



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA**

SEBASTIÃO NASCIMENTO DE SOUZA

**EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA SOBRE AS ESTRELAS**

CAMPINA GRANDE – PB

2013

SEBASTIÃO NASCIMENTO DE SOUZA

**EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA SOBRE AS ESTRELAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Licenciatura Plena em Física da
Universidade Estadual da Paraíba
em cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Licenciado em
Física.

Orientadora: Prof.^a Maria Amélia Monteiro, Dr.^a.

CAMPINA GRANDE – PB
2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

S729e

Souza, Sebastião Nascimento de.

Educação em Astronomia [manuscrito]: Uma proposta de divulgação científica sobre as estrelas / Sebastião Nascimento de Souza. – 2013.

73 f.: il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Física) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2013.

“Orientação: Profa. Dra. Maria Amélia Monteiro, Departamento de Física”.

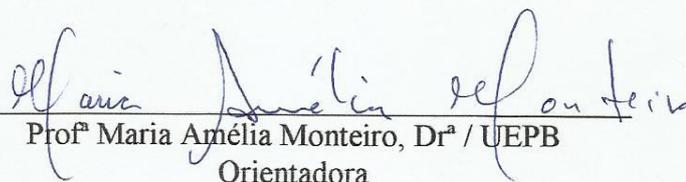
1. Astronomia. 2. Divulgação científica. 3. Aprendizagem.
I. Título.

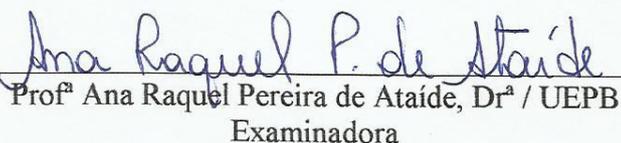
21. ed. CDD 520

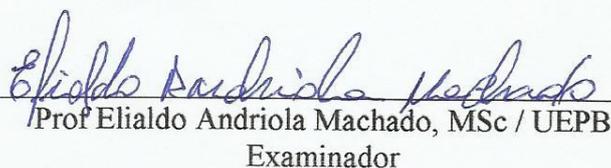
SEBASTIÃO NASCIMENTO DE SOUZA

**EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA SOBRE AS ESTRELAS**

Aprovada em 07/02/2013.


Profª Maria Amélia Monteiro, Drª / UEPB
Orientadora


Profª Ana Raquel Pereira de Ataíde, Drª / UEPB
Examinadora


Prof Elialdo Andriola Machado, MSc / UEPB
Examinador

DEDICATÓRIA

*A Deus, que me deu a oportunidade.
de realizar esse sonho.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, exemplo de perseverança e honestidade, virtudes que me levaram a estruturar minha história de vida.

Aos professores da instituição, a estes devo um especial agradecimento, por fazerem parte desse sonho: a formação. Aos professores Elialdo, Morgana e Ana Raquel que sempre estiveram dispostos a ajudar no que fosse preciso.

Aos colegas de turma pela amizade e companheirismo e por ter me dado forças para superar os obstáculos.

Aos amigos que sempre estiveram presente direta ou indiretamente em minha vida, sempre torcendo por mim.

A minha orientadora, Prof.^a Maria Amélia Monteiro, por ter confiado em meu trabalho. Agradeço pela paciência e dedicação com que conduziu esta orientação.

O meu profundo agradecimento aos meus amigos e colegas de turma Karla, Francidézio, Rafaelle, Tarsus e Téssio, pelo apoio constante e os conselhos sábios.

RESUMO

Uma das ciências mais fascinantes é a astronomia. Dela surge todas as outras ciências como a Biologia, Matemática, Química, Física, Geologia, Geografia e outros. Nos últimos anos a divulgação científica vem desafiando a visão de que o conhecimento científico é produzido apenas para os especialistas da área. Este trabalho se concentra em mostrar a importância da divulgação científica de temas que muitas vezes não são trabalhados com frequência na escola, como o estudo das estrelas. O objetivo é construir uma proposta didática envolvendo a construção de material para divulgação científica que possa servir também como complemento durante as aulas, a partir de sua inserção por parte dos professores. A proposta equivale à estruturação de material para divulgação com muitas imagens e pouco texto. Esse material tem como objetivo aumentar a motivação dos alunos e da sociedade em geral para buscarem conhecimentos relacionados à astronomia. Na divulgação científica estão presentes vários problemas que fazem com que ela não seja ampliada. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais é necessário formar cidadãos que tenham capacidade de participar de forma ativa no mundo, com o desenvolvimento de estudantes críticos e reflexivos, com isso, desenvolver competências que contribuam com a aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Astronomia, Divulgação Científica, Estudo das Estrelas.

ABSTRACT

One of the most fascinating science is astronomy. It appears all other sciences like Biology, Mathematics, Chemistry, Physics, Geology, Geography and others. In recent years the scientific dissemination is challenging the view that scientific knowledge is produced only for specialists. This work focuses on showing the importance of scientific issues that often are not worked often in school, as the study of the stars. The goal is to build a didactic proposal involving the construction material for scientific communication that can also serve as a supplement during the lessons from its insertion on the part of teachers. The proposal amounts to structuring material for dissemination with many images and little text. This material aims to increase the motivation of students and society in general to seek knowledge related to astronomy. In scientific communication are present several problems that make it not be expanded. According to the National Curriculum is necessary to form citizens who are able to participate actively in the world, with the development of critical and reflective students, thereby developing skills that contribute to learning.

KEYWORDS: Teaching of Astronomy, Science Communication, and Study of the Stars.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	09
Capítulo 1 ENSINO DE ASTRONOMIA	10
1.1. Materiais Didáticos elaborados para o Ensino de Astronomia	11
1.2. Conceitos de Astronomia em Livros Didáticos	12
1.3. Idéias de Professores sobre Conceitos de Astronomia	14
1.4. Concepções de alunos sobre Conceitos de Astronomia.....	16
1.5. Cursos sobre conceitos fundamentais de Astronomia.....	17
Capítulo 2 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	20
2.1. A Divulgação Científica na Sociedade	21
2.2. Materiais e Meios utilizados para Divulgação Científica	22
2.3. Contribuições da Divulgação Científica	27
2.4. Dificuldades encontradas na Divulgação Científica	29
Capítulo 3 ESTRELAS	31
3.1. Estrutura, Localização e Extensão das Estrelas	32
3.2. Os Estágios de Vida de uma Estrela	34
3.2.1. O Nascimento de uma Estrela ou Embrião Estelar.....	34
3.2.2. Evolução e Morte das Estrelas.....	35
3.2.2.1. Buracos Negros.....	37
3.2.3. Eventos Cataclísmicos	38
3.3. Caracterização das Estrelas	40
3.3.1. Anãs Degeneradas.....	40
3.3.2. Estrela de Nêutrons.....	40
Capítulo 4 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE	49

APRESENTAÇÃO

Nesta monografia, propomos material para divulgação científica sobre as estrelas, o qual poderá ser utilizado, inclusive, em espaços formais de ensino. Optamos uma abordagem sobre as estrelas, haja vista que os estudantes, geralmente, denotam um conhecimento próximo ao senso comum sobre a temática, como também a mesma é praticamente inexplorada em cursos e em materiais didáticos, conforme evidencia a revisão bibliográfica, apresentada no primeiro capítulo.

Para a divulgação da proposta, poderíamos ter elaborado vários materiais didáticos, tais como vídeos, banners, blogs, etc. No entanto, optamos por um material que se mostra mais acessível ao nosso contexto-projeção de imagens e texto - podendo então ser adaptado a outros meios, como reprodução através de fotocópias em papel e em transparências.

Por se tratar de um material de divulgação científica, o mesmo poderá ser usado para um público geral. No entanto, também se presta para ser utilizado no contexto formal de ensino, notadamente nas aulas de física.

O texto da monografia encontra-se estruturada em quatro capítulos, a saber: Ensino de Astronomia, Divulgação Científica, Estrelas e Considerações Metodológicas. A estes são acrescidos as Considerações Finais, as Referências e o material para divulgação (apresentado como apêndice).

CAPÍTULO 1

ENSINO DE ASTRONOMIA

Apresentação

No presente capítulo, procedemos com uma revisão bibliográfica onde se evidencia como se encontra a produção e a divulgação dos materiais voltados para o ensino de Astronomia. Evidencia-se também como são abordados os conceitos da Astronomia em livros didáticos, as ideias dos alunos e professores de física sobre alguns desses conceitos. Também são identificados os cursos propostos sobre conceitos fundamentais de astronomia.

A estruturação do texto encontra-se constituída por cinco seções, respectivamente nomeadas como segue:

- 1.1. Materiais Didáticos Elaborados para o Ensino de Astronomia
- 1.2. Conceitos de Astronomia em Livros Didáticos
- 1.3. Ideias de Professores sobre Conceitos de Astronomia
- 1.4. Concepções de Alunos sobre Conceitos de Astronomia
- 1.5. Cursos sobre Conceitos Fundamentais de Astronomia

Através deste capítulo, foi possível construir um panorama geral dos materiais didáticos elaborados para o ensino de astronomia, as abordagens sobre conceitos de astronomia em livros didáticos, notadamente os erros conceituais apresentados, as ideias dos estudantes e professores, como também, abordagens e cursos de extensão e aperfeiçoamento para professores, as lacunas existentes em relação a abordagens de alguns conceitos de astronomia, notadamente, conceitos mais recentes.

Para a construção das seções mencionadas, procedemos com revisão em periódicos da área de ensino de ciências, como revistas, jornais, cadernos e anais de eventos que se encontram on-line.

1.1 Materiais Didáticos Elaborados Para o Ensino de Astronomia

Constatam-se na literatura várias sugestões com relação à produção de material didático para o ensino de astronomia. Por exemplo, Bernardes, Iachel e Scalvi (2008) elaboraram uma proposta em que consistia na construção de manual de telescópios refletores, para o ensino de Física e Astronomia, sendo utilizados como ferramentas didáticas. Motivação e eficiência eram os objetivos desses instrumentos na aprendizagem de Física.

Silva, Castelli e Giovanini (2010) realizaram um trabalho em que consistia na construção de um material onde identificava, partindo de um ponto de vista geocêntrico, o movimento aparente do Sol. O material possibilitava a observação do caminho percorrido pelo Sol, através de um cilindro transparente. O cilindro consistia em uma lâmina transparente (transparência de retroprojeter). Eram traçadas três linhas em cada uma das faixas. Pode-se fazer uma simulação numa sala escura, utilizando-se de um globo terrestre, mesas e um retroprojeter. O espelho do retroprojeter deveria ser colocado na mesma altura do centro do globo para obter um efeito mais convincente.

Objetos educacionais informatizados colaboram com a aprendizagem, tanto em espaços formais, como as escolas, bem como em locais informais, como museus e planetários (MEURER; STEFFANI, 2009). Para justificar, os autores apresentaram um jogo computacional que contempla conteúdos relacionados ao Sistema Solar, em que foi utilizado como estratégia o prazer de aprender para estimular o conhecimento. No entanto, na elaboração de materiais como softwares, constata-se a presença de diversos obstáculos como a linguagem de programação, a grande jornada de trabalho dos professores, o elevado valor de softwares e de cursos especializados para produção de objetos educacionais.

Constatamos na literatura que materiais de baixo custo são muito indicados para serem utilizados durante as aulas de Astronomia. Saraiva et al (2007) sugeriram a construção de um material didático de valor reduzido que tinha como objetivo demonstrar as fases de um corpo iluminado. Os autores objetivavam facilitação do entendimento das fases da Lua através de um observador na Terra. Esse experimento permite a visualização das fases da Lua com maior contraste sem ser necessário está em ambiente escuro, fato que é inviável na sala de aula. Nesse experimento utilizou-se de uma caixa fechada que permitisse observar as diferentes fases da Lua sem que fosse necessário estar em uma sala escura.

Morett e Souza (2010) construíram recursos pedagógicos para o ensino de astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental. Este material equivalia a apresentações utilizando-se de novas tecnologias, como também a fabricação de experimentos e a discussão de curiosidades relativas a esta área de conhecimento. Utilizou-se de material de baixo custo para a construção desse experimento para que os alunos envolvidos tivessem a oportunidade refazê-los em outros momentos.

Percebemos que as atividades realizadas fora da sala de aula também contribuem com o aprendizado dos alunos. Canalle e Oliveira (1994) realizaram uma atividade extraclasse em que os alunos reproduziam um material que permitia a visualização das proporções entre os planetas e o Sol. Segundo os autores, essa atividade é muito marcante, pois, apesar de ser implementada apenas uma vez, poderá ser lembrada posteriormente. Além disso, atividades reproduzidas pelos alunos tendem a motivá-los durante as aulas.

O educador tem mais possibilidade de conhecer aspectos da estrutura cognitiva, aspectos sociais e as dificuldades no aprendizado dos alunos. Por isso, ele é o mais indicado para produzir materiais de didáticos para os alunos (MEURER; STEFFANI, 2009). Mas, para isso, ele necessita principalmente de tempo disponível para planejar e produzir esses materiais, o que equivale a um obstáculo para a maioria dos educadores.

