

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA**

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

**EXOPLANETAS COMO TÓPICO DE ASTRONOMIA MOTIVADOR E INOVADOR
PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Mauricio Henrique de Andrade

Porto Alegre

2012

**EXOPLANETAS COMO TÓPICO DE ASTRONOMIA MOTIVADOR E INOVADOR
PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Mauricio Henrique de Andrade

Dissertação realizada sob a orientação da Profa. Dra. Eliane Angela Veit e coorientada pelo Prof. Dr. Guilherme Marranghello, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2012

Dedicatória

Dedico este trabalho a minha mãe e, ao meu pai, que já não está mais entre nós, por terem sido, quando eu ainda era adolescente e durante o período em que voltei meu interesse pelo estudo da Física, pessoas que me incentivaram e proporcionaram a oportunidade de estudar.

Meu pai sempre dizia que *o estudo era o que ele mais podia deixar para mim*, e com ele estou até hoje.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me ter feito acreditar que era possível, ainda nessa etapa da minha vida, continuar meus estudos e de ser persistente para conduzi-los até o fim.

Agradeço a minha professora orientadora Eliane Angela Veit, pela paciência, incentivo, e pelas orientações que me deu durante a condução desse trabalho e, por ter me dado a oportunidade de desenvolver o tema Astronomia, assunto que resgatei durante o mestrado e que foi um dos primeiros que me motivou a estudar Física.

Agradeço ao meu professor coorientador Guilherme Frederico Marranghello, em primeiro lugar por ter me aceito como orientando, mas também pelas orientações específicas do tema escolhido para essa dissertação e por ter acreditado que mesmo à distância, seria possível levar o trabalho até o fim.

Agradeço à turma do 2º ano do ensino médio (Ênfase em Informática), do IFRS – Campus Bento Gonçalves, com os quais convivi durante o ano de 2011 e que foram determinantes para que esse trabalho pudesse ser desenvolvido e, também ao IFRS, por ter me dado a liberdade de realizar essa experiência didática na respectiva Instituição.

Agradeço ao meu filho, a minha irmã, a minha mãe, e a todas aquelas pessoas mais próximas que compreenderam os motivos que me deixaram distante deles algumas vezes e, que de uma forma ou outra, foram incentivadoras e me deram ânimo para terminar esse trabalho.

A todos, o meu Muito Obrigado!

Epígrafe

Conta-se que um visitante perguntou certa vez a Einstein qual seria, no leito de morte, o balanço de sua vida: fora um sucesso ou teria sido inútil?

Respondeu simplesmente:

“Nunca me interessaria por essa questão, nem no leito de morte, nem noutra altura qualquer. Ao fim e ao cabo, não passo de uma partícula da Natureza”.

RESUMO

Este trabalho consistiu de uma experiência didática que teve como objetivo central desenvolver um material sobre Astronomia, com ênfase em Exoplanetas, motivador e inovador para o ensino de Física. A fim de torná-lo versátil para ser aplicado nas escolas de ensino médio, de fácil manuseio e estudo por parte dos professores que desejarem utilizá-lo com os seus alunos, o material foi organizado na forma de um hipertexto, armazenado em DVD e está disponibilizado na rede. O hipertexto reúne apresentações em PowerPoint, textos de apoio, simulações computacionais, vídeos, sugestões de simulações e vídeos e atividades teórico-práticas, organizados de uma forma que facilita a sua aplicação e o aprendizado do professor que desconhece o assunto, mas que, por outro lado, sente-se motivado em estudá-lo e aplicá-lo junto aos seus alunos. O material foi utilizado numa experiência realizada com alunos do segundo ano do ensino médio no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS, Campus Bento Gonçalves, do mês de agosto até meados de dezembro de 2011 e teve como referencial teórico a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, o qual considera o conhecimento prévio do aluno como a variável mais importante na aprendizagem, e a teoria da mediação de Vygotsky, fundamentada na interação social. As avaliações consistiram: (a) de um pré-teste e de um pós-teste, respectivamente, para investigar o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto que foi abordado e para averiguar o quanto a aprendizagem resultou significativa; (b) de duas avaliações, uma no meio e outra ao final da experiência; (c) dos questionários correspondentes às atividades teórico-práticas e, (d) de uma pesquisa de opinião realizada no final do trabalho. Os resultados obtidos foram animadores como pode ser observado: (a) da análise estatística, feita através do “teste t ” para dados pareados, entre as respostas do pré-teste e do pós-teste, que indicou significância no aprendizado dos alunos; (b) do desempenho nas duas avaliações realizadas e, (c) das respostas dos alunos à pesquisa de opinião realizada ao final da experiência, que declararam, em sua maioria, terem gostado de estudar Astronomia como tema de contextualização para o estudo da Física. Espera-se que o material desenvolvido e organizado na forma de um hipertexto e os resultados dessa experiência didática motivem os professores a utilizarem tópicos de Astronomia como contexto para o ensino da Física no ensino médio.

