia reúne todos os corpos celestes que se encontram e a constelação reúne apenas estrelas. Um exemplo de constelação é o Cruzeiro do Sul.*

Aluno B.F.K.:

Pré-teste: *Não sei.*

Pós-teste: *Constelações são conjuntos de estrelas e galáxias tem planetas, buracos negros, estrelas, etc...*

Aluno P.C.B.:

Pré-teste: *Constelação é um conjunto de estrelas e galáxia é um número de estrelas muito maior.*

Pós-teste: *Uma constelação é um grupo de estrelas que aparecem próximas umas das outras. Uma galáxia é um grande aglomerado de bilhões de estrelas e outros objetos astronômicos unidos por forças gravitacionais.*

Aluno V.A.:

Pré-teste: *Constelação são várias estrelas que quando ligadas formam desenhos e galáxias são milhares de estrelas que estão girando em ao redor de um centro.*

Pós-teste: *Galáxias são aglomerados de estrelas e constelação são estrelas que quando ligadas de certa forma, formam desenhos.*

6.3 O trabalho avaliado pelos alunos

Com o objetivo de saber a opinião dos alunos a respeito do trabalho executado, acrescentamos uma questão extra no pós-teste.

Questão 7: Qual a sua opinião sobre o trabalho desenvolvido? Quais as dificuldades encontradas nas atividades? Para melhorar o trabalho, você possui alguma sugestão?

Esta questão é, na verdade, uma avaliação do trabalho pelos alunos. É importante observar, do ponto de vista deles, quais foram as dificuldades encontradas e as sugestões possíveis.

Aluno A.S.:

Minha opinião é que o trabalho desenvolvido foi muito completo e muito bem elaborado. A minha dificuldade foi de como fazer o texto.

Aluno G.V.Z.:

Achei muito tri pois aprendi tudo de estrelas, só não aprendi mais porque não tinha mais matéria, enfim foi diferente do que tudo que já fiz na escola.

Aluno T.T.N.:

Acredito que foi um trabalho bastante interessante, pois nele vimos as teorias que foram feitas no passado, como os planetas se formaram, assim como as estrelas, que pra nós eram vistas só como um ponto iluminado no céu. Podemos, através desse trabalho, conhecer a fundo como funciona o Sistema Solar, as constelações... Minha maior dificuldade foi compreender como uma estrela se forma, mas com o passar das aulas fui descobrindo. Não tenho nenhuma sugestão pois acho que o trabalho todo foi bem elaborado.

Aluno E.R.:

Na minha opinião sobre o trabalho é que foi muito bom fazê-lo, porque eu pude ter mais conhecimentos sobre as estrelas, planetas, etc... A dificuldade que eu tive em fazer esse trabalho foi o do Portfólio, pois nunca fiz um trabalho assim.

Aluno M.G.:

Foi ótimo realizar este trabalho pelo fato de aprendermos um pouco mais sobre o lugar de onde viemos, como surgiu tudo, onde estamos, etc... As principais dificuldades são de entender como funciona tudo.

Aluno L.M.S.:

Foi um trabalho muito bom, divertido, diferente, uma nova forma de aprendizado. Gostei muito! Podemos trabalhar a astronomia de uma forma que ficou melhor de absorver informações. Não tenho nada para criticar e que eu acho que precise mudar, acho que o andamento dessa matéria deveria continuar assim.

Aluno N.M.:

Foi um trabalho super legal e interessante, quando foi falado que iríamos fazer um trabalho sobre astronomia não gostei muito da ideia. Mas a cada aula eu passei a gostar mais e mais do assunto. Além de ter sido um trabalho tanto quanto diferente, com aulas fora as (??) sala, visitas, isso acabou deixando as aulas mais divertidas, e assim nos dá mais vontade de aprender, por isso foi um trabalho fácil.

Aluno J.H.A.:

Aprimorei meus conhecimentos, gostei muito da forma com que o conteúdo foi explicado. A matéria foi estudada na prática e não só na teoria, o que faz com que o ensino seja melhor. Acredito que eu poderia ter me dedicado mais. Encontrei dificuldades para fazer os trabalhos. Mas acho que a forma de ensino está muito boa e deve seguir com este projeto.

Aluno K.K.:

Achei muito interessante, sempre quis saber um pouco sobre astronomia, tive um pouco de dificuldade em entender algumas coisas mas acho que você poderia continuar dando aulas de astronomia.

Aluno C.W.:

O trabalho foi bem desenvolvido, foi muito bem explicado. Houve uma pequena dificuldade com algumas palavras, talvez porque a gente nunca tenha ouvido.

Aluno A.L.F.:

O trabalho foi bem legal, pois aprendi várias coisas que eu não sabia, ou melhor, não sabia praticamente nada, o conteúdo foi explicado de forma que todos conseguissem entender, eu gostei muito.

Aluno V.L.D.:

Para mim foi bom, pois aprendi coisas que não sabia ou que nunca dei muita importância como as fases da Lua, eclipses e as estações do ano. As minhas dificuldades são entender e explicar sobre o buraco negro, Big Bang. Eu não tenho sugestões para melhorar, até porque eu achei muito bom aprender sobre o Sistema Solar e especialmente pintar os planetas e o trabalho sobre a estrela.

Aluno B.C.:

Achei muito interessante a quantidade de conhecimento que tive em poucas aulas, aprendemos de um jeito diferente e divertido, e são aulas assim que nos fazem entender e não ficar apenas na decoreba como em outras matérias. Não achei dificuldades, talvez na hora de lembrar algumas sequências e fases das estrelas, sol, etc, mas a principal foi compreendido.

6.4 Atividades ao ar livre

Em dois momentos do projeto os alunos utilizaram-se do pátio para as atividades. A primeira atividade ocorreu durante a aula sobre o Sistema Solar, na qual os alunos precisavam medir e comparar as distâncias entre os planetas e o Sol.

Como os alunos da escola não estavam acostumados com atividades desse tipo, inicialmente houve dispersão. Pois os alunos entendiam que atividades ao ar livre se comparavam à Educação Física ou ao intervalo. Após alguns esclarecimentos os alunos realizaram a atividade até com mais concentração. Estes imprevistos aconteceram com as duas turmas.

A atividade foi realizada até com certa facilidade e os alunos mostraram-se interessados e surpresos com as distâncias. A dificuldade inicial de concentrar a maior parte da turma é um fato que merece maior reflexão. Quando a sala de aula é o único ambiente que os alunos conhecem como local de estudo, qualquer outro ambiente causa estranheza. Todo ambiente é capaz de proporcionar aprendizado. Limitar os ambientes é uma forma também de limitar as possibilidades de aprendizado.

O segundo momento em que os alunos utilizaram-se do pátio foi durante a observação noturna. Neste caso houve um número bem reduzido de alunos, pois há muita dificuldade de deslocamento dentro da cidade, uma vez que não há linhas de ônibus urbano ou qualquer outro transporte coletivo. A maioria dos alunos precisa do transporte escolar para se deslocar. Então, apenas alunos que moravam mais próximos da escola compareceram.

Outra dificuldade enfrentada foi o fato da observação ter sido transferida diversas vezes devido às condições climáticas. Durante a

maior parte do ano, a cidade recebe uma grande quantidade de precipitação, a neblina costuma ser muito densa e chove bastante. Mesmo na noite da atividade, algumas nuvens impossibilitaram a observação completa. Mesmo assim, os alunos que compareceram mostraram-se muito satisfeitos e concentrados durante a realização da atividade.

6.5 Atividades nos laboratórios de artes e informática

Os laboratórios de artes e informática foram muito importantes na execução deste trabalho. São ambientes adequados e preparados para receber os alunos em atividades como as que foram realizadas neste trabalho.

O laboratório de artes da escola é um ambiente grande e arejado, com sistema de TV e vídeo, bem como projetor e *notebook*. Duas grandes mesas coletivas, cadeiras e pias completam o ambiente adequado para as atividades que envolviam tintas e material de desenho, como as representações do *Big Bang* e a construção dos modelos. O projetor permitiu acesso ao material instrucional e acesso livre a *internet* para consultar o *blog* do projeto. Os alunos aproveitaram e utilizaram-se de forma adequada do ambiente, pois como suas aulas de artes ocorriam ali, eles estavam acostumados com as normas de seu uso.

Outro ambiente de muita importância para qualquer prática pedagógica é o laboratório de informática. Infelizmente a falta de recursos humanos não possibilita a utilização completa do ambiente na escola. Como o laboratório não tem um responsável, foi preciso uma preparação prévia de cada computador, o que levou algum

tempo. A aula precisou ser encurtada também para que houvesse tempo de desligar tudo e fechar a sala.

Alguns alunos mostraram-se bem receosos com a utilização do computador por não terem muito contato com o aparelho. Mesmo havendo um computador por aluno e acesso a *internet*, alguns tiveram muita dificuldade para seguir o programa. O apoio dos colegas foi fundamental para essa atividade. Novamente é evidente que uma maior e melhor utilização da sala poderiam gerar resultados mais expressivos em qualquer atividade. Mesmo assim, a avaliação foi bastante positiva de um modo geral.

6.6 Relatos dos alunos sobre suas impressões dos trabalhos realizados durante o projeto

Como se fosse uma avaliação trimestral, os alunos escreveram em forma de dissertação sobre suas impressões e opiniões sobre as atividades do projeto. Cada aluno recebeu uma folha com cabeçalho com a seguinte atividade:

Analisando as aulas e as atividades realizadas sobre temas astronômicos trabalhados nas aulas de Física, uma série de novos conceitos, temas e teorias foram introduzidos. Escreva um texto entre 15 e 25 linhas expondo esses novos conceitos adquiridos, explique como esses conhecimentos podem ser importantes na sua vida escolar e cotidiana e ainda, faça um relato do tópico que mais lhe agradou.

A seguir faço a transcrição completa de 5 dos 51 relatos realizados pelos alunos. Esses relatos foram realizados em sala de aula.

Aluno J. H. A

Projeto de astronomia

Astronomia sempre foi um bicho estranho para mim. Na verdade, eu nunca soube o que era. Claro que eu tinha minhas teorias, mas sempre eram meio absurdas. Até que a professora Marina disse que faria um projeto astronômico com os primeiros anos.

No início pensei que seria um tédio total. Mas as aulas nunca foram na sala de aula, sempre diferentes, divertidas e eu gostei disso. Confesso que física não é meu forte, nunca consegui entender direito. Mas as aulas sobre astronomia foram muito interessantes.

Na sala de informática, com a presença da professora Maria Helena, tivemos a experiência de construir uma estrela e observar todas as suas fases. A que eu escolhi faz parte do Cruzeiro do Sul.

No Laboratório de Artes, os planetas foram o tema abordado. Fizemos uma maquete para reproduzir o Sistema Solar.

As atividades realizadas foram bem produtivas e mais conhecimento sobre como tudo começou, de onde vem as estrelas, como os planetas foram formados, tudo isso é fascinante.

Mas a visita ao planetário foi o que mais me agradou.

Aluno R.D.S

Universo

Tudo começou com o Big Bang, uma explosão que resultou em luz, que com os anos foi se desenvolvendo, começou a criação de

astros e a evolução química. Foram formados planetas, estrelas, constelação, galáxias e hoje o que temos.

Depois de tudo que aprendi, percebi que somos tão pequenos ao fazer um trabalho de uma estrela, que faz o Sol parecer uma partícula ao seu lado. Que existem outras galáxias espalhadas por todo o Universo.

Conhecimentos que vou levar para o resto da vida, para meu trabalho talvez, para meu futuro nos estudos, para mostrar para minha família. Um conhecimento super importante para o nosso dia-a-dia, pois só assim conhecemos o nosso Universo.

O estudo que mais me agradou foi sobre algumas estrelas de outras galáxias, acabei descobrindo coisas diferentes, aprendi como são as fases das estrelas e tudo mais. Também me agradou muito o conhecimento do Big Bang, interessante demais descobrir como o nosso universo começou.

Aluno N.R.