1.2 Conceitos de Astronomia em Livros Didáticos

A análise de conceitos de astronomia em livros didáticos também tem sido bastante realizada. Muitas pesquisas indicam que os livros didáticos da educação básica apresentam erros conceituais com relação às abordagens sobre astronomia.

Langhi e Nardi (2007) realizaram um trabalho em que questionavam os erros conceituais sobre astronomia encontrados nos livros didáticos. O objetivo da pesquisa era evidenciar os deslizes cometidos no ensino de astronomia para que se tornassem claros aos docentes. Neste estudo, procederam com um levantamento bibliográfico referente aos conceitos astronômicos mais comuns encontrados foram referentes às estações do ano, a Lua e suas fases, os movimentos da Terra, as constelações, as estrelas, as dimensões dos astros, números de satélites e pontos cardeais.

A partir da perspectiva anterior, Langhi e Nardi (op. cit.) propõem que os professores sejam capacitados para que esses erros não sejam repassados para os alunos.

Dá a importância dos professores também frequentarem cursos de extensão ou similares.

Alguns autores realizaram estudos através da análise de livros para encontrar possíveis erros referentes a conceitos de astronomia. Trevisan, Lattari e Canalle (1997) analisaram estes erros nos livros didáticos das editoras Ática e Scipione, com o intuito de que não sejam repassados para os alunos. Foram identificados os conteúdos de astronomia que apresentam mais erros e os que apresentam o maior número de repetições. Em uma minuciosa análise verificaram nos livros:

- O cinturão de asteroides que também está incluído no sistema solar não foi citado;
- Perceberam que a formação do dia e da noite, com o conceito de rotação da Terra, foi tratada de maneira muito superficial;
- Não ocorreu uma explicação correta das estações do ano;
- Não foi feita uma citação das Galáxias do Universo;
- Não ocorreu a citação de luas em outros planetas do Sistema Solar;
- Há uma desatualização dos dados planetários.

Os livros de geografia, por apresentarem conteúdos de astronomia, também foram analisados por alguns autores. Canalle, Trevisan e Lattari (1997) realizaram uma análise de conteúdos de astronomia em livros de geografia do sexto ano do ensino fundamental. Constataram que, em geral, os erros se repetem. Perceberam nos livros analisados que, além das distorções, os conceitos não são bem esclarecidos.

Alguns livros de geografia do sexto ano apresentam informações desatualizadas, destacando conteúdos como o número de satélites, anéis e diâmetros dos planetas. As imagens, ao invés de colaborarem com o entendimento, geralmente, apresentam informações erradas, como por exemplo, o desenho das órbitas que se encontram muito excêntricas para os planetas e a ausência de proporcionalidade em figuras de planetas e seus satélites. Além disso, as fases da Lua são demonstradas através de duplos eclipses mensais e o Sol é encontrado no centro da órbita dos planetas, etc. (CANALLE; TREVISAN; LATTARI, 1997).

Muitas vezes docentes e alunos aprendem o conteúdo de maneira equivocada pelo fato do material disponível ser inadequado, ou por apresentar erros. Segundo Canalle, Trevisan e Lattari (op. cit.) os alunos do sexto ano do ensino fundamental e até

mesmo os docentes, não identificam os erros presentes em livros didáticos, pelo fato de não possuírem conhecimento suficiente para identificá-los. Tanto alunos como professores usam os textos dos livros para aprender sobre os mesmos. Com isso, percebe-se que alguns livros ao invés de colaborar com informações estão levando os leitores a um conhecimento errado.

1.3 Ideias de Professores sobre Conceitos de Astronomia

Alguns estudos foram realizados com o objetivo de identificar conhecimento dos professores sobre conceitos de astronomia. Para isso, Langhi e Nardi (2010) realizaram um estudo com docentes das séries iniciais do ensino fundamental. Questionaram sobre os seguintes assuntos: gravidade, órbita da Terra, estações do ano, fases da Lua e constelações. Apesar dos conteúdos serem essenciais, os mesmos é exposto com erros conceituais, fato esse que demonstra um grande despreparo dos professores participantes da pesquisa para o ensino de conceitos de astronomia.

Através das revisões, constatamos que em muitos casos, alunos não dispõem de conhecimentos astronômicos, pois os docentes também os desconhecem. Gonzaga e Voelzke (2011) constataram que poucos alunos apresentam conhecimentos relacionados a conceitos de astronomia e também que são poucos os professores que dominam esse tema. Por este motivo, esses autores realizaram um curso de extensão universitária, utilizando da aplicação de questionários, palestras e oficinas. Esses questionários foram aplicados antes e depois das palestras e oficinas.

Gonzaga e Voelzke (op. cit.) perceberam que a quantidade de acertos dos questionários aumentou, quando se comparava aos questionários que foram aplicados antes com os que foram aplicados depois das palestras e oficinas. Esse curso permitiu que ocorresse integração entre professores de diferentes disciplinas. Além disso, propiciou mais segurança nas explanações sobre conceitos de astronomia. Em que permitiu mostrara-os professores, o manter-se atualizado para ministrar os conteúdos de acordo com a faixa etária dos estudantes.

Bretones e Compiani (2011) realizaram um estudo da análise do conceito de rotação da Terra por uma equipe de professores da segunda fase do ensino fundamental, os quais participavam de um curso sobre conceitos de astronomia. Perceberam que os princípios de observação e representação nesse estudo podem ser usados para o

desenvolvimento do conhecimento teórico. Os princípios podem ser utilizados por um aspecto específico no ensino.

Alguns professores têm apenas conhecimento sobre astronomia a partir das suas experiências cotidianas, por isso, não tem condições de trabalhar com os alunos os mencionados conceitos. Leite e Hosoume (2007) mostraram algumas maneiras em que alguns professores de ciências imaginam o universo, como as características dos elementos que o compõem e como eles se articulam no espaço. Foi constatado que essas concepções se formam da interação dos mesmos com a realidade. Os docentes que dispõem de pouco conhecimento científico apresentam conhecimento mais próximo da sua experiência cotidiana, o qual se assemelha ao conhecimento do senso comum.

Constata-se ainda que, no ensino fundamental, geralmente a astronomia é abordada de forma tradicional e apenas conceitual. Já as representações são mostradas de forma textual e de figuras bidimensionais (LEITE; HOSOUME, 2007). De acordo com as autoras, para se construir uma aprendizagem mais efetiva sobre conceitos de astronomia é necessária à ocorrência de formações continuadas com professores de ciências.

Langhi e Nardi (2005) relataram as dificuldades de professores em relação a conceitos de astronomia. Como parte de um estudo que tem como objetivo inserir a astronomia durante a formação de professores da primeira fase do ensino fundamental. Esse estudo teve como finalidade mostrar elementos que tornem o ensino de ciências mais eficaz através da elaboração de programas de formação continuada. Os autores constataram as dificuldades de professores nas primeiras séries do ensino fundamental, por isso, esse estudo propunha a elaboração de um programa de educação continuada.

Se os professores apresentam deficiência na compreensão de conteúdos durante a sua formação, isso implicará em dificuldades durante o ensino, pois para reelaborar conhecimento, é necessário conhecê-los muito bem. Entretanto, apesar de se possuir conhecimento é necessário que eles sejam trabalhados de maneira adequada, pois isso depende de cada realidade. Isso só é possível se for analisada a estrutura cognitiva e as necessidades dos professores envolvidos (LANGHI; NARDI, 2005). Para isso, sugeriu-se que os professores sejam submetidos a uma formação adequada, com isso, dispondo de um melhor conhecimento dos conceitos, podendo assim, trabalhá-los com os estudantes.

Harres (2001) afirmou que a evolução conceitual dos professores aumenta à medida que o ensino se aproxima de uma realidade construtivista. Verificou-se que a evolução conceitual mostrou-se frutífera com relação ao estágio de evolução do conhecimento profissional dos professores.

1.4 Concepções de Alunos Sobre Conceitos de Astronomia

Vários estudos foram realizados no sentido de analisar o conhecimento dos alunos com relação aos conceitos da astronomia. Nardi e Carvalho (1996) analisaram a evolução dos conhecimentos de alunos sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. Utilizaram entrevista clínica, através do método clínico ou método da exploração crítica. O mesmo que foi empregado por Piaget e seus colaboradores para o entendimento da estrutura cognitiva de crianças. Através de dados coletados, baseado em diálogos, entrevistas e desenhos com os alunos, os autores perceberam a evolução das noções que se mostraram ter o espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra na concepção dos estudantes.

Através de alguns estudos foi constatado que a maioria dos alunos não dispõe de conhecimento adequado sobre conceitos de astronomia. Há casos em que a concepção inicial sobre conceitos de astronomia predomina até o final da educação básica. Baseado nisso, Machado e Santos (2011) divulgaram os resultados de uma pesquisa que foi realizada com alunos de uma escola pública do sexto ano do ensino fundamental até a terceira série do ensino médio. Esse estudo foi feito com base em um questionário de múltipla escolha, contendo 20 questões. Os temas abordados foram: o ciclo dia-noite; os fusos horários; as estações do ano; as fases da Lua; o movimento da Lua; o movimento aparente do Sol na esfera celeste; os eclipses; as dimensões e distâncias no Universo; o brilho das estrelas e sua observação da Terra. Apesar de ter ocorrido um progresso de conhecimento científico com o decorrer das séries, na maioria dos temas ocorreu um predomínio de concepções que continuaram até o final da educação básica.

Harres (2001) analisou qualitativa e quantitativamente o conhecimento prévio de alunos referente à forma da Terra e o potencial de evolução do conhecimento desses conceitos, com o objetivo de que ocorra evolução nas estratégias de ensino ligadas a esses temas. Segundo o autor, assim como o conhecimento dos alunos, os saberes dos professores também estão em permanente evolução.

O despertar de para a aprendizagem de conceitos de astronomia ou outros, tanto pelos alunos quanto por professores, muitas vezes ocorrem em ambientes externos ao contexto escolar. Nesta perspectiva, Langhi (2009) realizou um trabalho a partir de dados de eclipse da Lua, onde os alunos passaram a madrugada observando o céu. Essa condição gerou certa dificuldade para a implementação da tarefa. Porém, além de estimular os alunos, a atividade desenvolvida também despertou curiosidade aos professores e a comunidade em geral. De acordo com o autor, essa prática mostra a valorização intelectual de professores e estudantes para que se possam obter resultados significativos para o aluno, professor, sociedade, comunidade escolar, científica e amadora.

É necessário que os professores certifiquem-se das ideias dos alunos para trilharem a melhor maneira de levá-los a aprendizagem. Iachel, Langhi e Scalvi (2008) realizaram uma pesquisa que trazia como objetivo a identificação das concepções dos alunos com relação às fases da Lua. Constataram que alguns deles confundem o fenômeno de fases da Lua com os eclipses lunares. Outros professores apresentavam concepções incorretas. Perceberam ainda que os estudantes têm mais dificuldade em descrever esses fenômenos do que desenhá-los. Através desse trabalho foram constatado que os professores devem utilizar novos recursos pedagógicos para propiciarem um aprendizado mais eficiente dos fenômenos astronômicos.

1.5 Cursos Sobre Conceitos Fundamentais de Astronomia

Vários cursos contemplando conceitos de astronomia têm sido ministrados nos últimos anos. Certamente isso se deve a importância que esses conceitos têm assumido na educação científica. Os PCN e os PCN+ sugerem um conjunto de temas e unidades temáticas para auxiliar as escolhas dos professores:

No ensino da *mecânica*, por exemplo, os princípios de conservação dos movimentos e da energia são assuntos de grande relevância e merecem atenção principal. O estudo da *gravitação* é uma excelente oportunidade para discutir temas da astronomia em seus aspectos físicos, históricos e filosóficos. A *física térmica* pode ser estruturada a partir dos princípios da termodinâmica, associada às máquinas térmicas e a aspectos econômicos e sociais, no contexto da Revolução Industrial. O *eletromagnetismo* pode centrar-se nos circuitos elétricos, no estudado campo elétrico e do campo magnético, com possibilidades de introdução aos conhecimentos básicos de eletrônica e sua relação com a tecnologia, assim como indutor de temas da Física do século XX. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias (BRASIL, 2000, p. 56).

Esses são apenas alguns exemplos de recomendações nos Parâmetros Curriculares Nacionais, além de outros de forte relação com aspectos sociais, como as contribuições da Física nas questões ambientais.

Mota, Bonomini e Rosado (2009) desenvolveram um curso de extensão para alunos de ensino médio. Esse curso foi estruturado na tentativa de uma nova abordagem da física. Esses autores destacaram que o estudo das estrelas e de outros corpos existentes no universo possibilita ao aluno ver a física de uma maneira diferente da forma que é apresentada, tradicionalmente. Foi abordado durante o curso conteúdos como visão geocêntrica e heliocêntrica, movimentos de corpos celestes, as Leis de Kepler, buracos negros, evolução estelar, entre outros.