Palavras chave: aprendizagem significativa, Astronomia, Física, ensino médio, exoplanetas.

ABSTRACT

This work consisted of a learning experience that aims, as a main goal, to develop a material on Astronomy, with emphasis on Exoplanets, as a motivator and innovator in the teaching of Physics. In order to become versatile to be used in high schools and easy to handle and study by teachers who wish to use it with their students, the material was organized as a hypertext, stored on DVD and is available on network. The hypertext gathers PowerPoint presentations, handouts, computer simulations, videos, tips about video simulations and theoretical-practical activities, organized in a way that facilitates its application and learning of the teacher who doesn't know the subject, but, on the other hand, feels himself motivated to study it and apply it along to their students. The material was used in an experiment conducted with students in their second year of high school at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul – IFRS, Campus Bento Gonçalves, from August to mid-December 2011 and had as theoretical reference Ausubel's theory of meaningful learning, which considers the student's prior knowledge as the most important variable in learning, and Vygotsky's theory of mediation, grounded in social interaction. The evaluations consisted of: (a) a pre-test and a post-test, respectively, to investigate the student's prior knowledge on the subject that was addressed and to determine how much the learning came to be significant; (b) two assessments, one in the middle and another at the end of the experiment; (c) questionnaires corresponding to theoretical and practical activities, and (d) an opinion survey conducted at the end of the work. The results were encouraging as can be observed: (a) the statistical analysis performed using the "t test" for paired data, the responses between the pre-test and post-test, which indicated significance on student learning; (b) performance on both assessments (two) and (c) the students' answers to the survey conducted at the end of the experiment, which stated, in most cases, they liked to study Astronomy as a subject of contextualization for the study of physics. It is hoped that the material developed and organized as a hypertext, and the results of this learning experience, motivate teachers to use Astronomy topics as context for teaching physics in high school.

Key words: meaningful learning, Astronomy, Physics, high school, exoplanets.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
4 MATERIAL UTILIZADO E PRODUTO GERADO (DVD).....	29
4.1 O Hipertexto	30
5 METODOLOGIA.....	36
5.1 Contexto	36
5.2 Instrumentos de avaliação	38
5.2.1 Avaliação antes da realização da experiência didática.....	39
5.2.2 Avaliação durante a experiência didática	40
5.3 Desenvolvimento	45
5.3.1 Atividades preparatórias	45
5.3.2 Atividades realizadas durante a experiência didática.....	47
5.3.3 Relato da aplicação.....	48
6 RESULTADOS E AVALIAÇÃO	49
6.1 Atividades teórico-práticas	49
6.2 Provas realizadas	50
6.3 Pré-teste (conhecimento prévio) e pós-teste (conhecimento adquirido)	51
6.4 Resultados da pesquisa de opinião	54
6.5 Observações do caderno de campo.....	57
6.5.1 Aspectos favoráveis.....	57
6.5.2 Aspectos desfavoráveis.....	58
6.5.3 Observações gerais sobre o andamento dos trabalhos.....	59
7 COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
APÊNDICES.....	65
APÊNDICE A - Referências específicas sobre ensino da Astronomia.	65
APÊNDICE B - Questões referentes ao artigo “Febre Planetária” disponibilizado no sistema acadêmico da instituição durante março/2011.....	69
APÊNDICE C - 2ª Avaliação de Física sobre tópicos de Astronomia (antes da experiência didática) – 1º Bimestre.....	73
APÊNDICE D - 2ª Avaliação de Física sobre tópicos de Astronomia (antes da experiência didática) – 2º Bimestre.....	76
APÊNDICE E - 1ª Avaliação (durante a experiência didática) – 3º Bimestre	83
APÊNDICE F - 2ª Avaliação (durante a experiência didática) – 4º Bimestre	93