Aulas de Astronomia

Nessas aulas de astronomia aprendi muito sobre os planetas e o universo em geral. Posso dizer que as aulas me fizeram adquirir muito mais conhecimento e até me interessei mais a estudar, o que já é um avanço.

Estudamos sobre o Big Bang, que foi uma explosão que passando por muitas fases, foi-se constituindo o universo; sobre cada planeta, debatendo se podem existir vidas lá ou não; sobre o Sol, de quão importante ele é, e que ele ainda vai durar muito tempo; sobre as estrelas aprofundamos bem esse assunto, chegamos a estudar as fases das estrelas que não são todas as mesmas, mas vou citar o

exemplo de uma: proto estrela, sequencia principal, falha de Hertzprung, queima de hélio e estrela de nêutrons. Uma estrela se forma principalmente de hélio e hidrogênio.

O eclipse solar, o lunar e as estações do ano também foram assuntos muito discutidos na aula. Estações do ano ocorrem por causa do grau de inclinação da Terra, um exemplo é que em janeiro no hemisfério sul é verão porque recebe mais luz solar e no norte é inverno porque não recebe tanto Sol. O eclipse solar acontece porque a Lua fica no ponto que cobre o Sol. O eclipse lunar ocorre porque a Lua entra no cone de sombra da Terra.

Aluno B.C.

Conhecimento Astronômico

Astronomia sempre foi um assunto que chamou a minha atenção desde criança. Todas as noites observava o céu, a Lua, as estrelas... Mas nunca havia pesquisado sobre. Quando foi lançado esse projeto em física eu fiquei na expectativa de alcançar o máximo de conhecimento possível.

Logo como primeiro trabalho me identifiquei com o assunto, pintar o Big Bang foi divertido e ao mesmo tempo produtivo. Todas as aulas eram diferentes, legais e com muito conhecimento. Minhas expectativas foram alcançadas, aquilo que via como algo maravilhoso na infância, hoje além de saber como surgiu, de como acontece, acabo contando para familiares e amigos sobre as experiências feitas durante essas aulas.

Esse trabalho foi a prova de que se pode aprender melhor com aulas como essa, e isso deveria ser passado para as outras disciplinas

também; acredito que o empenho e conhecimento dos alunos iria ser melhor.

Aluno N.M.

Astronomia, pra que serve?

Está aí uma boa pergunta. Antes dessas aulas de física confesso que astronomia e toda essa "coisa", não me interessavam nem um pouco. Tínhamos aquele pequeno conhecimento do ensino fundamental, que estudávamos os planetas e pronto. Mas percebi que estudar astronomia vai muito mais além que planetas e o Sol. O Big Bang por exemplo, apenas sabia que foi uma grande explosão, sim, foi isso também, mas conheci o que foi essa explosão, o que aconteceu depois, entre outras coisas.

Apreendi de onde realmente viemos e o porquê das coisas, acho isso importante para a vida.

O que mais me agradou... praticamente tudo, foi a viagem ao planetário, e principalmente a parte de pintar o cartaz do Big Bang, fazer o portfólio e representar o Sistema Solar, pois gosto muito de artes e de por a criatividade em prática.

Ao ler e analisar os textos, podemos observar que cada aluno, a sua maneira, expressou-se de forma positiva em relação ao trabalho. As atividades diversificadas chamaram muita atenção para os temas trabalhados.

Ludicidade na educação significa prazer em aprender. Atividades lúdicas não deveriam ficar apenas no âmbito de aulas de Artes ou Educação Física. É importante, no entanto, enfatizar que só porque uma atividade é lúdica não significa que ela deve ser vista como uma brincadeira. Todo trabalho pode ser encarado com

seriedade e dedicação. Os alunos aprendem muito com o exemplo do professor. Então, se o educador realizar as tarefas, mesmo as mais simples – como pintar uma bola de isopor para representar um planeta – de forma séria e com dedicação, mas mostrando o quanto aquela atividade tem significado, então os alunos também irão entender a atividade daquela maneira.

Quando um aluno diz que a aula foi divertida, não precisamos pensar necessariamente o pior. Às vezes os alunos querem simplesmente dizer que foi divertido aprender.

7. Conclusão

Observar, analisar, compreender, interiorizar, aprender, crescer. Palavras que expressam um caminho muito difícil na vida de qualquer pessoa. O professor tem um papel fundamental nesse caminho: o de mediador entre o aluno pesquisador e a própria pesquisa. Uma nova perspectiva de educação está surgindo com o advento do Ensino Médio Politécnico nas escolas públicas. Não basta apenas ensinarmos um conceito aos alunos, precisamos ensiná-lo a como pesquisar esse conceito, como trata-lo, como ampliá-lo. Parafraseando uma antiga parábola, precisamos ensinar a pescar.

Este trabalho me mostrou claramente o quanto ainda estamos longe de formar nas escolas o aluno-pesquisador que as novas políticas públicas de ensino têm por objetivo. Ainda existe muita resistência por parte dos professores, novas metodologias e ferramentas de ensino tendem a ser encaradas com desconfiança. Os alunos, por sua vez, apresentam um comportamento de dependência, que só evidencia quanto o professor carece de mais preparo para lidar com esse novo modelo de ensino-aprendizagem, onde grande parte dos alunos têm poucos objetivos concretos em relação à escola. As instituições buscam formar cidadãos mais completos, mas ainda existe defasagem de recursos físicos e humanos e um enorme abismo metodológico entre o ensino e a aprendizagem.

As aulas em forma de oficina, no Laboratório de Artes, com a utilização do projetor se mostraram capazes de prender a atenção dos alunos por mais tempo. Com textos mais sintéticos e acompanhados de imagens, o material de apoio surtiu o efeito

desejado. No entanto, por mais interessantes que sejam as aulas, o tempo de exposição não pode ser muito longo. Períodos maiores do que vinte minutos tendem a dispersar a atenção dos alunos.

O computador é um recurso inestimável para a formação do aluno-pesquisador. Contudo, é preciso fazer uma enorme reflexão sobre o seu uso adequado. Mesmo que nossos alunos façam parte da geração *internet*, a grande maioria se mostra capaz apenas de navegar em redes sociais e fazer pequenas pesquisas no Google. Mesmo o trabalho em planilhas de texto gera algumas dificuldades, já que quase nenhum aluno aprendeu a formatar textos corretamente. Na era da informática é preciso tomar cuidado com o que exigimos dos alunos, os trabalhos com os portfólios mostraram uma grande imaturidade em relação à apresentação de resultados. Alguns foram surpreendentemente bem feitos, no entanto, a maioria apresentou trabalhos incompletos e mal construídos. Esse é um tipo de trabalho que precisaria ser introduzido, talvez, de outra forma ou por partes, para que seus objetivos sejam alcançados mais significativamente.

Como a filosofia da escola sempre incentivou trabalhos em grupos, os alunos apresentaram melhores resultados quando formavam equipes para desenvolverem suas atividades. Os ambientes para essas atividades também propiciaram maior mobilidade e interação entre os grupos, agilizando a realização das tarefas.

Outro aspecto que merece maior apreciação são as atividades realizadas ao ar livre. Quando um grupo de alunos entende que estar no pátio de uma escola significa apenas período de intervalo, precisamos fazer uma análise sobre a nossa própria prática. A primeira turma mostrou-se, inicialmente, muito dispersa e alheia à

atividade realizada. Foi necessária uma conversa para acalmá-los e também para compreender as atitudes dos alunos. Eles estavam acostumados a ir ao pátio apenas nos intervalos e para a Educação Física. Eles simplesmente não entenderam que aula precisava de seriedade e atenção como se estivessem na sala de aula. Com a turma seguinte procurei conversar e explicar a importância da atividade antes de leva-los ao pátio. O resultado foi melhor.

De forma geral, trabalhar com atividades mais lúdicas revelou um aspecto extremamente importante no processo de ensino: o prazer em realizar as atividades. Seja na confecção do cartaz do Big Bang, ou na construção dos modelos, os alunos pareciam bastante interessados e satisfeitos com a elaboração do trabalho. Eles procuraram constantemente por maiores referências, como mais imagens na *internet* e na biblioteca da escola (que ficava imediatamente a frente do Laboratório de Artes). De alguma forma, foi um vislumbre do que realmente buscamos como educadores.

Contudo, o aspecto mais difícil do projeto, como não podia deixar de ser, foi a avaliação. O pré-teste realizado com os alunos mostrou que estes tinham maior conhecimento em determinadas áreas e menor em outras, mostrou também a presença de algumas concepções alternativas. Após a finalização do trabalho, os alunos foram avaliados, mas também avaliaram. Das duas provas de pós-teste, a que apresentou um resultado mais significativo foi a dissertação. Os alunos estavam mais livres para escrever e expor, com as próprias palavras, os conceitos que aprenderam. Mesmo não usando de termos cientificamente corretos foi possível observar que houve uma compreensão não apenas do que foi ensinado, mas principalmente do porquê foi ensinado.

A prova com questões dissertativas revelou um problema comum nesse tipo de avaliação: as respostas prontas. Frases e até parágrafos inteiros decorados apenas para a realização da prova. Mesmo não tendo acontecido com a maioria dos alunos, a quantidade ainda é significativa. Como provas não podem ser realizadas sem aviso prévio aos alunos, este resultado já era esperado, pois o sistema de notas ainda é muito valorizado na comunidade escolar.

Nesta mesma prova pedi aos alunos que fizessem uma avaliação do trabalho. 100% dos alunos elogiaram o projeto de alguma maneira, seja enfatizando o aspecto lúdico, ou a mudança de metodologia, ou mesmo a presença de novos recursos metodológicos. Mas algo chamou a atenção negativamente, ao pedir sugestões aos alunos, nenhum quis acrescentar nenhuma ideia, alguns chegaram a ser enfáticos em dizer que o trabalho deve ficar exatamente como está. Isto mostrou apenas como os alunos não estão acostumados a projetos desse tipo. Eles simplesmente não tinham com o que comparar para saber o que podia ser melhorado.

E esse é o principal motivo deste trabalho ter sido executado. Aos poucos precisamos introduzir novas atividades, novas perspectivas e novos modos de trabalho nas escolas. Precisamos buscar maneiras de os alunos não estagnarem seu crescimento no processo de decorar conceitos e fórmulas que nunca farão sentido sem um contexto. Precisamos procurar por maneiras mais adequadas de avaliar essas atividades e avaliar a forma como nós as aplicamos. Existe muito trabalho ainda a ser feito. Não existem caminhos fáceis na educação. E cada vez mais, um novo tipo de professor deve surgir nas salas de aula, o professor pesquisador. Um professor que não apenas sabe o conceito, mas sabe contextualizá-lo, aplica-lo de forma prática e sabe mostrar ao aluno como desenvolvê-lo.

Referências Bibliográficas

AUSUBEL, D. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. 1ªEd. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2002.

BACHELARD, G. *Epistemologia*. 1ªEd. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1997.

_____. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004. BARROSO, M. F; BORGIO, I. *Jornada no Sistema Solar*. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 32, n. 2.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.

CABRERA, W.B. *A Ludicidade para o Ensino Médio na disciplina de Biologia: Contribuição ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da aprendizagem significativa*. 2007.158f. Dissertação Mestrado (Programa de Pós-graduação – Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2007.

CANALLE, J. B. G; OLIVEIRA, A. G. Comparação entre o tamanho dos planetas e do sol. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.11, n.2, p. 141-144, ago. 1994.

CANALLE, J. B. G. *O problema do ensino da órbita da Terra*. Física na Escola, São Paulo, v. 4, n.2, p. 12-16, out. 2003.

DAMINELI, A.; STEINER, J. *Fascínio do Universo*. São Paulo: Odysseus Editora, 2010.

DARROZ, L. M. *Uma proposta para trabalhar conceitos de astronomia com alunos concluintes do curso de formação de professores na modalidade normal*. 2010. 196f. Dissertação Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010.

DEBOM, C. R. *O Aprendizado da Astronomia e das ciências afins com a mediação da observação rudimentar e da imagem astronômica*. 2010. 87f. Dissertação Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de

Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010.