Mini-cursos e cursos de extensão são uma boa alternativa para suprir as necessidades de aprendizagem dos conteúdos que não foram ministrados em sala de aula. Silva, Ribas e Freitas (2008) realizaram um muni-curso para alunos de graduação em ciências exatas e do ensino médio. Esse curso consistia na aplicação de conceitos físicos e matemáticos para a resolução de problemas encontrados para a construção de uma maquete tridimensional da constelação do cruzeiro do Sul.

Darroz, Heineck e Pérez (2011) elaboraram uma proposta em que se fundamentavam na Aprendizagem Significativa para abordarem conceitos básicos de astronomia. Esse trabalho consistia em explanar sobre conceitos básicos de astronomia através de um curso de extensão que foi ministrado durante quatro encontros em uma escola pública de Passo Fundo, RS. Através de avaliações perceberam que essa prática é exitosa e que sua repetição acarreta em sucesso com estudante de nível médio. Nessa proposta foram abordados conteúdos básicos de astronomia, tais como, corpos que compõem o Sistema Solar, universo, galáxias, constelação e evolução das estrelas.

Aroca e Silva (2011) produziram um minicurso relacionado às observações do Sol e manchas solares. Esse trabalho era constituído por pequenos experimentos, observações e diálogos expositivos. Esse minicurso trazia como objetivo mostrar a possibilidade de descrição da evolução das ideias como resultado da interação social com outros indivíduos. Ao verificar o resultado foi constatado que a maioria dos alunos teve a Astronomia presente durante o ensino escolar, porém não possuem em sua estrutura cognitiva noções adequadas das dimensões do Sistema Solar, de seus componentes e de outras estrelas.

Tem se evidenciado que é necessário encontrar outros meios para aumentar a motivação dos alunos com a aprendizagem. Scarinci e Pacca (2006) mostraram os resultados obtidos com alunos do sexto ano do ensino fundamental através de um curso de ciências. Esse trabalho partiu das pré-concepções dos alunos, onde foi utilizada uma metodologia construtivista. Ao final do curso, os alunos traziam o conteúdo de forma mais objetiva e pediam por algumas aulas expositivas.

O ensino de astronomia deveria está mais presente durante as aulas, em virtude de sua importância para o entendimento do universo. A partir dessa perspectiva Longhini (2009) sugere para uma turma de futuros professores de Física uma atividade de introdução ao estudo da Astronomia. O objetivo dessa atividade é dar privilégio as noções de espacialidade, as concepções dos participantes e o resultado da interação entre grupos.

A literatura tem evidenciado que os cursos que contemplam conceitos de astronomia não abordam todos os conteúdos da Astronomia Moderna e Contemporânea. Sendo assim, sugerimos divulgar para professores e ao público em geral a importância de se trabalhar os conceitos da astronomia em uma perspectiva mais abrangente.

No presente trabalho, propomos um material de divulgação sobre as temáticas estrelas, o qual poderá ser utilizado tanto nos espaços formais de aprendizagem quanto, com o público em geral.

CAPÍTULO 2

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Apresentação

No presente capítulo procedemos com uma revisão acerca da divulgação científica em periódicos da área que possuem acesso livre e alguns livros específicos. Acerca da divulgação científica, evidenciamos a sua presença na sociedade, os fatores que levaram a sua expansão, as possíveis contribuições para o público em geral acerca do conhecimento sobre aspectos da ciência. Também foram constatados alguns materiais e meios que são utilizados para a divulgação científica. Identificamos ainda algumas contribuições da divulgação científica, bem como algumas dificuldades dessa.

Presente capítulo é constituído por quatro seções, respectivamente nomeado como segue:

- 2.1. A Divulgação Científica na Sociedade
- 2.2. Materiais e Meios Utilizados para Divulgação Científica
- 2.3. Contribuições da Divulgação Científica
- 2.4. Dificuldades Encontradas na Divulgação Científica

2.1 A Divulgação Científica na Sociedade

A atenção do homem sempre esteve ligada com investigações e descobertas. Como reflexo destas, ao longo dos séculos, a ciência tem experimentado as mais diversas fases. A mídia ao aproximar os avanços da ciência e da tecnologia com a população, através da divulgação científica, mostra que o conhecimento científico não é produzido apenas para os especialistas da área (OLIVEIRA, 2011).

Segundo Pratico (2003, apud Araújo, Caluzi e Caldeira, 2006) a ciência está sendo comunicada quando for relacionada com necessidades e problemas do ser humano.

Entre vários fatores, um que leva a sociedade a buscar conhecimento é a curiosidade. Segundo Strack, Louguércio e Pino (2009), através das reportagens científicas que surgem os objetos de curiosidade em relação à ciência. Quando a divulgação científica ocorre através de demonstrações práticas, imagens e sons, o que ocorre principalmente em feiras de ciências e museus dinâmicos, objetiva-se despertar a atenção dos presentes de maneira rápida e focada (ARAÚJO; CALUZI; CALDEIRA, 2006).

A construção de conhecimentos e transformações de culturas, atualmente, também se encontram associadas à mídia. Devido ao acesso e espaço no cotidiano, formulou-se o conceito de *pedagogia da mídia*, que ultrapassa, em momentos, as pedagogias acadêmicas e escolares. Alguns pesquisadores afirmam que a área da divulgação científica está sujeita a discussões, por isso, eles destacam que os autores devem legitimar a área de sua publicação através de sua autoridade e competência para discussões (STRACK; LOUGUÉRCIO; PINO, 2009). Por isso, é necessário destacar a importância da escolha da área a ser utilizada para divulgação.

As reportagens científicas sobre temas variados que aparecem em jornais utilizam a ciência para tornar válida a “verdade” das coisas, com o seu discurso para divulgação (STRACK; LOUGUÉRCIO; PINO, 2009). É necessário adequar à linguagem. De acordo com Zamboni (2001, apud ARAÚJO; CALUZI; CALDEIRA, 2006) a divulgação científica equivale à reformulação do discurso científico em um discurso acessível ao público em geral.

De acordo com alguns autores, a ciência deve ser divulgada e destacada a sua importância para ser considerada válida. Por este motivo, Strack, Louguércio e Pino (2009) argumentaram que a mídia utiliza os fatos científicos para validar os saberes e não apenas para informar bem ou mal sobre os fatos científicos. Em relação a isto, a

questão mais relevante é que a mídia informa aos estudantes não só o que é importante na ciência, mas, o que consideram como mais importante. Outro fator de destaque é que a divulgação científica também permite que os especialistas fiquem informados.

Segundo Mendes (2006) há uma relação entre a divulgação científica e a ciência e isso levam a uma hegemonia com os não cientistas. Mas para que a divulgação científica ocorra são necessárias algumas condições. Conforme Araújo, Caluzi e Caldeira (2006) a divulgação científica não pode ser produzida em um vazio social. É necessária a presença de um emissor, tempo, lugar e motivos ocorrendo em uma dimensão ideológica.

Com o decorrer do tempo, a divulgação científica associou-se diferentes objetivos para obter prestígio. Conforme Mendes (2006), no século XIX, era necessário que a sociedade fizesse uma associação entre ciência e progresso para reconhecer a valorização do trabalho científico. Isso era uma forma do cientista obter reconhecimento e patrocínios financeiros para suas pesquisas. Então, percebe-se que durante essa época a prática na ciência tinha como característica principal o compromisso do conhecimento com a utilidade e a especialização.

Não se deve confundir divulgação científica com disseminação científica. De acordo com Zamboni (2001, apud Araújo, Caluzi e Caldeira, 2006), a disseminação científica ocorre quando for dirigida ao público especializado. Já a divulgação científica é dirigida ao público em geral.

2.2 Materiais e Meios Utilizados para Divulgação Científica

Ao se falar de divulgação científica, imagina-se qualquer tipo de comunicação, em que, através de rigores científicos sejam expostas idéias, pontos de vista, imagens ou qualquer resultado de um trabalho efetuado. Existem diversos materiais e meios que são utilizados na divulgação científica. Entre os materiais, podemos citar os textos de divulgação científica, revistas, materiais para experimento e imagens. Entre os meios de divulgação científica podemos mencionar os museus, internet e workshop e vários outros. Uma das formas de melhorar a compreensão da ciência é através da mídia, museus e centros de ciências (ARAÚJO; CALUZI; CALDEIRA, 2006).

Em aulas, palestras, seminários, conferências, mesas redondas e etc., a forma mais abrangente para divulgação científica é a fala. No entanto, a forma mais utilizada é o material impresso (ARAÚJO; CALUZI; CALDEIRA, 2006).

Marques et al (2011) realizaram um trabalho em que foram produzidos materiais como revistas, roteiro de rádio e blog na internet. O objetivo desse material era reduzir a distância entre a ciência e a tecnologia, como também ampliar os saberes científicos e tecnológicos da população de forma que aumente o senso crítico dos indivíduos através das informações que aparecem no dia-a-dia.

Um dos grandes desafios enfrentados por professores consiste na superação de conceitos e explicações científicas feitas de maneira tradicional. Por este motivo, Pereira e Terrassa (2011) propuseram a utilização de objetos, analogias, experimentos, imagens e textos, com o objetivo de aumentar o aprendizado em ciências das crianças. Considera-se necessário que os professores de todas as áreas, e não só de ciências, sejam capacitados, no sentido de melhorarem o êxito durante as etapas de ensino (PEREIRA; TERRAZAN, 2011).

Um dos meios de divulgação científica que surgiu recentemente foram os blogs. Segundo Afonso (2008), os blogs de ciências atuam como uma condução importante na dispersão de mensagens científicas. No entanto, esses meios de comunicação, apesar de começarem a surgir ainda atuam de forma tímida. Qualquer pessoa que tenha acesso a computador e internet pode usufruir desse meio de divulgação. As ferramentas e aplicações que são encontradas na internet podem ser obtidas através de um software gratuito, com isso, ocorre um aumento do uso desses meios pelo motivo de ter um custo quase nulo. Acredita-se que esses meios contribuem para a divulgação científica, aumentando a disponibilidade das informações para um grande número de pessoas (CEONI, 2009).

Ferreira e Queiroz (2006) realizaram um trabalho que mostram experiências encontradas através do uso de textos na divulgação científica durante o ensino de ciências. Perceberam que ocorrem diferenças entre as estratégias aplicadas com os objetivos almejados. Por isso, é necessário discutir experiências que foram conseguidas por pesquisadores/professores através da utilização de textos de divulgação científica.

Guzzi e Ferreira (2008) mostraram que a utilização de textos de divulgação científica nas escolas tende a mudar a percepção dos alunos e até de docentes em relação à ciência e a tecnologia. Logo, estimulam a busca de materiais desse gênero.

Os textos de divulgação científica de autoria de jornalistas apresentam o conhecimento especializado de maneira traduzida, ou seja, equivale a uma contextualização do conhecimento científico, o que não equivale a uma redução do conteúdo (OLIVEIRA, 2011).

Os textos de divulgação científica atuam como instrumento distinto dos livros didáticos. Deve-se destacar a valorização crítica de conteúdos dos aspectos críticos e tecnológicos, como também a necessidade de interação entre docentes e estudantes (GUZZO; FERREIRA, 2008). A escolha, seleção e utilização de textos de divulgação científica em aulas vêm implicar o estudo das características desses materiais, com destaque na clareza dessas das motivações (RIBEIRO; KAWAMURA, 2011).

O aprofundamento de discussões com docentes referentes à incorporação didática do texto de divulgação científica e a preparação de professores para seu uso foram sugeridas por trabalhos que estão ligados a formação de professores. Logo, percebe-se que devemos promover experiências com textos de divulgação científica e outros textos (FERREIRA; QUEIROZ, 2006).

Através do nascimento de sociedades científicas deu-se o aparecimento da divulgação científica. Deu-se o crescimento de revistas científicas, atividades de divulgação científicas e meios para a realização da divulgação científica em si. Surgiram também os museus de ciências que são exposições que atraem e seduzem a maioria do público. Começaram a aparecer os workshops voltados para o público infantil, como também as sessões de teatro científico (AFONSO, 2008).

Um material de divulgação científica que é destaque são as revistas. Ribeiro e Kawamura (2011) realizaram um trabalho de divulgação científica para crianças. Neste, utilizaram a revista *Ciência Hoje*, pelo fato da mesma ser reconhecida por seus textos e gráficos. Para fazer a análise, primeiramente foi feita uma caracterização do periódico com relação ao formato, composição e temas ligados à Física. Logo depois, foram escolhidos alguns textos para que pudessem ser verificadas as suas potencialidades. O objetivo desse trabalho era mostrar a professores as potencialidades dessa revista, como também indicar aos professores formas de aplicar esse material durante a aula.