APÊNDICE G - Síntese dos conteúdos apresentados em cada uma das aulas, do material instrucional e dos recursos utilizados na experiência didática.....	100
APÊNDICE H - Atividade de pesquisa sobre o <i>conhecimento prévio</i> dos alunos sobre alguns tópicos de Astronomia (Pré-teste).....	119
APÊNDICE I - Atividade de pesquisa sobre o <i>conhecimento adquirido</i> pelos alunos sobre alguns tópicos de Astronomia (Pós-teste).....	121
APÊNDICE J - Pesquisa de opinião realizada com os aluno.....	123

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Página de abertura do hipertexto destacando o título do material educacional e os seus autores.	30
Figura 2. Segunda página do hipertexto com destaque para os <i>links</i> dos tópicos abordados...	31
Figura 3. Primeira página da 8a lição apresentando alguns dos <i>links</i> comuns a todas as 13 lições do hipertexto.	32
Figura 4. Recorte de um <i>slide</i> da apresentação em PowerPoint sobre o método de detecção de exoplanetas pela velocidade radial/Doppler.	33
Figura 5. Segunda página da 8a lição apresentando os outros <i>links</i> comuns a todas as 13 lições do hipertexto.	34
Figura 6. IFRS. Campus Bento Gonçalves. RS.	36
Figura 7. (a) Alunos em dia de avaliação. (a) Sala 13 do Bloco C. IFRS.	37
Figura 8. Laboratório de Informática. IFRS.	37
Figura 9. Gráfico mostrando os resultados do pré-teste e do pós-teste realizados na experiência didática. A comparação leva em consideração um total de 24 alunos.	52
Figura 10. O gráfico mostra os resultados do pré-teste e do pós-teste realizados na experiência didática. A comparação leva em consideração um total de 24 alunos, porém, é percentual.	52
Figura 11. Gráfico dos resultados do pré-teste e do pós-teste realizados na experiência didática. A comparação é feita aluno por aluno.	53
Figura 12. " <i>Teste t</i> " para <i>dados pareados</i> realizado com as notas obtidas pelos alunos no pré-teste (coluna A) e pós-teste (coluna B).	53
Figura 13. Alunos no laboratório de Física junto ao telescópio refletor CELETRON do IFRS. Campus Bento Gonçalves. RS.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da 1a e 2a provas realizadas na experiência didática.....	50
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Instrumentos de avaliação referentes à Astronomia utilizados antes da experiência didática.....	39
Quadro 2. Instrumentos de avaliação utilizados durante a experiência didática.....	41
Quadro 3. Aulas de Física anteriores à realização da experiência didática.....	45
Quadro 4. Tópicos tratados durante a realização da experiência didática e número de horas-aula dedicadas ao tópico.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bim – Bimestre

CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica

CFC – Clorofluorcarboneto

EAD – Educação à Distância

IFRS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

NASA – National Aeronautics and Space Administration

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PhET – Physics Education Technology

PROEJA – Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação
Básica na Modalidade de Educação Jovens e Adultos

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

1 INTRODUÇÃO

Uma reclamação constante dos alunos que se tem observado nos últimos anos é a de não se sentirem motivados pelas aulas de Física, sendo uma das causas possivelmente a grande quantidade de informações, fáceis de serem obtidas pelos diferentes meios de comunicação. Assim, ensinar e aprender Física usando os métodos convencionais – giz, quadro-negro e livro-texto – vem se tornando uma tarefa desmotivadora para os professores e os alunos.