GAMA, L.D.; HENRIQUE, A.B. *Astronomia em sala de aula: Por quê?* Revista Latino-Americana de Ensino de Astronomia - RELEA, n. 9, p. 7-15, 2010.

GONZATTI, S. E. M. *Um curso introdutório à astronomia para a formação de professores de ensino fundamental, em nível médio.* 2008. 260f. Dissertação Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008.

HELOU;GUALTER;NEWTON, *Física Ensino Médio Vol. 1* – Manual do Professor. São Paulo. Editora Saraiva, 2010.

HERZOG, Z. M. *O ensino de ciências na 5ª série através de software educacional: o despertar para a física.* 2009. 292f. Dissertação Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009.

KEMPER, E. *A inserção de tópicos de astronomia como motivação para o estudo da mecânica em uma abordagem epistemológica para o Ensino Médio.* 2008. 127f. Dissertação Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2007.

LANGHI, R.; NARDI, R. *Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de Ciências.* Caderno Brasileiro de Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n.1,2007.

MEC, Instituições de Educação Superior e Cursos Cadastrados, <http://emec.mec.gov.br/>, acesso em 15 junho de 2013.

MEES, A.A. *ASTRONOMIA: Motivação para o Ensino de Física na 8ª série.* 2004. 131f. Dissertação Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2004.

MOREIRA, M.A. *Gaston Bachelard – Texto de Apoio.* PPGE nFis, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

_____. *Teorias de Aprendizagem.* 2ª Ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.F.S. *Aprendizagem significativa – A Teoria de David Ausubel*. 4ª Rp. São Paulo: Centauro Editora, 2011.

MORETTI, R. L. *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*. 2012. 229f. Dissertação Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2012

MORETTO, V. P. *Prova, um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas*. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2001.

NEITZEL, C. L. V. *Aplicação da Astronomia ao ensino de física com ênfase em astrobiologia*. 2006. 110f. Dissertação Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2006.

OLIVEIRA FILHO, K. S; SARAIVA, M. F. O. *Astronomia e Astrofísica*. 2ª Ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.

OTTEWELL, G. *The Thousand-yard modelo or, The Earth as a peppercorn*. Disponível em: <http://www.noao.edu/education/peppercorn/pcmain.html> acessado em 12 de janeiro de 2012.

REES, M.; CAPAZZOLI, U. (editor); FRIAÇA, A. (consultor); FRIAÇA, M. G. F. (tradução). *Um Mergulho no Cosmos*. Enciclopédia ilustrada do Universo. v.1. São Paulo: Duetto Editorial, 2008a.

_____. *O Sistema Solar*. Enciclopédia ilustrada do Universo. v.2. São Paulo: Duetto Editorial, 2008b.

_____. *O Reino das Galáxias*. Enciclopédia ilustrada do Universo. v. 3. São Paulo: Duetto Editorial, 2008c.

_____. *As Constelações*. Enciclopédia ilustrada do Universo. v.4. São Paulo: Duetto Editorial, 2008d.

_____. *Guia do Céu Noturno*. Enciclopédia ilustrada do Universo. v. 5. São Paulo: Duetto Editorial, 2008e.

RIDPATH, I. *Astronomia – Guia Ilustrado Zahar*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

SAGAN, C. *O mundo assombrado pelos demônios – a ciência vista como uma vela no escuro*. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

SARAIVA, M. F. O; SILVEIRA, F. L.; STEFFANI, M. H. *Concepções de Estudantes Universitários Sobre as Fases da Lua*. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA, n. 11, 2011.

SARAIVA, M. F., et al *Planisférios para o Brasil*. <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/celeste/planisferio.html>, acesso em 20 de março de 2012.

SCHIMITT, C. E. *O uso da Astronomia como instrumento para a introdução ao estudo das radiações eletromagnéticas no Ensino Médio*. 2005. 113f. Dissertação Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

STEFFANI, M. H.; DAMASIO F. *Leitura, Escrita e Expressão Oral em Física*. Ler e Escrever – Compromisso com o Ensino Médio. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2008.

UHR, A. P. *O Sistema Solar: um programa de Astronomia para o Ensino Médio*. 2007. 121f. Dissertação Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2007.

WIKIPÉDIA

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista das maiores estrelas conhecidas](http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_das_maiores_estrelas_conhecidas) acesso em 8 de março de 2012.

Apêndices

Apêndice 1 – Questionário do Pré-teste:

Questionário para turmas de 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Elisa Tramontina

Este questionário não é avaliativo, portanto responda com o máximo de sinceridade possível.

*Obrigatório

Nome *

Turma *

- 105
- 106

Idade *

- 13 anos ou menos
- 14 anos
- 15 anos
- 16 anos
- 17 anos ou mais

Das disciplinas a seguir, qual você considera sua favorita? *Se nenhuma delas é sua favorita, escolha a que mais se assemelha.

- Ciências
- Geografia
- História
- Língua Portuguesa
- Matemática

No período extraclasse você passa a maior parte do tempo em: *

- Atividades remuneradas
- Atividades familiares não-remuneradas
- Cursos de Línguas, Informática, Música, etc.
- Hobbies (ciclismo, dança, leitura, coleções, etc.)
- TV e Internet

Você costuma ler jornal, acompanhar noticiário ou sites de notícias? *

- Não
- Sim, mas raramente
- Sim, às vezes
- Sim, com frequência (diariamente)

Como você considera a importância do ensino de Ciências na escola? *Neste tipo de questão você marca numa escala o grau de importância, 1 é pouco, 5 é muito.

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante

Como você considera a importância do ensino de Física na escola? *

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante

Como você considera a importância do ensino de Astronomia na escola? *

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante

Justifique a sua última resposta *Tente evitar respostas do tipo : "porque é legal" ou "porque é interessante".

Como você definiria seu conhecimento astronômico? *

- Insuficiente
- Regular
- Satisfatório
- Muito Bom

Segundo seu conhecimento, o que foi o Big Bang? *

Segundo seu conhecimento, o que é uma estrela? *

Segundo seu conhecimento, qual a diferença entre planetas e estrelas? *

Você sabe quais são os planetas que compõem o nosso Sistema Solar? Cite-os e, se puder, descreva-os. *

O que é um buraco negro? *

Qual a diferença entre galáxia e constelação? *

Obs: O apêndice 1 é uma transcrição tal e qual encontrava-se disponível aos alunos no período para o preenchimento, por isso encontra-se em fonte diferente do restante do material.

Oficina Astronômica

"O estudo da Astronomia tem fascinado as pessoas desde os tempos mais remotos. A razão para isso se torna evidente para qualquer um que contemple o céu em uma noite limpa e escura. Depois que o Sol – nossa fonte de vida – se põe, as belezas do céu noturno surgem em todo o seu esplendor. A Lua se torna o objeto celeste mais importante, continuamente mudando de fase. As estrelas aparecem como uma miríade de pontos brilhantes, entre as quais os planetas se destacam por seu brilho e movimento. E a curiosidade para saber o que há além do que podemos enxergar é inevitável." (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2004, p. xvii)

Astronomia

Astronomia é uma ciência tão antiga quanto o próprio homem. A beleza do céu noturno é uma experiência comum aos povos de todas as culturas, algo que compartilhamos com todas as gerações desde tempos pré-históricos (REES, 2008).

Com o desenvolvimento da ciência, o movimento do Sol, as transformações da Lua e o caminhar das constelações perderam seu aspecto místico, mas não a fascinação. Planetas, estrelas, galáxias distantes... Todo o mistério que envolve o Universo desconhecido ainda fascina todas as idades. E com adolescentes não é diferente. Eles são curiosos. E Astronomia é um tema que gera interesse, perguntas...

1. **Big Bang** e as Teorias de Formação do Universo



Fonte: <http://www.wvu.edu/depts/skywise/hubble.html>

Figura A.1 Edwin Powell Hubble

Em 1923, o astrônomo americano Edwin Powell Hubble (1889-1953) comprovou que a nossa galáxia não era a única do Universo ao enxergar e medir estrelas individuais na galáxia de Andrômeda. Em 1929 ele observou que as galáxias estavam se afastando com velocidades proporcionais à sua distância, ou seja, quanto maior a distância da galáxia, maior sua velocidade de afastamento. Essa foi a primeira evidência para a expansão do Universo.

A Teoria do *Big Bang* considera que, se as galáxias estão se afastando umas das outras, então, no passado, elas deveriam estar mais próximas. E num passado ainda mais remoto, elas deveriam estar num mesmo ponto, muito quente, que se expandiu no *Big Bang*.

Após a explosão inicial a temperatura seria muito alta e a densidade de energia muito elevada. Entretanto o Universo se resfriou rapidamente e, após uma fração de segundo, formou-se um mar de *quarks*. E um milionésimo de segundo após, os quarks se agruparam para formar *hádrons*. Em três minutos os núcleos atômicos começaram a se formar e somente após centenas de milhares de anos depois os elétrons começaram a circular em torno dos núcleos, formando os primeiros átomos. Logo após

iniciou-se a condensação da matéria em determinadas regiões, de maneira não uniforme, formando assim, as estrelas e galáxias. O Universo tomava a forma como é conhecido hoje. Estima-se que todo o processo desde o *Big Bang* até os dias de hoje levou cerca de 15 bilhões de anos.

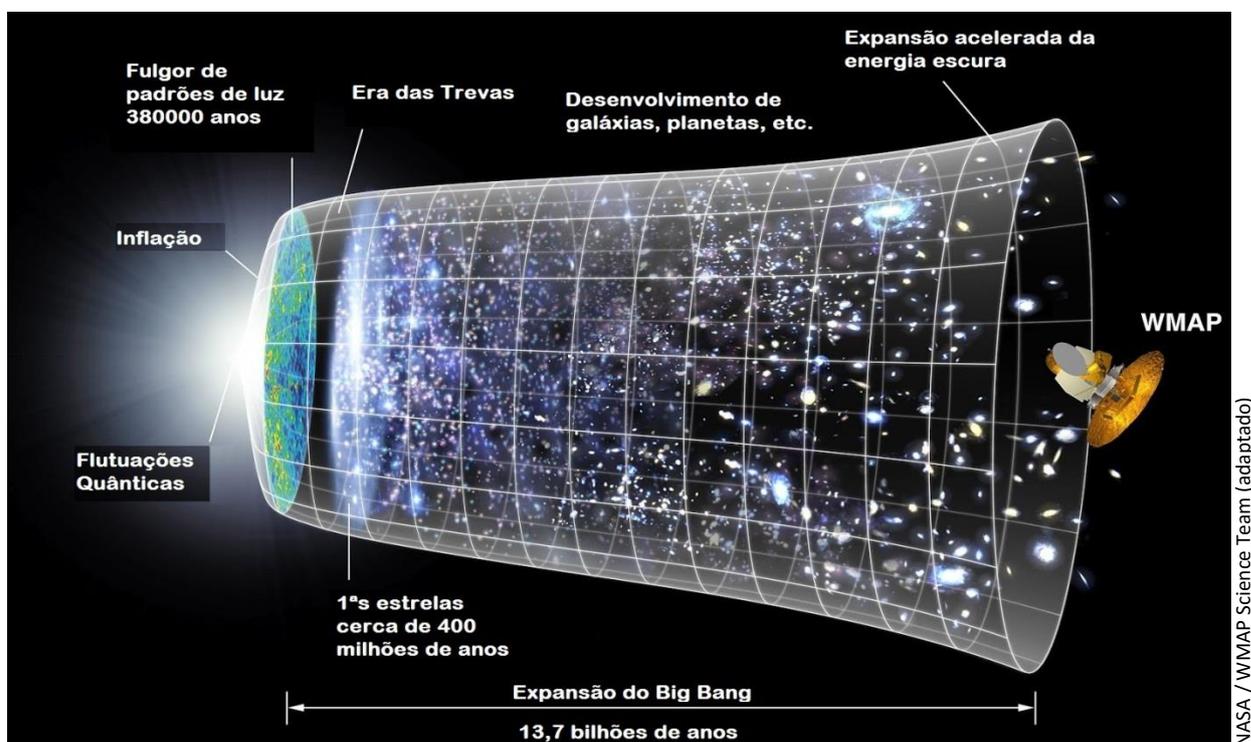


Figura A.2 Imagem adaptada do Big Bang

Atividades relacionadas:

Atividade individual: cada aluno representa artisticamente o Big Bang em folhas A4, utilizando lápis de cor ou giz de cera, ou ainda tinta guache. Materiais como glitter e papel colorido também podem ser usados.