Gomes, Fusinato e Neves (2010) perceberam um aumento na utilização de textos de divulgação científica de jornais e revistas durante as aulas de Física e, por este motivo, tiveram a ideia de realizar uma pesquisa relacionada ao tema. Constataram que na Revista *Ciência Hoje* todos os artigos são escritos por cientistas da área. Já na revista *Super* interessante os artigos são escritos por jornalistas. Os autores da revista *superinteressante* utilizam-se da mescla de conceitos de vários cientistas para elaborar o conteúdo.

Linguagens e discursos diferenciados abordam temas da atualidade e estão presentes nos materiais de divulgação científica, por isso, tendem a ser utilizados como material de apoio ao professor em sala de aula (RIBEIRO; KAWAMURA, 2011).

O espalhamento da ciência equivale ao processo de transferência de informações. Estes são transcritos através de códigos, onde o público é distinto de especialidades. É realizada em dois níveis, que pode ser interpretada como a comunicação encontrada dentro da comunidade científica, são elas: 1) Entrapores: dirigida ao público especializado de uma mesma área do conhecimento e 2) Extrapores: as informações circulam para especialistas de outras áreas de conhecimento (MENDES, 2006).

De acordo com alguns autores são poucas as iniciativas que possuem potencial da divulgação, com isso, tem sido relegada a responsabilidade daqueles que possuem menor inserção social, como exemplo, pode-se citar os museus interativos de ciências (VALÉRIO; BAZZO, 2006). Para alguns, os museus são vistos como “vitrines do tempo”, neste caso, como lugar de guarda e exposição de objetos e fatos importante que ocorreram durante a história. É evidente que ainda são bastante controversas as concepções e finalidades dos museus (GONÇALVES; NORONHA, 2011).

Nos ambientes que possuem museus de ciências, centros de ciências e clubes de ciências a participação e a interação são ações privilegiadas. Nesses ambientes há preocupação com a formação científico-cultural dos visitantes. Conforme Gonçalves e Noronha (2011) os museus podem se tornar espaços para ajudar nas etapas da aprendizagem, desde que sejam bem explorados. Com isso, podem atender diversos fins didáticos e pedagógicos para os educadores.

Portela e Carlos (2011) realizaram um trabalho que trazia como objetivo mostrar atividades que foram criadas nesses espaços. Para isso foram feitos alguns fundamentos como a noção de cultura científica, problematização e diálogo e articulação entre área e conhecimento.

As concepções e avaliações dos visitantes dos museus são modificadas através das informações, experimentos e possibilidades de interações que são encontradas em exposições científicas. Isso pode contribuir através de mudanças que são ocasionadas devido a atitudes que são encontradas diante do conhecimento científico (SOUZA; SIQUEIRA, 2011). De acordo com Araújo, Caluzi e Caldeira (2006) os museus devem apresenta-se com um contexto acessível ao visitante. Neste caso, não é obrigatório que

nesse espaço contenha uma educação formal para que os conhecimentos sejam adquiridos.

Atualmente as funções dos museus são diferentes daquelas que possuíam em algum tempo anterior. Os museus eram usados para expor e acomodar objetos antigos. Atualmente, esse espaço é procurado por visitantes para a busca de conhecimentos gerais (CARVALHO; PACCA, 2011). Por outro lado, os museus podem tornar-se o início de importantes informações sobre o desenvolvimento social e o progresso da ciência, propiciadas através da divulgação da ciência relacionada a uma comunicação larga e diversificada (GONÇALVES; NORONHA, 2011).

Segundo Fragolente et al (2011) as atividades de museu buscam levar a compreensão de alguns conceitos. De acordo com esses autores a avaliação de participantes de projetos levam os alunos a conseguirem estruturar sua estrutura cognitiva através do interesse e da compreensão pela a ciência. Estes autores destacaram que projetos como os museus, que são criados para serem utilizados no espaço de ensino não formal, propiciam uma contribuição ao indivíduo, quando este é tratado como um construtor de conhecimento científico.

Os museus têm grande importância na divulgação da ciência. Segundo Souza e Siqueira (2011) os museus, assim como outras fontes de divulgação científica, ajudam no processo educativo quando ligam as idéias prévias com as concepções científicas aceitas. E isso ocorre por meio da observação e manuseio de experimentos ou alguma outra atividade encontrada nesses espaços.

Outros ambientes utilizados para a divulgação científica são os clubes de ciências e o teatro. Segundo Portela e Carlos (2011) os clubes de ciências apresentam uma maneira de reunir pessoas com o conhecimento científico-tecnológico. Segundo Siqueira (2011) o conhecimento científico pode ser obtido de uma forma prazerosa e lúdica através do teatro, destacando que é possível mesclar os aspectos, incluindo a história, como forma de levar a construção de modelos científicos.

Carvalho e Pacca (2011) analisaram a atuação de monitores na Estação Ciência em São Paulo, através de uma interação que foi realizada com alunos da segunda fase do ensino fundamental, quando estavam visitando o museu. O objetivo das interações era que os estudantes saíssem estimulados após a visita do museu. Percebeu-se que o monitor foi capaz de levar os estudantes a interação manual, cognitiva e afetiva. Os monitores em museus contribuem com a divulgação científica, pois leva os visitantes a

se relacionar com a natureza, com a sociedade e com os outros visitantes. Percebe-se que os monitores conseguem cumprir com eficiência essas formas de interação.

Os livros que são comprometidos com a divulgação da ciência, diferentemente de artigos veiculados a jornais e revistas, não possuem o empenho acadêmico rigoroso de estudo de grandes obras (BERTOLLI, 2007).

De acordo com Pereira e Terrassa (2011) os constituintes de textos têm chamado à atenção de cientistas que julgavam relevantes estudos que contemplavam o uso mais consciente e adequado da linguagem. Segundo os autores, as linguagens, além de contribuírem com a ciência permeiam outras áreas de conhecimento. Por isso, analisaram um trabalho científico voltado ao letramento infantil. Neste trabalho eles procuraram a identificação de publicações utilizadas como material de apoio para o ensino de ciências com crianças, ou que pelo mesmo tivessem esse potencial, ou seja, de serem utilizados didaticamente. Além disso, ocorreram pesquisas com publicações que identificassem o objetivo comunicativo da potencialidade.

A partir da análise dos trabalhos escritos percebemos os motivos que levaram ao desenvolvimento de materiais, tanto da divulgação científica como do ensino. Isso pode ser obtido pelo motivo da estratégia da produção e apresentação dos modelos didáticos possibilitarem a instrumentalização do futuro do professor (NASCIMENTO JR; SOUZA, 2009).

2.3 Contribuições da Divulgação Científica

A divulgação científica possui várias contribuições, entre elas disseminar conhecimento das mais diversas áreas da ciência. De acordo com Bertolli (2007) a ciência tem se mostrado mais capacitada para a destruição do que para a preservação da vida humana. Isso permite que a divulgação científica mostre disfunções encontradas na ciência, como responsabilidade dos pesquisadores, dirigentes institucionais e lideranças políticas que não tem compromisso com seus semelhantes e a sociedade em geral. A partir disso, revela-se o favorecimento do mau uso do conhecimento científico.

Atualmente a divulgação científica está aumentando, em virtude de a mesma acompanhar o próprio desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia (ARAÚJO; CALUZI; CALDEIRA, 2006).

A divulgação científica, ao ser percebido pelo grande público, contribui para construção de percepções contrárias. Com isso, alimentam a maneira de como a ciência é vista e do mundo pelo qual ela nasce. Em suma, personagens sociais buscam outras

encostas com o objetivo de avaliar fatos ligados a questões científicas (BERTOLLI, 2007). Uma criança ao ficar fascinada por um museu ou um centro de ciência, futuramente isso poderá estimulá-la para seu aprendizado (ARAÚJO; CALUZI; CALDEIRA, 2006).

Segundo Sula íman (2011), a sociedade deseja o partilhamento da ciência e da tecnologia quando as descobertas estão ligadas com a qualidade de vida, com o ambiente e com a saúde. Assim, a divulgação científica possui caráter educativo, além de informativo, através da construção da qualificação da opinião pública. Conforme Afonso (2008), para que os cidadãos desenvolvam capacidade de fazer suas escolhas individuais, mesmo estando em sociedade, faz-se necessário que tanto o conhecimento científico quanto o tecnológico entre em sua vida e permitam modificar o seu hoje e o seu futuro, tendo como resultado a compreensão e a crítica.

Conforme Sulaiman (2011) a ciência é indiscutível neutra e objetiva, pois apresenta um conceito limitado. Colocamos a tecnologia como solução para todos os males, entre eles os que estão ligados ao meio ambiente. A sustentabilidade na escola tem como papel os alunos informados com as descobertas científicas e as inovações tecnológicas, como também auxiliar com a análise de suas lógicas de produção e dos impactos econômicos e socioculturais. Outro papel é mostrar e comparar novas formas de ver o meio ambiente sem ser a partir de ideias submissas em que a ciência é vista como uma salvação e sem está sob o paradigma da sustentabilidade.

Mendes (2006) em seu trabalho enunciou que quando a ciência é vista como um processo contínuo de construção de explicações sobre o mundo natural, a divulgação científica é vista de maneira crítica. Neste caso, a população é engajada como participante no processo de descoberta, através de críticas no processo científico. Entende-se, então, que a divulgação científica atua como um meio para despertar a crítica na sociedade, o que equivale como um ponto positivo para obtenção do conhecimento.

Ainda de acordo com Mendes (2006) a divulgação científica cede à sociedade a oportunidade de avaliar a ciência com suas próprias normas culturais e valores.

A divulgação científica equivale ao conjunto formado pela prática científica e a relação da sociedade com a ciência que é produzida. De acordo com Afonso (2008), a sociedade exige conhecimentos de variadas matérias, onde é fundamental aprender, pois a mudança está sempre ocorrendo.

A divulgação científica influi, a partir de uma perspectiva social, na construção e manutenção de uma sociedade democrática, através da participação da educação científica (MENDES, 2006).

Existem alguns recursos que não são mais utilizados que podem contribuir para a divulgação da ciência. Segundo Portela e Carlos (2011) são necessários resgatar os clubes de ciências, pois os mesmos contribuem com a formação científico-cultural do país. As peças teatrais ajudam na compreensão da relação entre sujeito e conhecimento, através de emoções, sentimento, além de despertarem o interesse pelo conhecimento científico (FREGOLENTE et. al 2011).

Uma forma de facilitar o conhecimento é através da motivação. Segundo Pereira et. al. (2011) quando ocorre uma interação dos alunos com uma atividade e se eles se interessam pelos conteúdos, tornam-se motivados. Essa condição tende a fazer com que o estudante amplie seu conhecimento na área. Segundo Araújo, Caluzi e Caldeira (2006) os museus, como também os centros de ciências aumentaram o potencial na educação nos últimos anos, através de exposições e técnicas educativas.

Com base nos argumentos dessa seção percebe-se que divulgação científica deixa que as pessoas entendam o mundo e entendam as novas descobertas e também o progresso da ciência, com destaque na educação científica. A comunicação científica é vista como parte da produção do conhecimento científico (BUENO, 2010).

2.4 Dificuldades Encontradas na Divulgação Científica

Existem várias situações ocorridas durante a divulgação científica, as quais dificultam a mesma. Entre as principais pode-se citar a deficiente formação profissional dos divulgadores, que geralmente são jornalistas e não sabem lidar com temas relacionados com a Ciência e a Tecnologia; outro motivo é a falta de interesse de grande parte dos cientistas-pesquisadores em comunica-se com o público leigo; a carente formação básica desse público; a diversidade de cultura com relação à ciência e tecnologia insuficiência das instituições de pesquisa com o compromisso social; a infrequente relação entre a mídia e interesses corporativos, e, a principal de todas elas, potencial educativo de divulgação com limitada valorização (VALÉRIO; BAZZO, 2006).

A divulgação científica só não é mais eficaz pela falta de recursos e meios para seu sucesso. Criar e manter clubes de ciências possui desafios como a organização, recursos financeiros e disponibilização de tempo (PORTELA; CARLOS, 2011).

De acordo com Souza et. al. (2011) a Física experimental, em particular o estudo de Astronomia, passa por muitas dificuldades entre elas: grande número de alunos durante a aula, reduzido número de aulas de Física, ausência de alguns materiais necessários para o desenvolvimento de experimentos e falta de conhecimento dos professores.

Apesar dos textos de divulgação científica despertar o prazer da leitura e serem bons meios da divulgação científica, de acordo com alguns professores é amplo e não existe estrutura para colocá-los em ambientes educativos (SIQUEIRA, 2010). A partir desse argumento entende-se que é necessário modificar alguns materiais e meios da divulgação da ciência para quase possa obter êxito na aprendizagem.

Segundo o modelo de déficit, que orientou pesquisas de divulgação científica, em que o conhecimento científico formava um corpo reconhecido de informações, onde o público seria um grupo com falhas e falta de conhecimentos científicos que precisam ser corrigidos, descrevem um enfoque de aprendizagem do público e da função de divulgação científica (MENDES, 2006).