Outro problema que agrava ainda mais o interesse dos alunos pelas aulas de Física é a do ensino estar centrado em atividades que reforçam muito mais uma aprendizagem mecânica, através da memorização de fórmulas e resolução de problemas de cunho mais matemático do que físico, sem qualquer comprometimento com a compreensão dos conceitos e com o contexto em que estão inseridos.

Não podemos deixar de destacar também a falta de qualificação dos professores que ministram as aulas de Física, alguns sem uma formação específica na área e, para piorar, com dificuldades de acompanhar as consequências das grandes mudanças que vêm ocorrendo nos últimos anos como resultado do acelerado avanço científico e tecnológico.

Destaca-se também a falta de uso dos laboratórios de Física e do computador nas atividades educacionais. O laboratório de Física ainda tem papel secundário no ensino, sendo que grande parte das instituições de ensino sequer o tem, principalmente as da rede estadual; não há a preocupação em construí-los e disponibilizar professores com qualificação para atendê-los, ministrando aulas experimentais, construindo novos experimentos e cuidando da sua manutenção. Quanto ao computador, ainda é visto somente como ferramenta de busca na internet, veículo de comunicação e relacionamento social, sem um papel importante no processo de ensino-aprendizagem.

Outra questão que merece destaque é a de que predomina nas escolas o ensino da Física que se desenvolveu até o século XIX; o ensino ainda carece de material instrucional e de profissionais que insiram no ensino médio, de maneira madura e firme, conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, e *isto deve ser feito urgentemente*. Estamos no século XXI, em que grande parte do avanço científico e tecnológico está embasado na Física que foi desenvolvida no século XX, a saber, a Mecânica Quântica e a Teoria da Relatividade.

Considera-se que uma forma de atualizar o ensino da Física no ensino médio é contextualizando os conteúdos desenvolvidos com a realidade atual em que vivemos enfatizando muito mais os conceitos físicos do que a resolução de problemas meramente de

cunho matemático que depois de resolvidos o aluno não tem a menor ideia da sua importância. *O aluno tem que ir à escola e voltar para casa sentindo que alguma coisa nova está em processo de compreensão e de incorporação ao que ele já sabe e sentir-se motivado em transformar o que conseguir aprender em algo importante para a sua vida pessoal!* Para isso acontecer, os professores precisam se qualificar de modo a terem subsídios que lhes permitam melhorar as suas aulas de modo a conseguir atrair a atenção dos alunos, motivando-os a aprender e a buscar novos conhecimentos. Neste sentido, incorporar aulas experimentais com equipamentos de baixo custo e simulações computacionais relacionadas com o conteúdo teórico ministrado, aliadas à inserção de tópicos de física moderna, incluindo textos de apoio atuais relacionados à ciência e tecnologia, torna-se imprescindível nos dias de hoje.

É considerando esse contexto no qual estamos inseridos que este trabalho foi desenvolvido, objetivando dar uma contribuição, na medida do possível, à qualidade do ensino de Física no ensino médio. Para tanto, escolheu-se como contextualização alguns tópicos de Astronomia, com enfoque no estudo e descobertas de exoplanetas, de forma a motivar os alunos pela aprendizagem da Física e, porque não dizer, fazer nossos alunos tomarem consciência do Universo do qual fazem parte e de que o planeta que habitam é frágil e que precisa de cuidados.

O estudo da Astronomia tem a vantagem de ser multidisciplinar, trazendo à tona assuntos de História, Filosofia, Geografia, Química, Biologia, Matemática, Física, Computação, entre outros. É uma boa forma de o aluno ver que as ciências não existem de forma compartimentalizada, mas que se completam. Em uma aula de Astronomia é possível levantar assuntos de todos os níveis e áreas, constituindo um assunto integrador. Isso vai ao encontro das mudanças curriculares preconizadas pelos PCN¹, onde a contextualização e a interdisciplinaridade são colocadas como fundamentais no processo de aprendizagem.