É importante incentivar os alunos a acrescentar informações no desenho, como estimativas de datas e fases do *Big Bang*.

Atividade em grupo: Um grande cartaz pode ser confeccionado por toda a turma, representando o *Big Bang* com papel pardo e tintas.

Esta é uma atividade com uma grande equipe, que precisa de tempo para ser finalizado.

Apêndice 4

2. Estrelas

Estrelas são esferas autogravitantes de gás ionizado, cuja fonte de energia é a transformação de elementos através de reações nucleares, isto é, da fusão nuclear de hidrogênio em hélio e, posteriormente em elementos mais pesados.

As estrelas têm massas entre 0,08 e 100 vezes a massa do Sol e temperaturas efetivas entre 2500 K e 30000 K.

O tempo de vida de uma estrela depende da energia que ela tem disponível e a taxa com que ela gasta essa energia. Ou seja, o tempo de vida é controlado pela massa da estrela: quanto mais massiva a estrela, mais rapidamente ela gasta sua energia e menos tempo ela dura!

Uma estrela é classificada de acordo com seu espectro. O sistema de classificação tem 7 tipos espectrais, das mais quentes, de tipo O, até as mais frias, do tipo M.

Tabela A 1 Classificação das estrelas

Estrelas			
Tipo	Temperatura média	Cor	Exemplo
O	45000°C	Azul	<i>Regor</i>
B	30000°C	Branca Azulada	<i>Rigel</i>
A	12000°C	Branca	<i>Sirius</i>
F	8000°C	Branca Amarelada	<i>Procyon</i>
G	6500°C	Amarela	<i>Sol</i>
K	5000°C	Laranja	<i>Aldebaran</i>
M	3500°C	Vermelha	<i>Betelgeuse</i>

2.1 Formação das Estrelas

Estrelas se formam a partir do colapso gravitacional de nuvens interestelares frias. São nuvens feitas principalmente de hidrogênio a baixíssimas temperaturas.

Se a nuvem tem uma massa acima de um ponto crítico ela começa a fragmentar-se em porções de diferentes massas. Esses fragmentos são as protoestrelas. Essas protoestrelas irão se contrair até que reações nucleares se iniciem no seu centro. Nessa fase a protoestrela é instável, com rápida rotação e ventos solares intensos. Assim que elas atingem temperaturas e pressões elevadas o suficiente para darem início a reações nucleares, a pressão compensa a gravidade e as protoestrelas entram na sequência principal, etapa em que ela está transformando hidrogênio em hélio na sua região central.

As estrelas passam 90% de suas vidas na sequência principal, mas o que acontece com ela depois depende de sua massa. Veja:

Estrela de massa reduzida

(uma estrela com massa bem menor a massa do Sol)

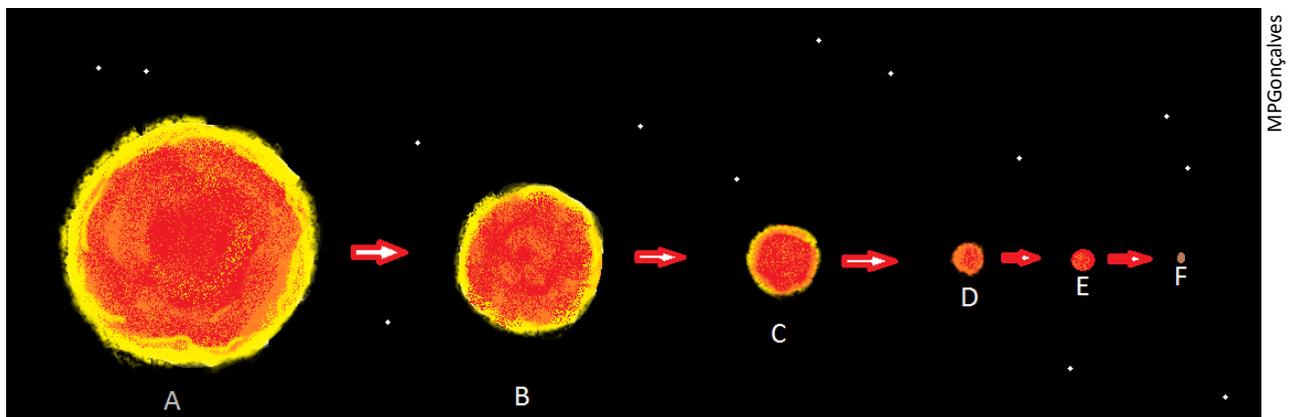


Figura A.3 Etapas finais da vida de uma estrela massa menor que a massa do Sol

Nessas estrelas, que são pequenas e vermelhas, todo o hidrogênio é transformado em hélio. O hélio, não consegue se transformar em carbono. Quando o hidrogênio se esgota, a estrela se contrai sem queima de hélio. Há somente a pressão do gás para compensar a gravidade. A estrela gradualmente se apaga e torna-se uma Anã-branca de He.

Estrelas do Tipo Solar

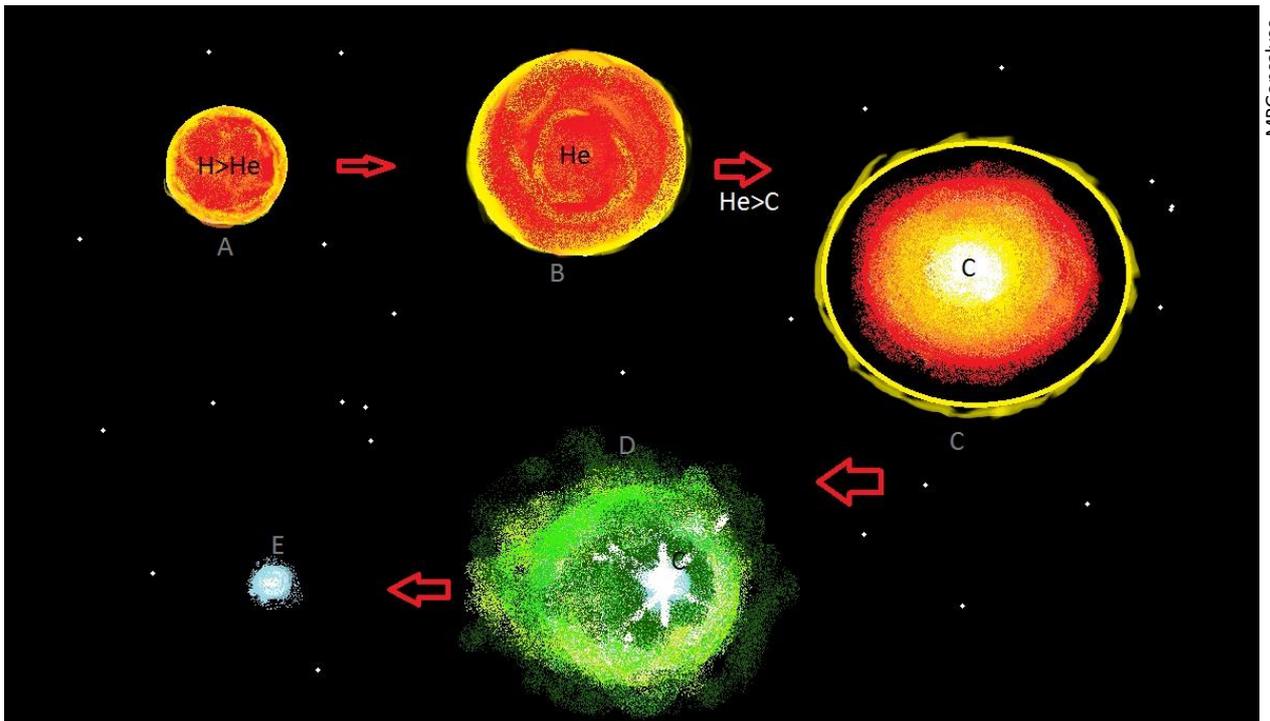


Figura A.4 Etapas finais da vida de uma estrela do tipo solar

A: A estrela está na sequência principal, transformando hidrogênio em hélio no núcleo. É uma estrela amarela de tamanho médio

B: Quando todo o hidrogênio do núcleo está transformado em hélio, a estrela se expande para tornar-se uma gigante vermelha, queimando hélio em sua camada em torno do núcleo. A seguir passa a queimar $H \rightarrow C$ no núcleo.

C: Quando o hélio do núcleo foi transformado em carbono, a gigante vermelha se expande para uma super gigante vermelha e as camadas externas dão origem a uma nebulosa planetária.

D: Nebulosa planetária após o colapso da super gigante vermelha. Em seu interior. Surge uma anã branca.

E: A anã branca começa a morrer para tornar-se, num futuro muito distante, uma anã negra.

Estrelas de massa elevada ($M > 10$ vezes a massa do Sol)

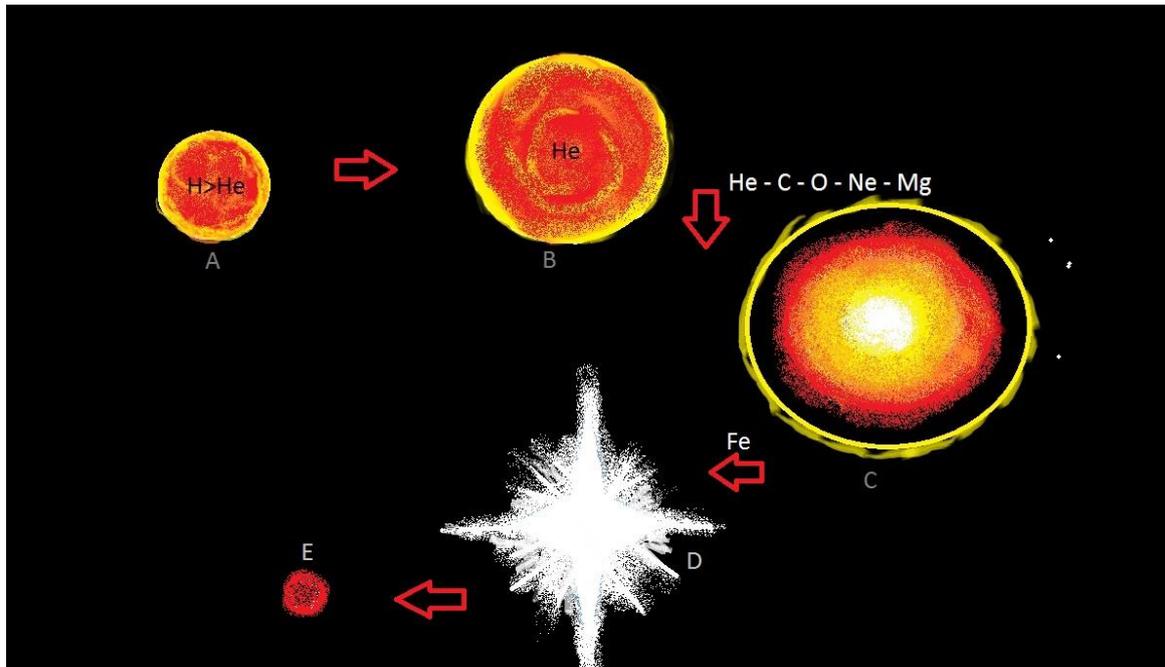


Figura A.5 Etapas finais da vida de uma estrela com massa elevada

A: Na sequência principal a estrela está fundindo $H \rightarrow He$ no núcleo. É uma estrela grande, azulada e muito luminosa, com potencial para produzir metais pesados como Fe.

B: Gigante vermelha.

C: Supergigante vermelha

D: Estrela explode como supernova.

E: Estrelas de nêutrons compactas e densas.