É necessário modificar grande parte dos meios de divulgação científica. Conforme Bazzo (2006) a maior parte dos meios de divulgação científica pouco se preocupa com a questão educativa, até o presente momento. Dessa forma não forma cidadãos que possam contribuir através de críticas referentes à Ciência e à Tecnologia.

CAPÍTULO 3

ESTRELAS

Apresentação

No presente capítulo, esboçamos um referencial teórico sobre as estrelas, com destaque para as características do seu nascimento, da sua constituição e de sua classificação. Também será abordado como ocorre a evolução estelar e quais os fatores que levam as estrelas a se tornarem uma *Anã Branca*, uma *Estrela de Nêutrons* ou até mesmo, um *Buraco Negro*.

As abordagens anteriormente mencionadas foram esplanadas através das seguintes seções, com algumas delas organizadas em seções secundárias:

- 3.1. Estrutura, Localização e Extensão das Estrelas.
- 3.2. Os Estágios de Vida de uma Estrela
- 3.3. Caracterização das Estrelas

3.1 Estrutura, Localização e Extensão das Estrelas

As estrelas dispõem de características que a maioria das pessoas desconhece. As estrelas são preenchidas por nuvens de poeira e gás. E ainda, o melhor dos vácuos já produzidos em laboratório, é menos rarefeito do que o meio interestelar. O interior das estrelas consiste, basicamente, de moléculas de hidrogênio e não é uniforme, sendo também uma região de baixa temperatura. Ou seja, bem diferente do que a maioria das pessoas pensa. São bilhões de estrelas que formam as galáxias (IVANISSEVICH; WUENSCHKE; ROCHA, 2010).

As estrelas se formam a partir de nuvens de poeira e gás, segundo grande parte das hipóteses existentes. Inicialmente, essas nuvens vão aumentando o seu tamanho em razão da atração de matéria por conta da gravidade. Em seguida, a temperatura aumenta após atingirem toda a sua extensão. Com o aumento da temperatura, inicia-se a fusão, resultando na formação de uma estrela. As estrelas com pequena massa são menos luminosas e possuem temperaturas efetivas menores do que as estrelas com grande massa, o que já era esperado (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006).

As cores das estrelas indicam a temperatura da superfície estelar, pois elas emitem a luz da forma como qualquer outro corpo o faz. Com isso, percebe-se que a cor das estrelas não equivale a uma ilusão óptica (HORVATH 2, 2008). Ao contrário do que se pensam, estrelas vermelhas possuem as mais baixas temperaturas, as amarelas possuem temperaturas médias e as brancas e azuis possuem as mais elevadas temperaturas.

Pode-se calcular o fluxo da radiação de uma estrela através da relação:

$$Fluxo = \theta T^4 \quad (1)$$

Onde, θ é uma constante. Esta equação é conhecida como lei de Stefan-Boltzmann e equivale na relação entre a energia radiante e a temperatura do corpo (HORVATH, 2008).

Tem-se que o produto da área pelo fluxo resulta na energia por segundo através da equação:

$$L = \text{área} \times \text{fluxo} = 4\pi R^2 \times \theta T^4 \quad (2)$$

E estando a uma distância d da estrela:

$$Fluxo = \frac{L}{4\pi d^2} \quad (3)$$

Estas relações deram origem a um diagrama que mostra a luminosidade versus temperatura da superfície emissora T . Nele, percebe-se que a evolução de uma estrela depende tanto da luminosidade como da temperatura. O tempo necessário para que uma estrela saia da sequência principal dependerá de sua massa.

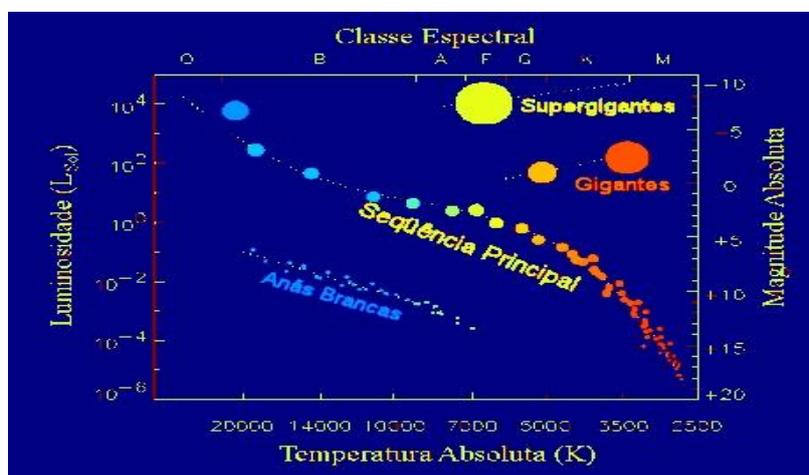


Gráfico 1: Gráfico da luminosidade x temperatura das estrelas¹

A estrela mais próxima de nós é a *Alfa do Centauro*, com uma distância de 4,2 anos-luz, aproximadamente. Mas, apenas para algumas estrelas é possível medir a distância até nós. O Sol, por exemplo, ficaria invisível a olho nu se fosse afastado de nós 20 anos luz (FRIANÇA, 2008). Com isso, percebe-se que a luminosidade da estrela não está ligada apenas com o seu tamanho, mas também com a distância que se encontra do observador.

O parâmetro mais importante das estrelas é a massa. É através da massa que se pode saber como será a evolução da estrela. Esta só poderá ser aferida quando duas estrelas estão ligadas gravitacionalmente em um sistema duplo. Através do deslocamento Doppler sofrido pelas linhas espectrais, é possível determinar a massa das estrelas com a força da gravidade. As massas das estrelas variam de 0,08 a 120 massas solares. Por outro lado, a extensão da matéria das estrelas varia de alguns quilômetros a centenas de milhões de quilômetros (FRIANÇA, 2008).

¹ Fonte: <http://scudnews.wordpress.com/2012/07/16/curiosidade-do-dia-254>

3.2. Os Estágios de Vida de uma Estrela



Figura 1: Ciclo de vida das Estrelas²

Assim como evidenciam os dados do Gráfico 1 e da Figura 1, o estágio de vida de uma estrela depende da relação entre luminosidade e temperatura. Além disso, a evolução estelar também depende de sua massa inicial.

3.2.1. O Nascimento de uma Estrela ou Embrião Estelar

Após a fusão do hidrogênio por bilhões e bilhões de anos, a protoestrela (fase inicial de formação da estrela) entra em equilíbrio e com isso nasce uma estrela. Assim que a estrela nasce, a luminosidade torna-se infindável. As estrelas nascem em aglomerados estelares. Em seguida, elas se separam e ficam sozinhas, em duplas ou em pequenos grupos (IVANISSEVICH; WUENSCHÉ; ROCHA, 2010).

As estrelas de menor massa apresentam melhores condições de desenvolvimento que as estrelas de maior massa. De acordo com Ivanissevich, Wuensche e Rocha (2010) as estrelas de maior massa apresentam período de infância e vida adulta menor do que as estrelas de menor massa. Por outro lado, as estrelas de menor massa vivem em condições mais normais do que as estrelas de maior massa. À medida que as camadas externas das estrelas aumentam, não só o raio aumenta como também a luminosidade. Após isso, a fase que vai da infância a idade adulta se completou.

²Fonte: <http://senhoresdafisica.blogspot.com.br/2012/09/evolucao-estelar.html>

No nascimento de uma estrela ocorre uma explosão de outra estrela nas vizinhanças de uma nuvem e oscilações em larga escala, onde a nuvem se encontra. Logo depois do nascimento da estrela ela causa flutuações de densidade que atuam como atração gravitacional, atraindo toda a matéria que está em sua volta (IVANISSEVICH; WUENSCHÉ; ROCHA, 2010).

A massa presente no nascimento de uma estrela representa o embrião que, dependendo do tamanho da massa condensada, poderá se tornar ou não uma estrela. Essa quantidade de massa é quem determina a forma da evolução. Porém, em todas ocorrem reações nucleares sucessivas. Depois que o hidrogênio se transforma em hélio, dar-se início a um novo ciclo que terá como resultado final átomos de carbono. No entanto, para que esse processo ocorra é necessário que a estrela atinja a temperatura de 10^8 K. À medida que o hidrogênio é consumido, a estrela envelhece. Em estrelas de pequena massa ocorre um fato não esperado: a luminosidade permanece constante à medida que o raio aumenta (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006).

3.2.2. Evolução e Morte das Estrelas

As estrelas de massas menores evoluem mais lentamente que as estrelas de massas maiores (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006). A massa inicial do Sol, por exemplo, equivalia a 25 massas solares, diâmetro de 500 trilhões Km e uma temperatura de 40 K (-223° C) (FRIANÇA, 2008).

A luminosidade (L) e a temperatura efetiva (T_e) são duas grandezas importantes para serem discutidas na evolução estelar. A luminosidade equivale à potência total irradiada pela estrela sobre a Terra e depende da distância (r) entre a estrela e a Terra (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006). Para se calcular a luminosidade (L) de uma estrela utiliza-se a equação:

$$L = 4\pi r^2 f \quad (4)$$

Onde: r = distância entre a estrela e a Terra e f = brilho aparente da estrela na Terra.

Pode-se calcular a distância entre a Terra e uma estrela através do movimento aparente da estrela produzido pelo movimento da Terra em torno do Sol. Entretanto, essa técnica só pode ser utilizada para estrelas próximas. É possível determinar o ângulo de estrelas próximas do Sol usando o método do ângulo da paralaxe (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006).

Podem-se representar os estados que as estrelas assumem durante a evolução a partir do gráfico da luminosidade em função da temperatura efetiva, conforme já foi mencionado na seção anterior. A medida de linhas de absorção de hidrogênio e hélio na atmosfera da estrela é o que estima a temperatura efetiva de uma estrela. Uma estrela pode se transformar em uma *Anã Degenerada*, uma *Estrela de Nêutrons* ou um *Buraco Negro*, isso vai depender da massa da estrela, principalmente a massa do núcleo (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006).

Segundo Horvath (2008) as *Anãs Brancas* são originadas de estrelas que possuem massas inferiores a 8 massas solares. As estrelas com massas superiores conseguem fundir o carbono, dando início a outro ciclo nuclear. As estrelas massivas apresentam uma estrutura de “cebola” antes de um desabamento. Nela, encontram-se as sucessivas camadas em que os ciclos nucleares estão ocorrendo.

As estrelas de maior massa consomem hidrogênio mais rapidamente do que as estrelas de massas menores. A massa da estrela é proporcional à quantidade de energia, como se pode perceber através da relação $E = mc^2$. Esta energia total disponível é o que determina o tempo de vida da estrela (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006).

Conforme Friaça (2008) existem dois tipos de morte estelar e isso depende da massa da estrela. Quando ela possui massa inferior a 8 massas solares, perde grande parte de sua massa na fase de queima de hélio. Já as estrelas maiores (10 a 40 massas solares) morrem de um modo explosivo através da fundição dos núcleos atômicos, fabricando todos os elementos químicos desde o hélio até o ferro.

Se a estrela tiver menos de 1,5 massas solares, seu destino será uma estrela de nêutrons. Estas equivalem a enormes núcleos atômicos, com raios de alguns quilômetros. A repulsão de spin de nêutrons é o que ocasiona a pressão que equilibra a gravidade (FRIANÇA, 2008).

Há duas coisas que são determinantes no destino final das estrelas: primeiramente se ela se encontra em um sistema binário ou múltiplo; e depois, da massa inicial. Caso a estrela não faça parte de um sistema binário ou múltiplo, então o seu destino final dependerá exclusivamente da massa estelar inicial (OLIVEIRA; SARAIVA, 2004).

Segundo Oliveira (2004), para as estrelas com massas entre 0,8 e 10 massas solares, passará pelas fases de gigante e supergigante ao consumirem o hidrogênio no centro. Após isso ejetarão uma nebulosa e se tornarão uma *Anã Branca*, onde terminará sua vida. Por outro lado, se a estrela no início de sua vida possuir massa entre 25 e 100

massas solares, após a fase de supernova se tornará um buraco negro. Já as estrelas com massas acima de 100 massas solares evoluirão como uma estrela de até 100 massas solares. Um exemplo desse tipo de estrela é a estrela *Pistola*.

As reações nucleares que ocorrem no interior das estrelas geram os elementos químicos que são ejetados nas explosões das *Supernovas*, como o carbono e outros elementos que formaram os planetas e, até mesmo, os seres humanos, produzindo a evolução química do Universo. À medida que a luminosidade de uma estrela aumenta ela se torna mais vermelha e aproxima-se do ramo das gigantes. As estrelas saem da sequência principal ao consumirem o hidrogênio do núcleo. Um estrela com massa de 0,1 massa solar sairá da sequência principal após 3 trilhões de anos.