Estrelas de massa muito elevada

(de 25 a 100 vezes a massa do Sol)

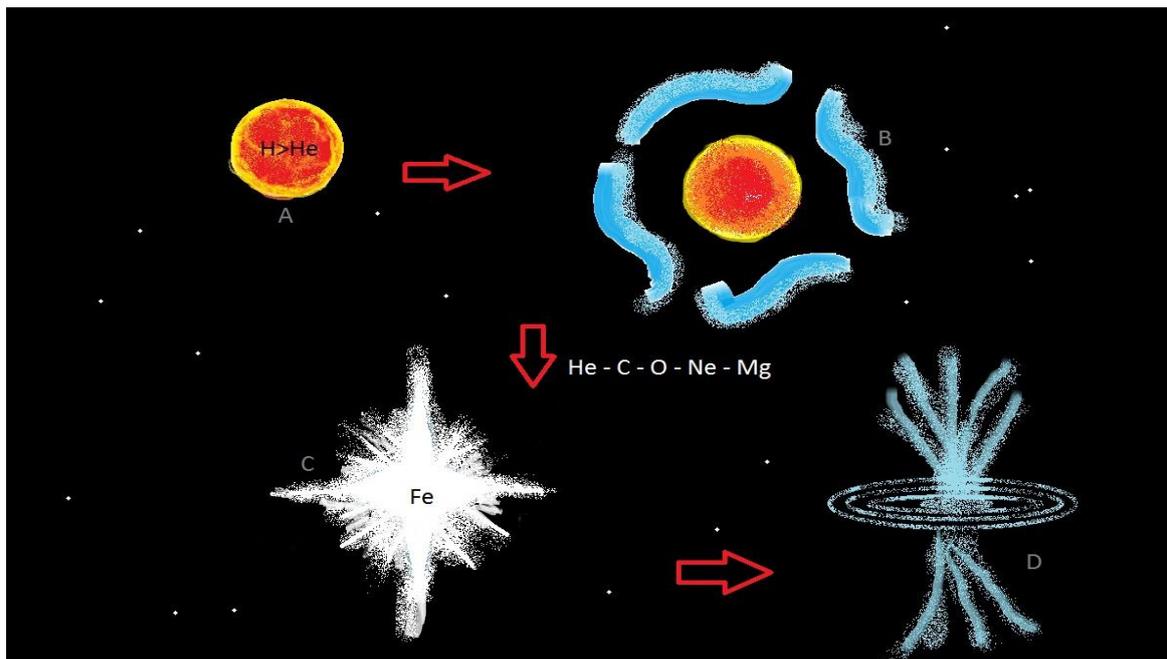


Figura A.6 Etapas finais da vida de uma estrela com massa muito elevada

A: Estrela com potencial para produzir metais pesados como Fe. É uma estrela azul, super luminosa.

B: Estrela de Wolf-Rayet

C: Supernova

D: Buraco Negro

2.2 Buracos Negros



U. Warwick/M. Garlick

Figura A.7 Buraco Negro

Buracos Negros são a última etapa evolutiva de estrelas supermassivas (de 25 a 100 vezes a massa do Sol).

São remanescentes da explosão de uma Supernova. São tão densos e compactos a ponto de a atração gravitacional impedir que até mesmo a luz escape.

Os Buracos Negros só podem ser detectados pelos efeitos que produzem ao seu redor.

Atividades Relacionadas:

Para a realização destas atividades é necessário que a turma tenha acesso a computadores com internet.

1. Após acompanhar o texto sobre Estrelas e sua formação os alunos acessam o link

http://www.planetseed.com/files/flash/science/lab/airspace/byo_star/en/byostar.htm?width=805&height=550&popup=true

O link leva ao experimento virtual “Faça sua própria estrela”. Neste experimento os alunos podem visualizar o nascimento, vida e extinção de uma estrela conforme sua massa.

Experimento Virtual - Faça sua própria estrela



Figura A.8 Experimento Virtual - Faça sua própria estrela

- Inicialmente o professor deve fazer uma breve explanação sobre o funcionamento do experimento virtual e o que cada comando realiza.
- Os alunos têm um tempo para explorar o experimento virtual.
- O professor orienta para que os alunos possam observar as fases do nosso Sol (massa 1; metal 0,02).
- O professor direciona os alunos a escolherem uma massa elevada para observar o surgimento de um buraco negro.

2. Na atividade seguinte os alunos procuram informações sobre uma estrela de sua preferência (o professor pode preparar uma lista com estrelas conhecidas, se quiser direcionar a atividade, ou buscar uma lista como esta na internet). Após escolher a estrela, cada aluno pode fazer um portfólio da estrela, citando características, constelação ou galáxia a qual pertence, bem como informações de massa e as fases que atravessará em sua vida (que podem ser observadas no experimento virtual). *Por esta atividade ser de pesquisa e construção de texto, ela pode ser uma lição extraclasse.*

3. Sistema Solar

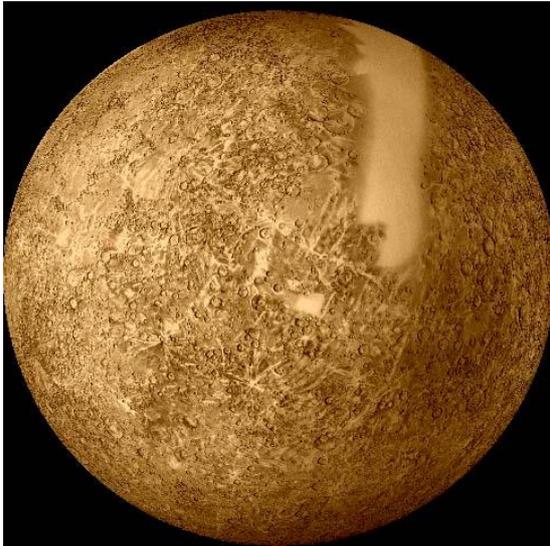
O Sistema Solar é formado atualmente pelo Sol, 8 planetas, 5 planetas anões (Plutão, Ceres, Haumea, Makemake e Éris), inúmeros satélites e uma infinidade de corpos menores como cometas e asteroides.

Na região interna do Sistema Solar, mais próximo ao Sol, encontram-se os Planetas Rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte). Mais além estão o Cinturão Principal, onde se encontra Ceres e outros asteroides, e os Gigantes Gasosos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno). Existe ainda uma vasta região onde se encontram Plutão e outros anões gelados e uma colossal nuvem de cometas.

O Sistema Solar tem 15 trilhões de quilômetros de diâmetro, mas os planetas ocupam um diâmetro de apenas cinco bilhões de quilômetros em relação ao Sol. Os planetas descrevem órbitas elípticas ao redor do Sol (mas a maioria dessas elipses são quase circulares) e todos orbitam no mesmo sentido. O período orbital de um planeta aumenta conforme aumenta sua distância em relação ao Sol. Essa relação pode ser facilmente mensurada pela Lei das Órbitas Planetárias, descoberta pelo astrônomo Johannes Kepler em 1619!

3.1 Os Planetas Rochosos

Os planetas mais internos do Sistema Solar são chamados de Rochosos. Eles são menores, com poucas ou sem luas e sem anéis. Eles são sólidos e têm núcleos metálicos envoltos em mantos de magma. Os Planetas Rochosos são diferentes entre si, apresentando características próprias.



Mariner 10; Equipe de Astrogeologia, U.S. Geological Survey

Figura A.9 Mercúrio

Mercúrio

É o menor planeta do Sistema Solar, com um diâmetro equatorial de 4800 km. Lá praticamente não há atmosfera e a temperatura eleva-se a até 430°C durante o dia e a menos de -180°C à noite. É um planeta muito denso, rico em ferro. Seu núcleo tem 3600 km de diâmetro. Não possui luas e sua massa é de apenas 5,5% da massa da Terra.

Mercúrio dá uma volta ao redor do Sol em apenas 88 dias, pois encontra-se a apenas 57,8 milhões de quilômetros dele. Mas leva 59 dias terrestres para dar uma volta em torno de si mesmo.

Vênus

O segundo planeta a partir do Sol é o nosso vizinho interior. E apesar da grande semelhança com a Terra (em tamanho e constituição), externamente são muito diferentes. Vênus possui uma cobertura permanente de nuvens densas que provocam um imenso efeito estufa. Sua superfície atinge temperaturas de 464°C. A atmosfera é rica em dióxido de carbono e ácido sulfúrico. Somado ao vulcanismo recorrente, a superfície do planeta mostra-se um mundo sombrio e inabitável.



NASA - <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA00104>

Figura A.10 Vênus

Vênus não possui luas, tem diâmetro de 12100 km e um período de rotação de 243 dias terrestres. Já o ano venusiano é igual a 225 dias terrestres. O planeta encontra-se a 108,2 milhões de quilômetros do Sol.



Fonte: <http://www.sitedeciosidades.com/>

Figura A.11 Terra

Terra

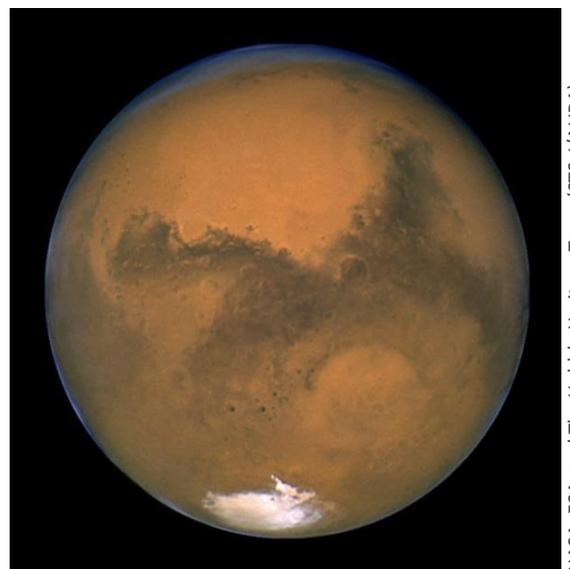
A Terra é o terceiro planeta do Sistema Solar. Suas condições geológicas e atmosféricas tornaram a Terra o único planeta comprovadamente com vida a orbitar o Sol. Nosso planeta tem uma temperatura média de 22°C, com variação entre - 60°C e 45°C. Além disso, é coberto por florestas, desertos, campos, savanas, geleiras e um imenso oceano, todos ricos em

biodiversidade. O diâmetro equatorial é de 12750 km. Apresenta um período de rotação de 24 h (23,93 h), enquanto orbita o Sol em 365,26 dias. Possui apenas um satélite natural, a Lua, que se encontra a 384000 km de distância. Possui um núcleo de ferro, coberto por um manto de magma. Seu sistema geológico inclui placas tectônicas em movimento - causadores de terremotos e maremotos - e vulcões.

A Terra é habitada atualmente por sete bilhões de pessoas, que estão em processo de desenvolvimento tecnológico. Este processo causou nos últimos séculos sérios problemas ambientais como excesso de lixo na superfície e oceanos, destruição parcial da camada de ozônio e possivelmente uma sensível e irreversível mudança climática.

Marte

O mais externo dos Planetas Rochosos é 50% menor que a Terra, com diâmetro equatorial de 6780 km. É um planeta seco, de atmosfera fina e composta principalmente de dióxido de carbono. Devido a suspensão de pequenas partículas



NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Figura A.12 Marte

de óxido de ferro a sua atmosfera parece rosada. O planeta é frio, com temperatura média de -63°C e sem chuvas.

Possui duas luas, Fobos e Deimos, e um período de rotação de 24,63 h. Seu período orbital é de 687 dias terrestres. Marte possui massa de apenas 11% da massa da Terra. A baixa densidade pode significar que além do núcleo de ferro, pode haver elementos mais leves em sua constituição, como o enxofre.

Marte ainda inspira dúvidas sobre a possibilidade de já ter sido um planeta habitável. Uma série de pesquisas baseadas em viagens não tripuladas pra o Planeta Vermelho ainda podem nos trazer mais informações sobre nosso vizinho mais conhecido.

3.2 Os Gigantes Gasosos

Os quatro últimos e maiores planetas do Sistema Solar são chamados de Gigantes Gasosos. Entre as suas principais características podemos destacar o fato de terem muitas luas e a presença de anéis. Apesar de um núcleo sólido, grande parte de sua massa é gasosa.