Quanto maior a massa de uma estrela mais rápida será a sua evolução. De acordo com Oliveira (2004) após passarem pela fase de gigantes, as estrelas vão para a fase de supergigantes, onde atingem temperaturas nucleares de bilhões de Kelvin. Uma estrela com massa de 30 massas solares, por exemplo, levará um período de 70 milhões de anos em sua evolução.

As estrelas ainda podem se classificar por Subgigantes, Gigantes e Supergigantes. Quanto mais massiva a Estrela, menor é a diferença de luminosidade entre a sequência principal e a fase de supergigante vermelha. As Estrelas menos massivas que 50 massas solares, depois de saírem da sequência principal passam pela fase de supergigante vermelhas. As mais massivas, entretanto, ao se tornarem hipergigantes azuis, ficam instáveis, sendo chamadas de variáveis luminosas (FRIANÇA, 2008).

3.2.2.1. Buracos Negros

O buraco negro não possui superfície, porém é considerado como um remanescente estelar. Ainda não foi descoberta pelos pesquisadores a existência de um valor de massa de estrela na qual ela possa formar, durante um colapso, um buraco negro. O produto final de até 50-100 massas solares formam os buracos negros. Quase todos os astrônomos estão convictos de que um conjunto de estrelas compactas que não são observáveis são buracos negros (HORVATH, 2008).

Os buracos negros possuem um campo tão intenso que produz a formação de um horizonte de eventos, ou seja, uma região do espaço-tempo desconectada do Universo exterior, o que equivale um fenômeno único. Por isso, os buracos negros são de extrema

importância para os físicos e astrônomos, em razão das condições do campo gravitacional que produzem (HORVATH, 2008).

Conforme Tipler e Llewellyn (2006), quando o comprimento de onda é menor que o raio da estrela, R_S , até uma massa M , tanto a radiação, quanto objetos não escapam da superfície da estrela. Assim, os buracos negros parecem totalmente negros porque não emitem nem refletem radiação. O raio da estrela é dado pela relação:

$$R_S = \frac{2GM}{c^2} \quad (5)$$

O primeiro conceito de buraco negro surgiu quando Laplace, em 1775, percebeu que, caso a densidade de um corpo aumentasse significativamente, nem a luz escaparia dele. Na década de 1960, após as descobertas dos *Quasares*, os mesmos foram associados aos buracos negros, onde passaram a ocupar a atenção dos astrônomos (FRIANÇA, 2008).

3.2.3. Eventos Cataclísmicos

As *Nebulosas Planetárias*, as *Novas*, as *Supernovas*, as *Estrelas de Nêutrons*, os *Pulsares*, as *Anãs Brancas* e até os *Buracos Negros* correspondem à fase final de vida das estrelas. Gigantescas explosões e outros eventos cataclísmicos, além de fazerem parte do ciclo vital das estrelas formam os elementos necessários para a geração de novas estrelas (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006).

Não ocorrem explosões catastróficas em estrelas com massa parecidas com o Sol, haja vista que estas não conseguem atingir temperaturas para esse fenômeno (IVANISSEVICH; WUENSCHÉ; ROCHA, 2010).

As *Novas e as Supernovas* são eventos cataclísmicos formados a partir do início de reações termonucleares descontroladas, fato que causa o aumento rápido da luminosidade das estrelas (OLIVEIRA, 2004). As *Novas* são associações de apenas duas estrelas (binárias) as quais têm um período de vida que pode variar de algumas horas, até milhões de anos. Quando duas estrelas binárias movem-se em orbitas circulares existe um ponto sobre a linha que liga o centro das estrelas em que a força resultante é nula, pois o potencial é mínimo (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006).

Segundo Oliveira (2004), se uma *Anã Branca* fizer parte de um sistema binário e ocorrer transferência de massa da companheira para a outra, então nesse caso ocorrerá a formação de uma *Nova*.

As *Supernovas* são explosões catastróficas de estrelas inteiras. Quando a massa é maior que $8M$, a gravidade é suficiente para produzir temperaturas maiores que 10^8K . Com isso ocorre a produção de núcleos de ferro através da fusão de átomos de neônio e silício. Neste caso, as reações termonucleares deixam de ocorrer, pois a fusão de átomos de elementos mais pesados que o ferro não produz energia e sim consome energia. Como não ocorrem as reações termonucleares, não há pressão para fora, então a contração gravitacional se acelera e com isso o núcleo da estrela se aquece até ultrapassar a temperatura de 10^9K (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006).

De acordo com Ivanissevich, Wuensche e Rocha (2010) quando as estrelas possuírem massas bem maiores do que a massa solar, então ela morrerá através de uma explosão catastrófica e isso ocorre devido o excesso de energia nuclear, no qual dependerá da massa estelar e do ambiente em que vive. Esse fato, segundo esses autores, é denominado de Supernova, e o brilho pode aumentar em até um bilhão de vezes.

As *Supernovas* são tão brilhantes que iluminam mais do que todo o resto da galáxia em que se encontram. Segundo alguns autores, o que deu origem ao Sol e a Terra foram as supernovas, através da liberação de átomos no espaço. Esse fato também originou as outras estrelas e planetas (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006).

O brilho da luminosidade de uma *Supernova* é tão intenso que equivale ao brilho de uma galáxia de 200 bilhões de estrelas, isso se deve ao fato da enorme quantidade de energia liberada. Por fim, isso resultará em um núcleo compacto, que é uma estrela de nêutrons (OLIVEIRA, 2004).

As *Supernovas* são classificadas em tipo I e tipo II, com base na classificação apresentada em 1941, pelo astrônomo alemão Rudolph Leo Bernhard Mikowski (1895-1976). O tipo I não possui hidrogênio no espectro, enquanto o tipo II possui linhas de emissão ou absorção de hidrogênio, no espectro. As massas das *Supernovas* variam de 1 a 10 massas solares e a velocidade do material ejetado varia de 5.000 a 10.000 Km/s. As *Supernovas* tipo I podem ocorrer em galáxias espirais e elípticas. A explosão das *Supernovas* se dá por ignição explosiva do carbono, para estrelas de massa intermediária (cerca de 10 massas solares), ou por colapso gravitacional, para as estrelas massivas (OLIVEIRA, 2004).

3.3. Caracterização das Estrelas

A quantidade de estrelas grandes e pequenas varia de acordo com a sua massa. As estrelas com massas entre 0,1 e 1 massas solares são 100 vezes mais numerosas que entre 1 e 10 massas solares.

Segundo Horvath (2008) as estrelas com raios muito menores do que o Sol é chamado de Anãs, enquanto as que possuem raios muito maiores do que o Sol é denominado de Gigantes.

3.3.1. Anãs Degeneradas

Uma *Anã Degenerada*, que também é conhecida por *Anã Branca*, é formada quando os gases que são aquecidos pelo núcleo estelar forma uma nebulosa, deixando como resíduo esse tipo de estrela. A densidade dela pode chegar até a $5 \times 10^5 \text{ g/cm}^3$. Outra característica importante é que quanto maior a massa dessa estrela menor será o raio. Quando as *Anãs Degeneradas* perdem a luminosidade, passam a ser chamadas de Anãs Negras, deixam de serem visíveis e arrefecem até entrar em contato com o universo (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006).

Conforme Horvath (2008), cerca de 1 bilhão de *Anãs Brancas* devem povoar a galáxia, no entanto, apenas algumas centenas delas são conhecidas. Elas são originadas de estrelas mais numerosas que equivalem às estrelas de massas menores.

Ao ocorrer à instabilidade em uma *Anã Branca* a quantidade de energia depositada em sua superfície pode ocasionar uma explosão termonuclear, segundo os astrofísicos. Nas *Anãs Brancas* podem ocorrer os eventos cataclísmicos conhecidos como *Novas*. Nas outras estrelas, isso não ocorre (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006).

Após a observação com telescópios mais modernos foi identificado o primeiro exemplo de *Anã Branca* com massa próxima a massa solar. Era a Sirius B, que possui temperatura de 30 000K e raio de 0,07 do raio solar. Baseado na evolução, acredita-se que as *Anãs Brancas*, com massa aproximadamente a metade da massa solar, sejam compostas de hélio, basicamente. E as que apresentam aproximadamente a massa solar sejam formadas por carbono e oxigênio (FRIANÇA, 2008).

3.3.2. Estrela de Nêutrons

Como o nome remete, a *Estrela de Nêutrons* é formada exclusivamente por nêutrons. Elas são o resultado do que sobra das *Supernovas*. Os nêutrons neste caso equilibram a pressão gravitacional através da componente repulsiva a que estão

submetidos. As massas dessas estrelas variam de 1,7 a 3 massas solares. Quando a *Estrela de Nêutrons* emite energia para o espaço elas tendem a aproxima-se do equilíbrio térmico com o resto do universo (TIPLER; LLEEWELLYN, 2006). Outra característica importante dessas estrelas é o fato delas girarem muito rápido.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

No presente capítulo, apresentamos um panorama geral de toda a construção da proposta, bem como das pressuposições adotadas.

Iniciamos por uma revisão bibliográfica nos periódicos da área, os quais se encontram disponíveis on-line. Para a identificação das pesquisas, utilizamos palavras-chave da área de astronomia e educação em astronomia.

Em seguida, procedemos com uma revisão bibliográfica sobre a divulgação científica, analisando alguns meios utilizados para isso e desta forma mostrar a maneira de como a ciência é vista e como pode ser percebida.

Após a opção pelo tema a ser abordado, estrelas, construímos um referencial teórico com o intuito de subsidiar a proposta de divulgação científica.

Por fim, foi feita a elaboração da proposta de divulgação sobre o tema estrelas. Nesta, procuramos utilizar várias imagens como estratégia facilitadora para o entendimento dos conceitos abordados. Também pontuamos vários questionamentos, no sentido de requerer a participação dos envolvidos no processo, através da projeção de imagens e textos.

Na elaboração da proposta, buscamos desenvolver estratégias que fossem propícias e incentivassem a participação dos envolvidos, tais como: a utilização de perguntas, no sentido dos envolvidos explicitarem suas concepções e crenças sobre a temática divulgada; a utilização de imagens no sentido de despertar a curiosidade dos envolvidos e de contribuir para se interessarem pela temática, mesmo posteriormente.

Para a utilização destas estratégias, nos apoiamos em Araújo, Caluzi e Caldeira (2006), para os quais a divulgação científica não poderá ocorrer em um vazio social.

O material foi elaborado visando atingir um público geral, haja vista que, segundo Oliveira (2011), o conhecimento científico não é produzido apenas para os especialistas da área.

O material de divulgação científica elaborado, também poderá ser utilizado durante as aulas de física. A divulgação científica possui caráter educativo além de informativo, através da construção da qualificação da opinião pública (SALAIMAN, 2011).

Também pontuamos como objetivo que, através do uso do material elaborado, as pessoas tornar-se-iam mais críticas para explicarem o mundo que vivemos. A divulgação científica é vista de maneira crítica quando a ciência é vista como um processo contínuo de construção de explicações sobre o mundo natural (MENDES, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento deste trabalho e também a elaboração do material para divulgação científica propriamente dita, mais especificamente com o conteúdo de estrelas, tratando do seu nascimento, características, constituição, tamanho, evolução, classificação, relação entre cor e temperatura, eventos cataclísmicos, buracos negros, entre outros, pode-se entender que existem maneiras práticas e acessíveis que corroboram com o despertar para a ciência.

Ao estudar as estrelas, através de imagens que evidenciam como ocorre o ciclo de vida das estrelas, é possível que os envolvidos elaborem novas ideias sobre o tema e também se sintam motivados para futuras elaborações e investigações.

Apesar de reconhecermos várias de nossas limitações, pretendemos com esta proposta contribuir com a divulgação científica, como também contribuir para a superação de uma lacuna acerca de determinados conhecimentos, aqui abordados sobre as estrelas, frequentemente desprezados nas programações de todos os níveis do ensino formal.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, E. G. M. **A Divulgação Científica para o Grande Público: O Papel das Relações Públicas. O caso do CIIMAR.** Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação). Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2008.
- ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. **Divulgação científica e ensino de Ciências: estudos e experiências.** São Paulo: Escrituras, 2006, p. 57-60, 98-101, 117-118.
- AROCA, S. C.; SILVA, C. C. Ensino de Astronomia em um Espaço não Forma: Observações do Sol e das Manchas Solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 1, 1402.2011.
- BERNARDES, T. O.; IACHEL G.; SCALVI, R. M. F. Metodologias para o Ensino de Astronomia e Física através da Construção de Telescópios. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 1 p. 103-117, abril 2008.
- BERTOLLI, C. A Divulgação Científica na Mídia Impressa: As Ciências Biológicas em Foco, **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 351-368, 2007.
- BRASIL, Ministério da Educação e Cultura, República Federativa do Brasil. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio.** Brasília: MEC, 2000.
- BRETONES, P. S.; COMPIANE, M. Evolução Conceitual de Professores sobre o Movimento Diário da Esfera Celeste. **Ciência & Educação**, São Paulo, v. 17, n. 3 p. 735-755, 2011.
- BUENO, W. C. Comunicação Científica e Divulgação Científica: Aproximações e Rupturas Conceituais. **Inf. Inf.**, Londrina, v. 15, n. esp. p. 1 - 12, 2010.
- CANELLE, J. B. G.; OLIVEIRA, I. A. G. Comparação entre os Tamanhos dos Planetas e do Sol. **Caderno Catarinense de Ensino de Física.** v.11, n 2 p.141-144, ago.1994.
- CANELLE, J. B. G.; TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Análise do Conteúdo de Astronomia de Livros de Geografia de 1º Grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física.** V.14, n 3 p.254-263, dez.1997.
- CARVALHO, T. F. G.; PACCA, J. L. A. Entendendo as Interações em um Museu de Ciências: Um Olhar para a Mediação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Anais.**
- CEONI, F. C. **Radiações Ultravioletas e suas Implicações na Saúde Humana no Contexto de Divulgação Científica.** Monografia (Curso de Licenciatura em Física). Instituto de Física da Universidade de São Paulo. São Paulo, Nov. 2009.
- DARROZ, L. M.; HEINECH, R.; PÉREZ, C. A. S. Conceitos Básicos de Astronomia: Uma Proposta Metodológica. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Paulo, n. 12 p. 57-69, 2011.
- FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.5, n.1 p.3-31, maio 2012.