NASA, ESA, A. Simon-Miller (Goddard Space Flight Center), I. de Pater, M. Wong (UC Berkeley)

Figura A.13 Júpiter

Júpiter

O maior e mais massivo planeta do Sistema Solar também é o que apresenta o maior número de luas: são mais de 60.

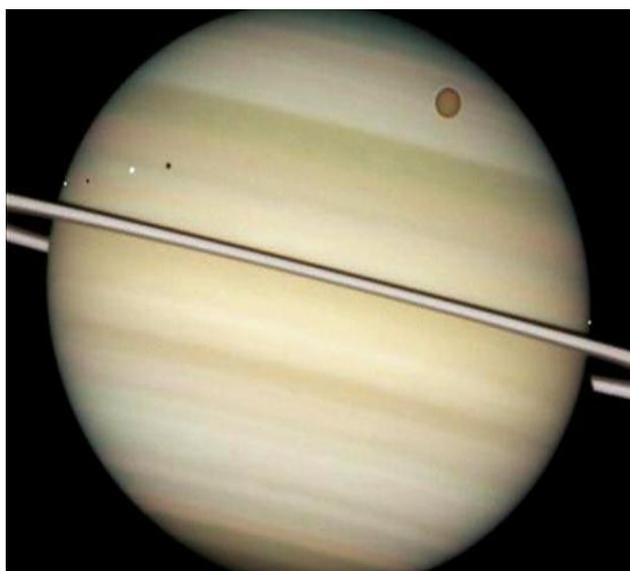
A constituição de Júpiter é muito parecida com a do Sol, apresentando hidrogênio e hélio na parte mais externa do planeta. Nas camadas mais profundas é possível encontrar hidrogênio líquido devido a pressão. O pequeno núcleo - em relação ao

planeta - é sólido. Júpiter tem um raio equatorial de 142980 km e mesmo assim completa uma rotação em apenas 9,93 h. Seu período orbital é de 11,86 anos terrestres e sua temperatura média é de - 110°C.

Apesar de possuir mais de 60 luas, apenas 38 são nomeadas e as quatro mais importantes são chamadas de luas galileanas. São elas: Europa, Io, Ganimedes e Calisto.

Saturno

Apesar de não ser o único planeta a ser circundado por anéis do Sistema Solar, é o que possui os mais brilhantes. Assim como Júpiter, Saturno é composto basicamente de hidrogênio e hélio, com um núcleo de rochas e gelo.



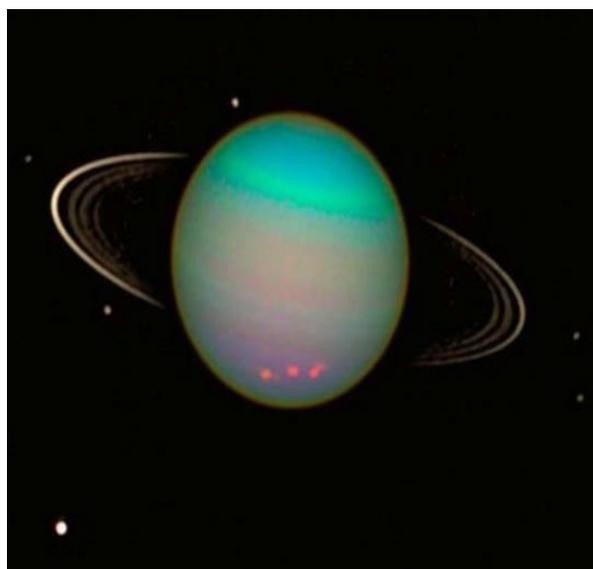
NASA, ESA, ANASA, ESA, and the Hubble Heritage Team

Figura A.14 Saturno

No topo das nuvens a temperatura é de - 140°C. Seus anéis são compostos de rocha e gelo. Com diâmetro equatorial de 120530 km, o planeta é um dos maiores do Sistema Solar. Leva 10,66 h para dar uma volta em torno de si mesmo, e 29,5 anos terrestres para orbitar o Sol.

Urano

O terceiro maior planeta do Sistema Solar apresenta, na superfície, um azul pálido devido a sua atmosfera de hidrogênio, hélio, metano e amônio. Ainda há uma



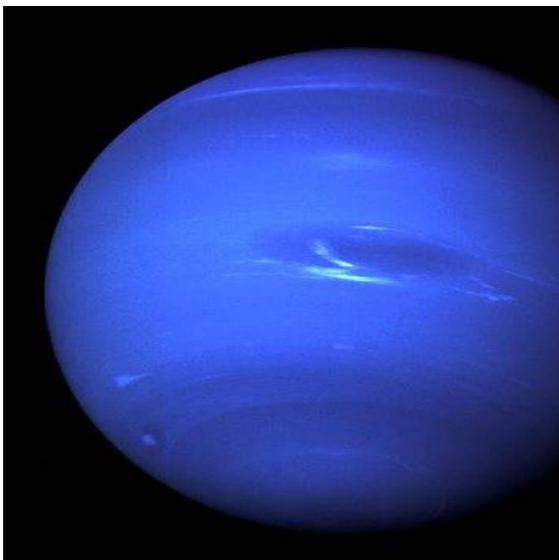
NASA and Erich Karkoschka, University of Arizona

Figura A.15 Urano

considerável quantidade de gelo. No topo das nuvens a temperatura chega a -214°C .

O diâmetro equatorial de Urano é de 51118 km, com um período de rotação de 17,24 h e período orbital de 84 anos terrestres.

Uma das maiores curiosidades sobre o planeta é seu eixo de rotação inclinado de 98° . É como se o planeta orbitasse deitado em relação ao plano do Sistema Solar.



Fonte: Voyager 2

Figura A. 16 Netuno

Netuno

O mais frio (cerca de -200°C) e mais distante planeta do Sistema Solar é um planeta com ventos muito fortes, um conjunto de anéis e seis luas.

Netuno é muito parecido com Urano em tamanho e estrutura. É formado principalmente por gelo de água, metano e amônia. O núcleo é provavelmente feito de gelo.

Apesar de muito distante do Sol, Netuno apresenta tempestades poderosas e ventos muito rápidos. O que pode significar uma fonte de calor interno responsável pelas mudanças atmosféricas de grande escala.

Tritão é a principal lua de Netuno; as outras são pequenas e classificadas conforme a posição em relação aos seus anéis. Como o planeta ainda está sendo estudado é provável que outras luas sejam encontradas.

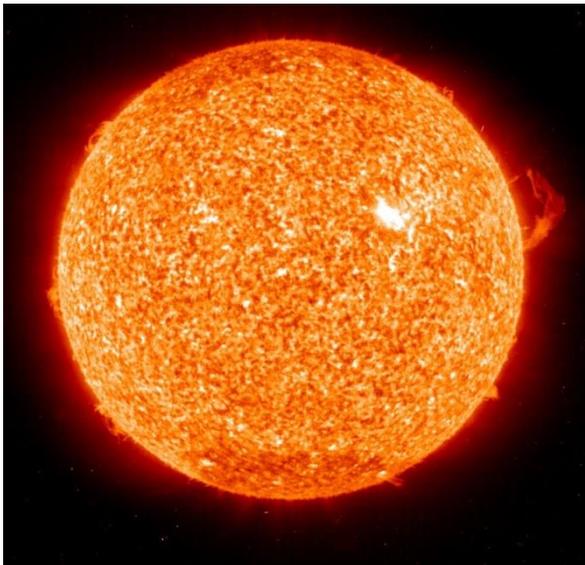
3.3 O Início do Sistema Solar

O Sol, assim como outras estrelas, surgiu do colapso de uma nebulosa estelar.

Sob a influência da gravidade, as sobras da nebulosa formaram o proto-sol e, a medida que se condensou e contraiu, a nuvem passou a girar, e cada vez mais rápido, achatando-se.

A instabilidade deste disco achatado, cujo centro é muito quente, provocou a formação de anéis. Aos poucos, nestes anéis formaram os planetesimais. Ainda sob o efeito da gravidade, esses planetesimais atraíram uns aos outros e as decorrentes colisões formaram os planetas.

Na parte mais externa os planetesimais ficaram tão grandes que atraíram uma quantidade gigantesca de gases, formando os gigantes gasosos. Enquanto isso, na parte mais central o proto-sol tomava os contornos de estrela.



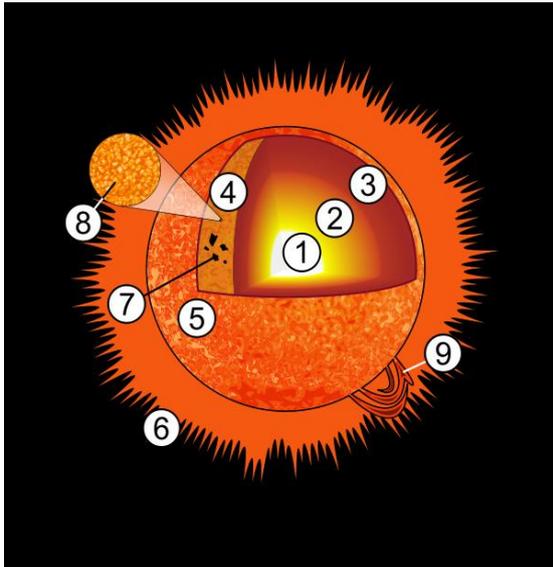
NASA/SDO (AIA) -
<http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/browse/2010/08/19/20100>

Figura A.17 Sol

3.4 O Sol

O Sol tem em torno de 4,6 bilhões de anos. É uma estrela na sequência principal, extremamente quente, contendo cerca de 750 vezes o restante da massa do Sistema Solar. Formado basicamente de hidrogênio (71%) e hélio (27%), o Sol é uma imensa esfera de plasma.

No centro do Sol a fusão nuclear transforma hidrogênio em hélio, liberando quantidades enormes de energia.



Pbroks13 Fonte: Wikimedia

Figura A.18 Estrutura interna do Sol

Podemos estruturar o Sol conforme mostra a imagem:

- 1 - Núcleo
- 2 - Zona de Radiação
- 3 - Zona de Convecção
- 4 - Fotosfera
- 5 - Cromosfera
- 6 - Coroa
- 7 - Mancha solar
- 8 - Grânulo
- 9 - Proeminência Solar

A temperatura superficial do Sol é de cerca de 5500° C, enquanto chega a 15 milhões de °C no centro. No equador solar o diâmetro é de 1,4 milhões de km e sua massa é de cerca de $1,99.10^{30}$ kg.

O Sol também apresenta movimento de rotação, que nos polos é de 34 dias terrestres e no equador de 25 dias terrestres. Essa diferença de período de rotação na superfície solar gera verdadeiros emaranhados nas linhas de campo magnéticas, que concentram o campo, dando origem as manchas solares. Linhas de campo torcidas liberam uma grande quantidade de energia, ao saltar na superfície solar.

3.5 Corpos Celestes

Planetas Anões

Em 2006, a International Astronomical Union (IAU) definiu que um planeta deve ser um corpo celeste que orbita o Sol com uma massa suficiente para ser aproximadamente esférico, e que tenha limpado a vizinhança de sua órbita. A mesma IAU também criou uma nova classe de objetos: os planetas anões. Esses objetos são similares a um planeta, mas ainda não limparam sua órbita e nem são satélites. Atualmente temos cinco planetas anões: Plutão, Éris, Haumea, Makemake e Ceres.

Cinturão de Kuiper e Nuvem de Oort

O Cinturão de Kuiper é um disco achatado de corpos cometários que começa logo depois da órbita de Netuno. Plutão orbita a maior parte do tempo dentro do Cinturão.

A Nuvem de Oort é uma bolsa quase esférica de cometas de longo período. A nuvem reúne em torno de um trilhão de cometas, mas sua massa total é de apenas algumas

massas terrestres.

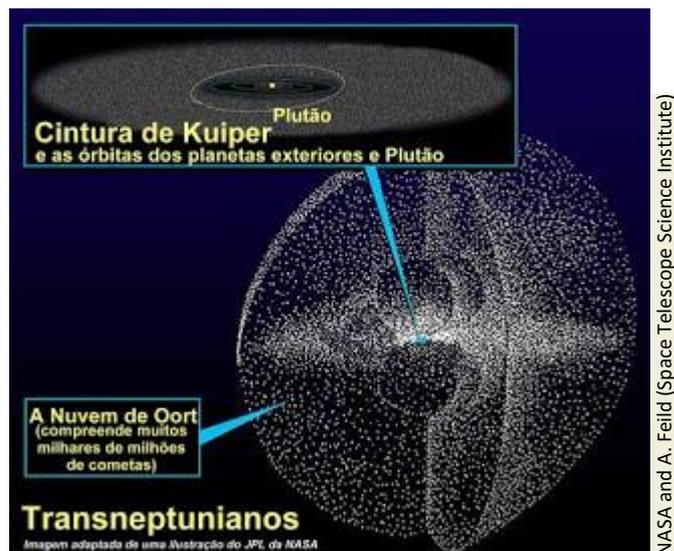


Figura A.19 Nuvem de Oort

Cometas e Asteroides

Um asteroide é um objeto seco e poeirento, pequeno demais para ter atmosfera. A maioria dos asteroides se concentra no Cinturão Principal, localizado entre Marte e Júpiter, e, provavelmente, são restos da formação abortada de um planeta rochoso que teria cerca de quatro vezes a massa da Terra.

Cometas são corpos com pequenos núcleos cobertos por uma nuvem, ou coma, de gás e poeira com cerca de 100000 km de diâmetros. Quando se aproximam do Sol, produzem caudas longas e brilhantes que se



Figura A.20 Cometa McNaught, 2007

Deiries -
http://www.eso.org/public/images/mc_naught34/
 ESO/Sebastian

estendem por milhões de quilômetros. Até hoje, cerca de 900 cometas foram registrados e tiveram suas órbitas calculadas. Destes, uns 200 são periódicos, com períodos menores que 20 anos.

Meteoros e Meteoritos

Também conhecidos como estrelas cadentes, os **meteoros** são trilhas luminosas produzidas pelo atrito de **meteoroides** (fragmentos de asteroides e cometas) com a atmosfera. Diariamente cerca de 1 milhão de meteoros visíveis se manifestam na atmosfera terrestre. Se o meteoro não é completamente destruído na atmosfera, atinge a superfície e passa a ser chamado de **meteorito**.

Atividades relacionadas

1. A primeira atividade relacionada ao texto consiste em construir com bolas de isopor, palitos e tinta, uma representação dos planetas do sistema solar e montar um portfólio em três dimensões. Os alunos podem descrever as características dos planetas em cartões que serão fixados nos palitos.

2. Para compreender as dimensões do sistema solar podemos fazer uma comparação com objetos e espaços reais. Escolha uma esfera para representar o Sol e coloque no pátio. Cada aluno recebe uma tabela com as dimensões reais dos planetas e as distâncias entre suas órbitas.

Diâmetros e distâncias	km	m	mm
Diâmetro do Sol	1 400 000		
Distância do Sol a Mercúrio	58 000 000		
Diâmetro de Mercúrio	5 000		
Distância da órbita de Mercúrio a Vênus	50 000 000		
Diâmetro de Vênus	12 000		
Distância da órbita de Vênus à Terra	41 000 000		
Diâmetro da Terra	13 000		
Distância da órbita da Terra a Marte	78 000 000		
Diâmetro de Marte	7 000		
Distância da órbita de Marte a Júpiter	550 000 000		
Diâmetro de Júpiter	143 000		
Distância da órbita de Júpiter a Saturno	649 000 000		
Diâmetro de Saturno	120 000		
Distância da órbita de Saturno a Urano	1 443 000 000		
Diâmetro de Urano	51 000		
Distância da órbita de Urano a Netuno	1 627 000 000		
Diâmetro de Netuno	49 000		

A escala depende do diâmetro escolhido para representar o Sol, mas é importante lembrar que quanto maior for a esfera, maior será a distância total a ser percorrida para representar o Sistema Solar.

3. Munidos das tabelas, os alunos podem ir ao pátio com a esfera que representa o Sol e medir as distâncias entre as órbitas dos planetas nas suas respectivas escalas. Obviamente os pátios da escola não serão suficientes para receber todo o Sistema Solar. Se não for uma opção levar os alunos para outro lugar, podemos usar o *Google Maps* e retirar uma imagem aérea do bairro da escola e medir por onde a órbita de cada planeta passaria.

As atividades não precisam ser apresentadas nessa ordem. Devido ao tempo, talvez a aula deva ser dividida em duas etapas, com as atividades divididas entre as aulas.

4. Sistema Sol-Terra-Lua

O Sol é o centro do nosso Sistema Solar. É uma estrela cuja força gravitacional mantém a Terra e outros sete planetas em sua órbita, assim como uma grande quantidade de corpos menores como cometas e asteroides.

A Terra é o terceiro planeta do Sistema Solar, em relação ao Sol. As condições geológicas e atmosféricas, assim como a presença de água em estado líquido, propiciaram as condições ideais para a formação e desenvolvimento da vida.

Segundo a Primeira Lei de Kepler, a Terra - assim como todos os outros planetas do Sistema Solar - move-se ao redor do Sol descrevendo uma órbita elíptica na qual o Sol ocupa um dos focos da elipse. Só que a elipse descrita pela Terra é de pequena excentricidade, apenas 0,017, portanto, quase circular. Os planetas, em seus movimentos passam pelos pontos denominados periélio e afélio. O periélio é o ponto de maior proximidade do planeta em relação ao Sol, e afélio é o ponto de maior afastamento.

Em seu movimento de translação, a Terra chega ao periélio (situado a 147 milhões de quilômetros do Sol) no início de janeiro e ao afélio (situado a 152 milhões de quilômetros do Sol) no início de julho.

A Segunda Lei de Kepler afirma que um planeta varre áreas iguais em períodos de tempos iguais. Uma conclusão dessa lei é que um planeta qualquer do Sistema Solar movimentar-se com velocidade variável, apresentando um valor máximo no periélio e um valor mínimo no afélio, ou seja, quanto mais um planeta se aproxima do Sol, mais a sua velocidade aumenta. A velocidade da Terra no periélio é cerca de 30,3 km/s e no afélio, 29,3 km/s.

No entanto, a diferença de distância entre o afélio e o periélio não é responsável pelo fenômeno das estações do ano em nosso planeta. As estações se devem a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita.

Se a proximidade com o Sol fosse realmente responsável pelo Verão, como explicar que, na mesma época do ano, é Inverno no Hemisfério Norte?

4.1 Lua



Fonte: Sonda Espacial Galilieu, 1992

Figura A.21 Lua

O corpo celeste mais próximo da Terra é a Lua, com uma distância média de 384000 km. Mesmo tendo apenas 1,2% da massa da Terra, a Lua é o 5º maior satélite do Sistema Solar.

Sua órbita é elíptica em torno da Terra, por isso a distância entre eles varia. No ponto mais próximo a Lua está no **perigeu** e no ponto mais afastado ela está no

apogeu. A Lua completa uma rotação em torno de seu eixo em

27,32 dias terrestres, que representa quase exatamente o mesmo período de sua órbita em relação a Terra. Essa rotação síncrona faz com que apenas uma face da Lua esteja permanentemente voltada para a Terra.

A principal teoria de formação da Lua sugere que a Terra tenha sido atingida por um corpo do tamanho de Marte. A colisão lançou uma imensa quantidade de material e formou uma nuvem muito densa de gás, poeira e rocha. Depois do resfriamento a maior parte do material ejetado entrou em órbita terrestre circular. As rochas cresceram após mútuas colisões, até que um único corpo dominasse o anel. Surgia assim o nosso satélite.

A Lua é uma das responsáveis, junto com o Sol, pelas marés. Já que as águas dos oceanos são atraídas pela Lua. A altura das marés varia com o ciclo lunar e depende da geografia local.

4.2 Fases da Lua

O conceito de mês também é baseado na órbita da Lua em torno da Terra. O ângulo entre Terra, Lua e Sol muda continuamente ao longo da órbita lunar, dando origem às fases lunares. A fase da Lua representa o quanto de sua face iluminada está voltada para a Terra.

As quatro fases principais do ciclo lunar são:

Lua Nova: A face iluminada não pode ser vista da Terra. A Lua está na mesma direção do Sol e, portanto, está no céu durante o dia. Ela nasce aproximadamente às 6 h e se põe às 18 h.



Fonte: Tomruen - Lunar_libration_with_phase_Oct_2007.gif

Figura A.22 Lua Nova

Lua Crescente: Metade do disco iluminado pode ser visto da Terra. Do hemisfério sul da Terra a Lua parece um C e do hemisfério norte ela lembra um D. Vista da Terra, Lua e Sol estão separados por 90°. A Lua está a leste do Sol, portanto seu lado oeste aparece iluminado. Ela nasce aproximadamente ao meio dia e se põe à meia noite.



Fonte: Tomruen - Lunar_libration_with_phase_Oct_2007.gif

Figura A.23 Lua Crescente

Lua Cheia: Toda a face iluminada da Lua está voltada para a Terra. A Lua está no céu durante toda a noite com a forma de um disco muito iluminado. Ela nasce aproximadamente às 18 h e se põe às 6 h do dia seguinte.



Fonte: Tomruen - Lunar_libration_with_phase_Oct_2007.gif

Figura A.24 Lua Cheia

Lua Minguante: metade do disco iluminado pode ser visto da Terra. A Lua está a oeste do Sol, que ilumina seu lado leste. Ela nasce aproximadamente a meia noite e se põe ao meio dia.



Fonte: Tomruen - Lunar_libration_with_phase_Oct_2007.gif

Figura A.25 Lua Minguante

As imagens da Lua ilustradas acima são do hemisfério do norte. Podemos pedir que os alunos procurem imagens do hemisfério sul e façam uma comparação. Use a figura do "coelho na lua"⁵ para diferenciá-las.

4.3 Eclipses

Um eclipse ocorre quando um corpo entra na sombra de outro. O sistema Sol-Terra-Lua apresenta dois tipos de eclipses.

O **ECLIPSE LUNAR** acontece quando a Lua entra na sombra da Terra. Os eclipses lunares acontecem pelo menos duas vezes ao ano, sempre que a fase de lua cheia coincide com a passagem da Lua pelo plano orbital da Terra. Chamamos de nodo orbital esse ponto onde as órbitas da

⁵ Imagem de referência que aparece na lua.

Terra e da Lua se encontram. Os eclipses lunares podem ser vistos de qualquer lugar da Terra (desde que seja noite, é claro).

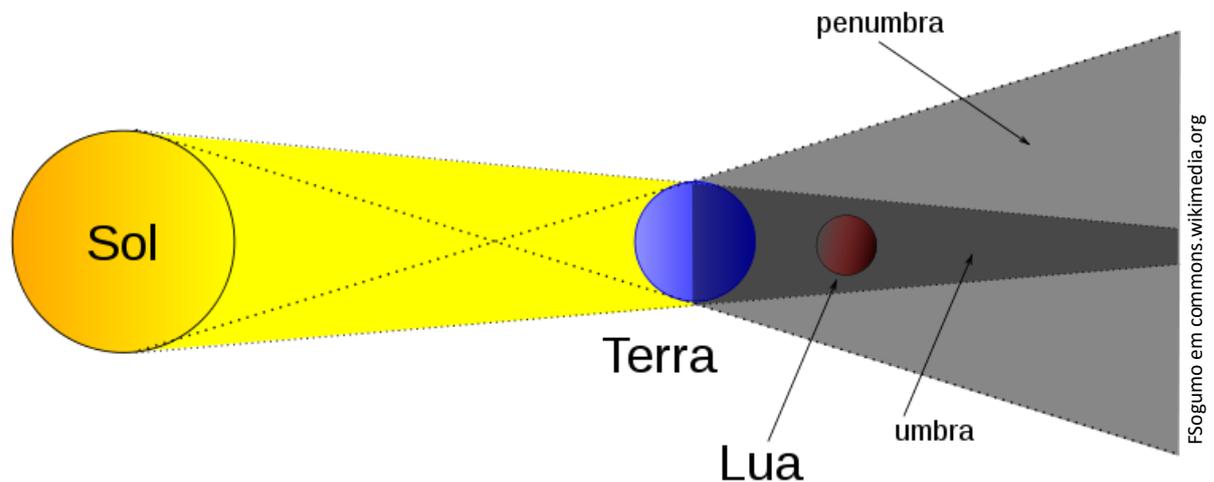


Figura A. 26 Eclipse Lunar

O **ECLIPSE SOLAR** acontece quando a Lua está entre a Terra e o Sol, de forma que a sombra da Lua atinja a Terra. Eclipses solares são mais raros que os lunares. Mesmo que ocorram a cada 18 meses, aproximadamente, uma mesma região da Terra pode levar até 400 anos para receber um eclipse semelhante. O eclipse solar dura apenas alguns minutos e um eclipse total do Sol pode durar até 7 minutos.