- FREGOLENTE, A. et al. O Espetáculo Teatral a Ciência em Peças: Uma Proposta de Articulação entre Teatro e Ciência para a Elaboração do Conhecimento Científico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Anais**.
- FRIANÇA, A. C. S. et al. **Astronomia: Uma Visão Geral do Universo**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008, p. 144-164.
- GOMES. L. C.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. Análise da relação entre Força e Movimento em Uma Revista de Divulgação Científica. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2 p. 341-353, 2010.
- GONÇALVES. C. B.; NORONHA, N. M. Estratégia Didática da Divulgação Científica e a Medição para Aprendizagem dos Saberes Escolares: O caso do Museu Amazônico do UFAM. **Rev. ARETÉ**, Manaus, v. 4, n. 7 p.141-147, ago-dez, 2011.
- GONZAGA, E. D.; VOELZKE, M. R. Análise das Concepções Astronômicas Apresentadas por Professores de Algumas Escolas Estaduais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.33, n. 2, 2311. 2011.
- GUZZI, M. E. R.; FERREIRA, L. H. **Estudo da Inserção de Textos de Divulgação Científica de Jornais Brasileiros nos Livros Didáticos de Química Aprovados pelo PLEM 2008**. Universidade Federal de São Carlos.
- HARRES, J. B. S. A Evolução do Conhecimento Profissional de professores: O caso do Conhecimento Prévio sobre a Forma da Terra. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 18, n. 3 p. 278-297, dez. 2001.
- HORVATH, J. E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. 2. Ed. São Paulo: Livraria da Física, 2008, p. 139-156.
- IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepções Alternativas de Alunos do Ensino Médio Sobre o Fenômeno de Formação das Fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 5 p. 25-37, 2008.
- IVANISSEVICH, A.; WUENSCHÉ, C. A.; ROCHA, J. F. V. **Astronomia Hoje**. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2010, p. 60-69.
- LANGHI, R. Educação em Astronomia e Formação Continuada de Professores: A Interdisciplinaridade Durante um Eclipse Lunar Total. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 7 p. 15-30, 2009.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades Interpretadas nos Discursos de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental em Relação ao Ensino de Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 2 p. 75-92, 2005.
- _____. 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 p. 87-111, abril 2007.
- _____. Formação de Professores e seus Saberes Disciplinares em Astronomia Essencial nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Ensaio**. São Paulo, v. 12, n. 2 p. 205-224, mai. - ago 2010.
- LEITE, C.; HOSOUME, Y. Os Professores de Ciências e suas Formas de Pensar a Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 4 p. 47-68, 2007.

- LONGHINI, M. D. O Universo Representado em uma Caixa: Introdução ao Estudo da Astronomia na Formação Inicial de Professores de Física. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 7 p. 31-42, 2009.
- MACHADO, D. I.; SANTOS, C. O Entendimento de Conceitos de Astronomia por Alunos da Educação Básica: O Caso de uma Escola Pública Brasileira. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 11 p. 7-29, 2011.
- MARQUES, A. L. F. et. al. Disciplina de Divulgação Científica em um Curso de Licenciatura em Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Anais**.
- MENDES. M. F. A. **Uma perspectiva histórica da divulgação científica: a atuação do cientista-divulgador José Reis (1948-1958)**. Tese (Doutorado em História das Ciências e da Saúde). Casa de Oswaldo Cruz – FIOCRUZ. Rio de Janeiro, 2006.
- MEURER, Z. H.; STEFFANI, M. H. **Objeto Educacional Astronomia: Ferramentas de Ensino em Espaços de Aprendizagem Formais e Informais**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória, **Anais**.
- MORETT, S. S.; SOUZA, M. O. Desenvolvimento de Recursos Pedagógicos para Inserir o Ensino de Astronomia nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 9 p. 33-45, 2010.
- MOTA, A. T.; I. A. M.; BONOMINI, I. A. M. ROSADO, R. M. M. Inclusão de Temas Astronômicos numa Abordagem Inovadora do Ensino Informal de Física para estudantes do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**. São Paulo, n. 8 p. 7-17, 2009.
- NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. Um Estudo sobre a Evolução das Noções de Estudantes sobre Espaço, Forma e Força Gravitacional do Planeta Terra. **Investigações em Ensino de Ciências**, v1, n. 2, p.132-144, 1996.
- NASCIMENTO JÚNIOR, A. F. N.; SOUZA, D. C. A Confecção e Apresentação de Material Didático-Pedagógico na Formação de Professores de Biologia: O que diz a produção escrita? In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, Florianópolis. **Anais**.
- OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.
- OLIVEIRA, J. V. C. A Divulgação Científica na Mídia Impressa: Um Estudo da Configuração e do Funcionamento do Gênero. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE LETRAS E LINGUÍSTICA, 2, 2011. Uberlândia. **Anais**.
- PEREIRA, A. G.; TERRAZAN, E. A. A Multimodalidade em Textos de Popularização Científica: Contribuições para o Ensino de Ciências para Crianças. **Ciência&Educação**, v. 17, n. 2 p. 489-503, 2011.
- PORTELA, S. I. C.; CARLOS, J. B. **O clube de Ciências e a Formação de uma Cultura Científica na Escola: A experiência de uma Escola Pública do Gama-DF**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Anais**.
- RIBEIRO, R. A.; KAWAMURA, M. R. D. Divulgação Científica para o público Infantil: Potencialidades da Revista Ciência Hoje das crianças. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Anais**.

- SARAIVA et al. As Fases da Lua Numa Caixa de Papelão. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 4 p. 9-26, 2007.
- SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. A. Um Curso de Astronomia e as Preconcepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 28, n. 1 p. 89-99, 2006.
- SILVA, F. S.; CATELLI, F.; GIOVANNINI, O. Um Modelo para o Movimento Aparente do Sol a partir de uma Perspectiva Geocêntrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. São Paulo, v. 27, n. 1: p. 723-742, 2010.
- SILVA, G. M. S.; RIBAS, F. B.; FREITAS, M. S. T. Transformação de Coordenadas Aplicada a Construção de Maquete Tridimensional de uma Constelação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 30, n. 1, 2008.
- SIQUEIRA, M. et. al. “**Vida de Galileu**”-O Teatro ressignificando a Ciência/Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Anais**.
- SOUZA, A. I. E. et. al. O Ensino de Astronomia: Revivendo o Projeto Céu. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Anais**.
- SOUZA, J. S.; SIQUEIRA, M. Contribuições para o Ensino não Formal: O Projeto do Caminhão com Ciência. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Anais**.
- STRACK, R.; LOUGRÉCIO, R.; PINO, J. C. Percepções de Professores de Ensino Superior sobre a Literatura de Divulgação Científica. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2 p. 425-42, 2009.
- SULAIMAN, S. N. Educação Ambiental, Sustentabilidade e Ciência: O Papel da Mídia na Difusão de Conhecimentos Científicos. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3 p. 645-662, 2011.
- TIPLER, A.; LLEEWELLYN, R. **Física Moderna**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B.; CANALLE, J. B. G. Assessoria na Avaliação do Conteúdo de Astronomia dos Livros de Ciências do Primeiro Grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v.14, n1, p.7-16, abr.1997.
- VALÉRIO. M.; BAZZO, W. A. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 25, n. 1 p. 31-39, 2006.

Apêndice

Em apêndice, encontra-se o material para divulgação científica, propriamente dita. O mesmo foi colocado nesta posição, porque poderá ser utilizado independentemente desta monografia, a qual se prestou como fundamento para a elaboração do mesmo.

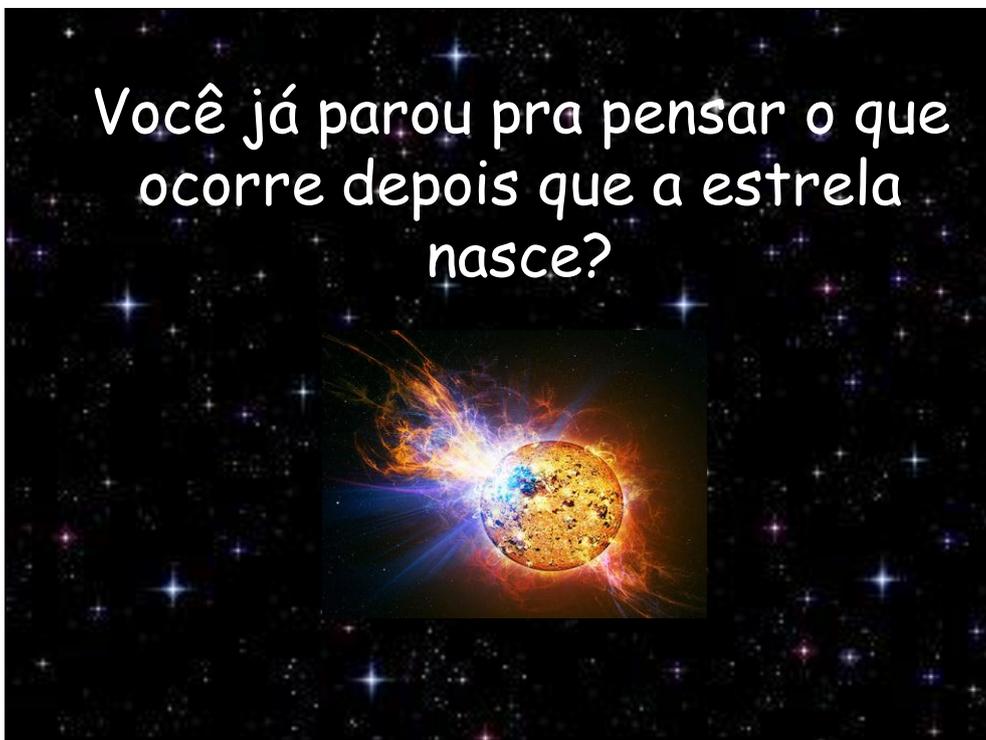
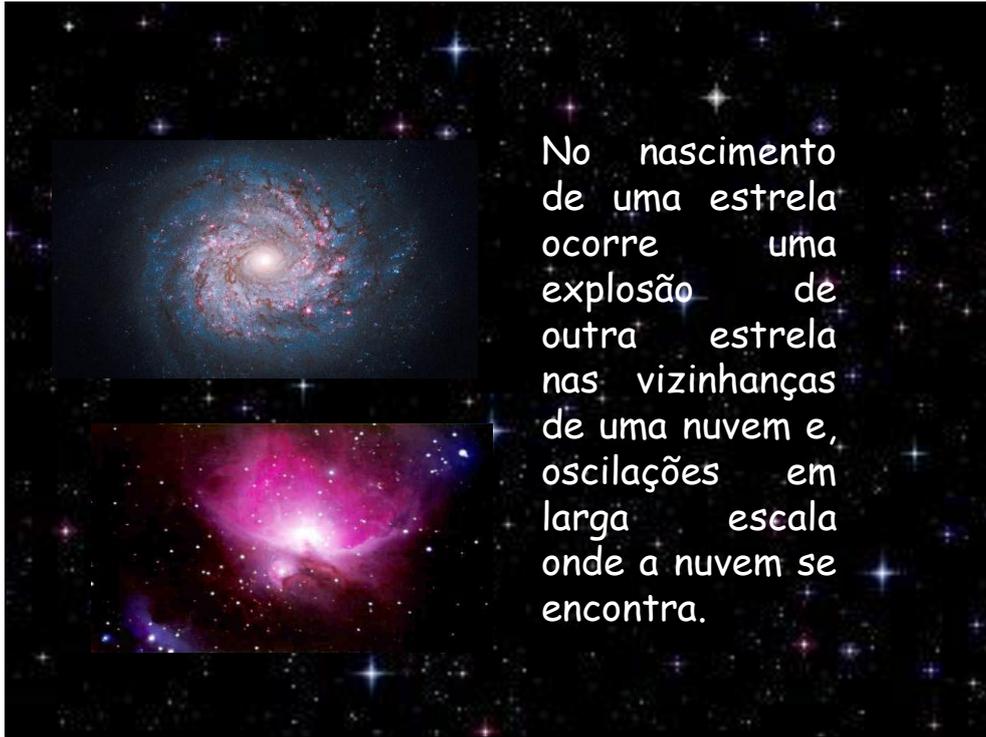
Com isso, não estamos afirmando que o conhecimento sobre os referenciais contidos no texto da monografia sejam desprezíveis, apenas que não é fonte exclusiva deste conhecimento.

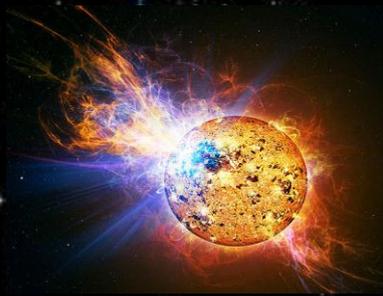
CONHECENDO AS ESTRELAS

Sebastião Nascimento

Você já imaginou como nasce
uma estrela?







Depois que a estrela nasce,
ela atrai toda a matéria
que está a sua volta.

Você saberia dizer em que
local nascem as estrelas?



As estrelas nascem m
aglomerados estelares,
depois ficam sozinhas, em
duplas ou pequenos grupos.

Aglomerado Estelar



Estrelas nascendo

Você já imaginou de que
material são constituídas as
estrelas?





- As estrelas são constituídas por nuvens de poeira e gás.
- O interior das estrelas consiste basicamente por moléculas de hidrogênio e não é uniforme.

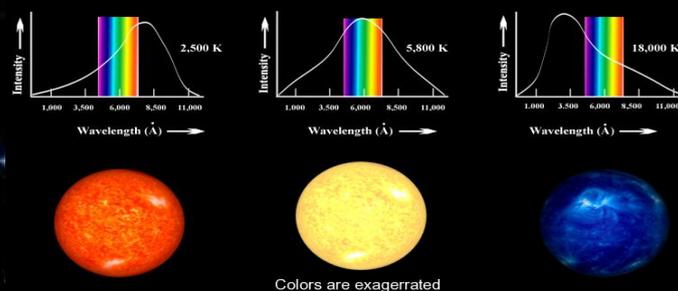
Como você vê as cores das estrelas? Todas iguais?



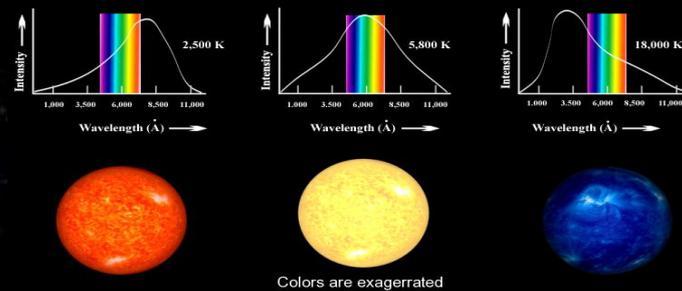


- As estrelas não possuem as mesmas cores.
- As cores indicam a temperatura da superfície estelar. Elas emitem a luz da forma como qualquer outro corpo.

Você saberia dizer como se identifica a temperatura das estrelas?



Podemos saber se uma estrela possui maior temperatura que outra, através das cores.



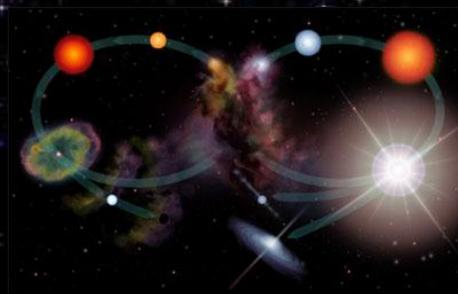
Em sua opinião, o tamanho das estrelas são iguais ou diferentes?





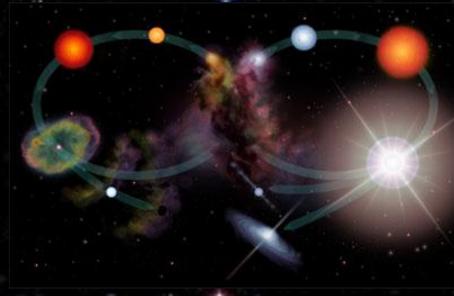
As massas das estrelas
variam de 0,08 a 120 massas
solares

Você avalia que, além do
tamanho, há diferenças
entre estrelas grandes e
as pequenas?



- As estrelas de maior massa apresentam período de infância e vida adulta menor que as estrelas de menor massa.

- As estrelas de menor massa vivem em condições mais normais , que as estrelas de maior massa.



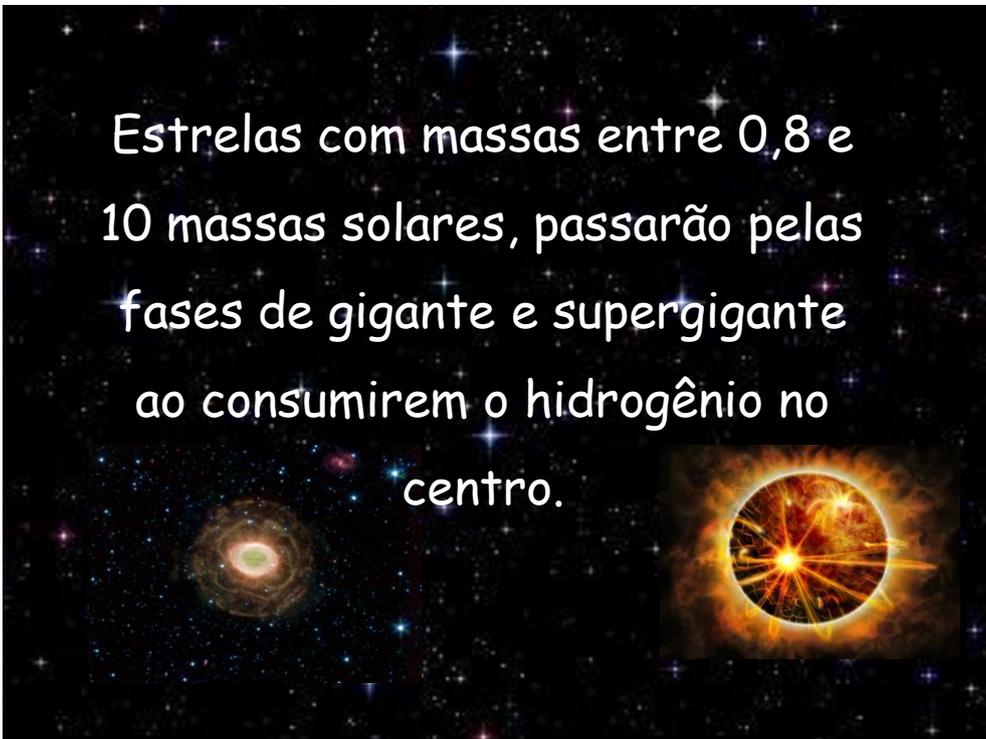
Como você avalia que ocorre a evolução das estrelas grandes e pequenas?



Quando a estrela possui massa inferior a 8 massas solares, perde grande parte de sua massa na fase de queima de hélio.



Estrelas com massas entre 0,8 e 10 massas solares, passarão pelas fases de gigante e supergigante ao consumirem o hidrogênio no centro.



Para você, quando o tamanho de uma estrela aumenta, a luminosidade também aumenta?



Você acha que as estrelas que evoluem mais rápido são as grandes ou pequenas?

- Quando o raio de uma estrela aumenta a luminosidade também aumenta.
- Em estrelas pequenas, a luminosidade permanece constante.



As estrelas pequenas evoluem
mais lentamente.



Qual o destino final de uma
estrela?

CICLO DE VIDA ESTELAR

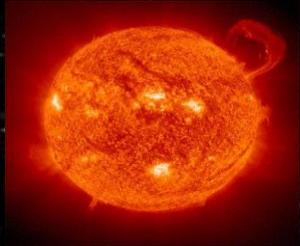






Tipos de Estrelas

Gigante Vermelha



- É uma das fases da vida de uma estrela. Equivale ao início do estágio final da vida da estrela.
- Nessa fase ela se torna vermelha e aumenta de tamanho.

Tipos de Estrelas

Anã Branca

Quando uma gigante vermelha morre o que sobra é chamada de Anã Branca.

Nesta fase, a estrela é muito aquecida e compacta.



Você sabe o que pode levar uma
estrela a se tornar uma anã
branca?



As anãs brancas são originadas de
estrelas com massa inferior a 8 massas
solares.

Tipos de Estrelas

Anã Negra



Quando a anã branca consome todo o seu combustível nuclear, ela se torna uma anã negra.

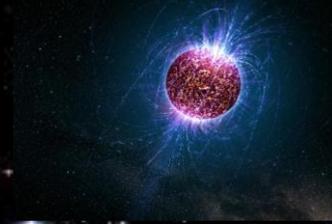
Tipos de Estrelas

Estrela de Nêutrons

- O que sobra da supernova se torna uma estrela de nêutrons que é composta basicamente por nêutrons.
- Esse tipo de estrela gira muito rápido.

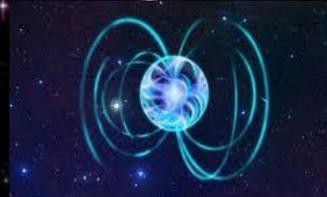
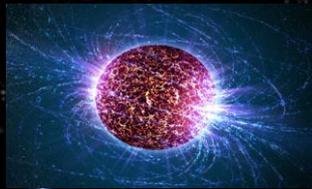
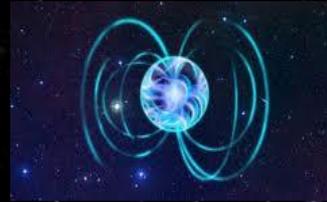
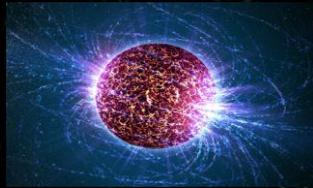


Você sabe o que leva uma estrela
a se tornar uma estrela de
nêutrons?



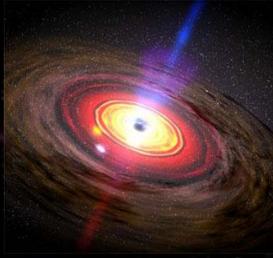
As estrelas de nêutrons são
originadas de estrelas com massa
inferior a 1,5 da massa solar.

O que você avalia sobre a densidade da estrela de nêutrons?



• As massas das estrelas de nêutrons variam de 1,7 a 3 massas solares.

- Você já ouviu falar em buracos negros?
- De que e como se formam?



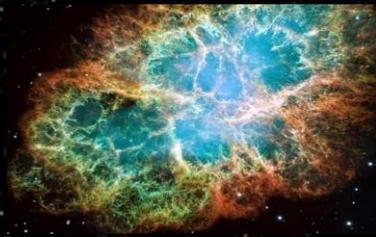
Os buracos negros são originadas de estrelas com massa entre 25 e 100 massas solares.

Você já ouviu falar no
fenômeno novas?

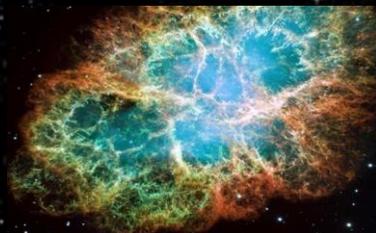


- Nova é um fenômeno que ocorre com sistemas binários de estrelas.
- Ocorre quando uma estrela transfere massa para a outra.

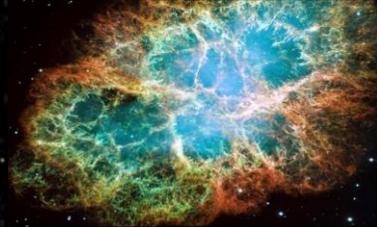
Vocês tem noção do que seja
uma Supernova?



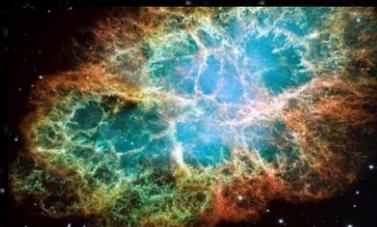
Quando as estrelas possuem massas
bem maiores do que a massa solar,
poderá morrer através de uma
explosão catastrófica.



A explosão catastrófica ocorre devido ao excesso de energia nuclear, no qual dependerá da massa estelar e do ambiente em que vive.



O fenômeno explosão catastrófica é denominado de supernova e o brilho pode aumentar em até um bilhão de vezes.





*Nós somos feitos de
poeira de estrelas.*

(Carl Sagan)