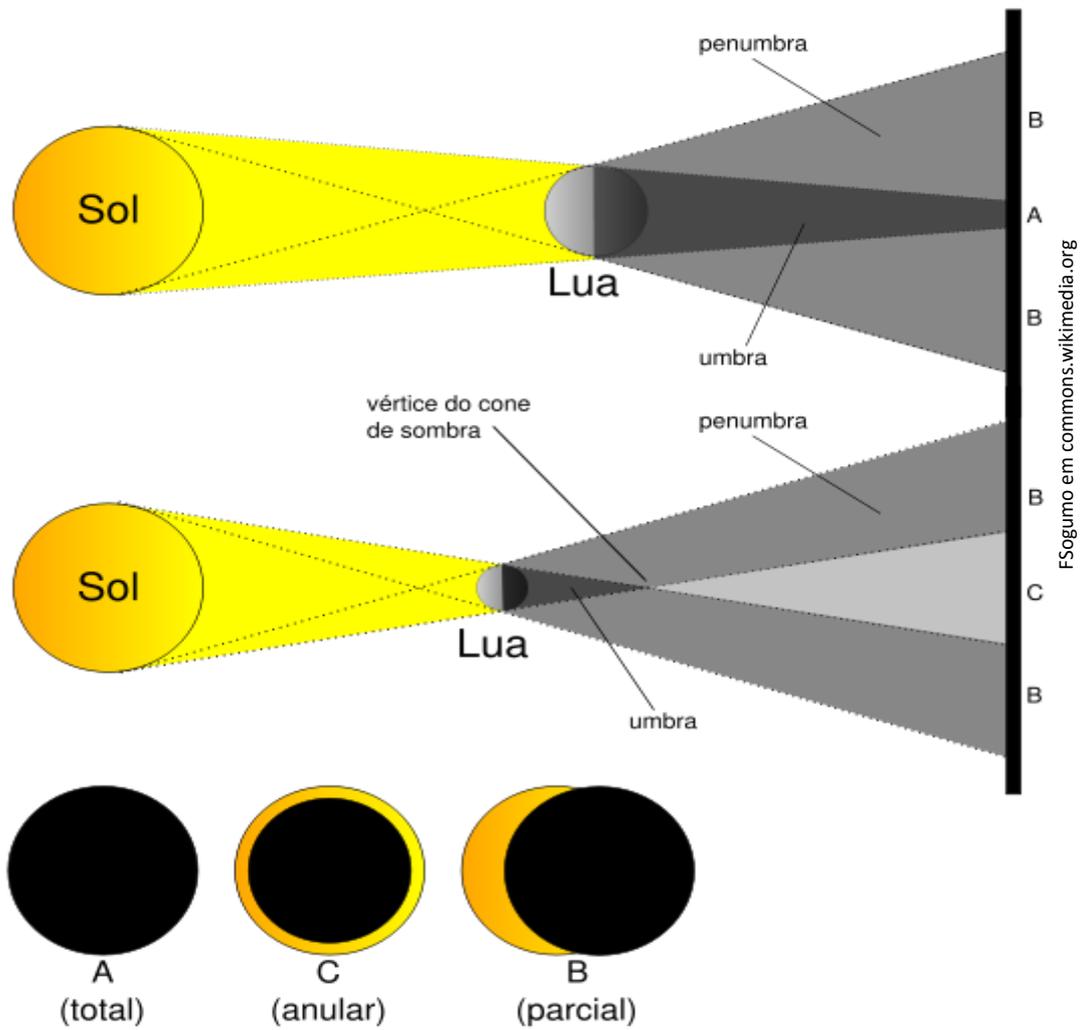


Figura A.27 Eclipse Solar

Atividades relacionadas:

1. Construir um modelo simples de esferas de isopor pintadas com tinta, representando o Sol, a Terra e a Lua. Usá-las para representar os movimentos orbitais da Terra e da Lua.
2. Substituir o Sol por uma lanterna. Em uma sala escurecida, mostrar através das sombras projetadas, as fases da Lua e os eclipses.

5.0 Céu Noturno

Uma constelação é uma região delimitada do céu que comporta um grupo de estrelas. Nosso céu noturno possui 88 constelações.

As constelações mais importantes são as zodiacais, que estão numa faixa de 18° centrada na eclíptica, definida assim por Aristóteles: Áries, Touro, Gêmeos, Câncer, Leão, Virgem, Libra, Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário e Peixes.

Devido a precessão dos equinócios, o Sol atualmente cruza 13 constelações pois, entre Escorpião e Sagitário, ele cruza Ofiúco.

Atualmente o Sol cruza as constelações nos seguintes períodos do ano:

- Áries (25 dias) : entre 20 de abril e 14 de maio
- Touro (38 dias): entre 15 de maio e 21 de junho
- Gêmeos (30 dias): entre 22 de junho e 21 de julho
- Câncer (21 dias): entre 22 de julho a 11 de agosto
- Leão (37 dias): entre 12 de agosto a 17 de setembro
- Virgem (44 dias): entre 18 de setembro e 31 de outubro
- Libra (22 dias): entre 1º de novembro e 22 de novembro
- Escorpião (8 dias): entre 23 de novembro e 30 de novembro
- Ofiúco (18 dias): entre 1º de dezembro e 18 de dezembro
- Sagitário (33 dias): entre 19 de dezembro e 20 de janeiro
- Capricórnio (28 dias): entre 20 de janeiro e 16 de fevereiro
- Aquário (24 dias): entre 17 de fevereiro e 12 de março
- Peixes (38 dias): entre 13 de março a 19 de abril

Além das estrelas e constelações é possível ver planetas cruzando o céu noturno, sempre na faixa da eclíptica. Na antiguidade eles eram chamados de estrelas errantes, pois faziam um movimento todo especial no firmamento. O planeta Vênus, por vezes chamado de Estrela Vespertina ou Vésper (quando surge no céu próximo ao horizonte no pôr-do-Sol), ou ainda Estrela da Manhã ou Estrela d'Alva (quando surge no horizonte próxima ao amanhecer) é o corpo celeste mais brilhante no céu noturno, depois da Lua.

Atividades Relacionadas:

Como o céu noturno é o tema desta aula, é importante que ela ocorra no período noturno, como uma aula especial.

1. Observar o céu noturno de sua cidade através do software *Stellarium*. É importante observar na data da observação quais planetas estarão cruzando o céu e quais as constelações visíveis mais importantes. Apresentar a eclíptica e as constelações zodiacais.

2. Mostrar um planisfério e como ele funciona pode ser uma boa opção. No site <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/celeste/planisferio.html> podemos encontrar um excelente modelo de planisfério e as instruções para montá-lo, como no anexo 2, do presente trabalho.

3. Levar os alunos no pátio e mostrar as principais estrelas e constelações visíveis, bem como os planetas visíveis no período. Cada aluno pode representar este céu numa folha.

Observações finais:

Para finalizar as atividades sobre os temas astronômicos apresentados sugerimos uma visita um planetário.

Apêndice 8

Glossário de Termos

Ácido sulfúrico: ácido forte, líquido, límpido, incolor, inodoro e corrosivo. É diluível em água em qualquer concentração.

Deimos: Um dos satélites naturais de Marte. Foi descoberto em 1877 por Asaph Hall.

Dióxido de carbono: também conhecido como gás carbônico, o dióxido de carbono é um dos gases essenciais para a vida na Terra, mas as altas taxas de concentração do gás na atmosfera tornaram-se perigosas para o meio ambiente. A ingestão do gás causa náuseas, vômitos e até hemorragia gastro-intestinal. A inalação leva à asfixia.

Eclíptica: Linha imaginária que corresponde à trajetória aparente do Sol no firmamento. À noite é possível seguir a linha da eclíptica acompanhando o movimento das constelações zodiacais.

Elipse: Figura geométrica da família das cônicas. Assemelha-se a uma circunferência achatada.

Fobos: Satélite natural do planeta Marte. Descoberto em 1877 por Asaph Hall, logo depois de seu parceiro Deimos.

Fusão nuclear: É o processo no qual dois ou mais núcleos atômicos unem-se para formar um núcleo atômico maior. É necessária muita energia para unir os núcleos, no entanto, essa união acaba por liberar uma quantidade ainda maior de energia.

Gás ionizado: gás formado por íons positivamente carregados e elétrons. Também chamado de plasma.

Hádron: partícula composta por partículas ainda menores, chamadas de quarks. O próton é um exemplo de hádron.

Hubble: satélite astronômico espacial que transporta um telescópio cuja missão é revelar imagens do Universo. Seu nome é uma homenagem a Edwin Hubble.

IAU: sigla, em inglês, da União Astronômica Internacional. É uma associação formada por astrônomos de diversos países que atuam na pesquisa e educação em Astronomia.

Kelvin: Escala de medida de temperatura, segundo o Sistema Internacional de Unidades. Também é conhecida como Escala Absoluta.

Linhas de campo: linhas imaginárias, que partem do centro do campo vetorial e representam seu alcance.

Luas Galileanas: conjunto de satélites naturais de Júpiter, descobertos por Galilei Galileu. Europa, Ganimedes, Io e Calisto.

Metano: gás incolor, pouco solúvel em água, mas que se torna altamente inflamável ao ser misturado com o ar.

Ofiúco: também chamada de Serpentário, esta constelação encontra-se sobre a elíptica, entre Escorpião e Sagitário.

Partícula elementar: partícula que forma elementos maiores. Na Teoria das Partículas Elementares, a menor delas, hoje conhecida, é o quark.

Período Orbital: período que um planeta, ou qualquer outro astro, leva para completar sua órbita.

Planetesimais: corpos sólidos que se formavam nos discos protoplanetários. Deram origem aos planetas.

Plasma: gás ionizado, uma das fases da matéria.

Proto-estrela: período inicial da existência de uma estrela, quando de sua contração.

Quarks: partícula mais elementar conhecida.

Satélites: corpos que orbitam outros corpos de maior massa. Os satélites naturais costumam ser chamados de luas.

Tritão: nome da maior lua de Netuno.

Apêndice 9 – Tabela

Escala: 1 mm =	km	Km	m	Mm
Diâmetro do Sol		1 400 000		
Distância do Sol a Mercúrio		58 000 000		
Diâmetro de Mercúrio		5 000		
Distância da órbita de Mercúrio a Vênus		50 000 000		
Diâmetro de Vênus		12 000		
Distância da órbita de Vênus à Terra		41 000 000		
Diâmetro da Terra		13 000		
Distância da órbita da Terra a Marte		78 000 000		
Diâmetro de Marte		7 000		
Distância da órbita de Marte a Júpiter		550 000 000		
Diâmetro de Júpiter		143 000		
Distância da órbita de Júpiter a Saturno		649 000 000		
Diâmetro de Saturno		120 000		
Distância da órbita de Saturno a Urano		1 443 000 000		
Diâmetro de Urano		51 000		
Distância da órbita de Urano a Netuno		1 627 000 000		
Diâmetro de Netuno		49 000		

Anexos

Anexo 1: Planisfério