“Apostar na interdisciplinaridade, acreditar na possibilidade de integração das diferentes áreas de saber, agregando-as às diversidades culturais, significa defender um novo tipo de pessoa, mais aberta, flexível, solidária, democrática e crítica”. (Domingues, Toschi e Oliveira, 2000, p.72).

A Astronomia é uma ciência que enfoca muitos aspectos do Universo e, é claro, seria muito difícil abarcar todas as suas potencialidades dentro da disciplina de Física do ensino médio. Melhor seria que fosse implantada a disciplina de Astronomia como parte do currículo do ensino médio². Como não é esta a nossa realidade atual, o trabalho proposto aqui se

¹ http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 13 de agosto de 2012.

² http://www.relea.ufscar.br/num6/RELEA_A4_n6.pdf. Acesso em: 14 de agosto de 2012.

centrou em alguns tópicos pertinentes, a saber, a espectroscopia, o estudo do Sol e suas implicações sobre o planeta Terra, o estudo das estrelas e, em destaque, o estudo dos exoplanetas.

O estudo do Sol, a estrela mais próxima de nós, tem papel importante na proposta do trabalho desenvolvida. É um laboratório cósmico fantástico para trabalhar conceitos e leis da Óptica, do Movimento Ondulatório, do Eletromagnetismo e da Termodinâmica, sem deixar de destacar o papel da Espectroscopia e da Radiação de Corpo Negro como forma de introduzir alguns conceitos fundamentais da Física Moderna, como a quantização da energia. Além disso, a influência desse astro sobre o nosso planeta motiva um estudo multidisciplinar em que se aborda, por exemplo, o surgimento da vida, foco de estudo da Bioquímica; as estações do ano e a atmosfera terrestre, normalmente estudadas na Geografia; a formação dos elementos químicos e a camada de ozônio, destacados na Química; as auroras boreais e austrais resultantes de tempestades magnéticas solares e suas influências nas rádio e telecomunicações, sem esquecer do efeito estufa, objetos de estudo da Física. Esse conhecimento multidisciplinar favorece uma melhor sintonia com as novas descobertas que estão acontecendo nos campos da Astrobiologia, Exobiologia e Exoplanetologia.

O maior enfoque deste trabalho, entretanto, foi dado ao estudo dos exoplanetas. Neste sentido, estudar primeiro a espectroscopia usando o Sol e as outras estrelas como laboratório objetivou gerar nos estudantes, usando uma terminologia de Ausubel (apud Moreira, 1993, p. 7), os subsunçores capazes de facilitar a aprendizagem significativa de novos conceitos trabalhados no estudo das estrelas e dos planetas extrassolares. Destaque foi dado às distâncias interestelares, às cores, temperaturas e elementos químicos presentes nas estrelas, à evolução estelar e às técnicas de detecção e descobertas de exoplanetas orbitando outras estrelas, principalmente estrelas da Via Láctea. Na determinação das distâncias estelares, enfoque foi dado à técnica da paralaxe; a relevância da espectroscopia e da radiação de corpo negro foi destacada na determinação das cores, temperatura e composição química das estrelas e, a fotometria, espectroscopia e efeito Doppler, na evolução estelar e detecção de exoplanetas.

É extremamente motivador, como professor de Física, quando nas duas primeiras aulas que dão início ao ano letivo, as quais são dedicadas a uma apresentação da disciplina enfocando a Astronomia como pano de fundo, verifica-se a atração e curiosidade que os alunos têm por assuntos ligados à mesma. Isto é observado através de inúmeras perguntas feitas, assim como na atenção que eles normalmente dedicam a estas aulas. É um assunto que motiva o diálogo professor-aluno e aluno-aluno, ou seja, a interação social, tão destacada

como importante no processo ensino-aprendizagem por Vygotsky (apud Moreira, 1995, p. 93); também exterioriza os conhecimentos prévios dos alunos (subsunçores, segundo Ausubel), dando oportunidade ao professor de trabalhar novos conceitos que se agreguem a esses conhecimentos dos alunos, gerando subsunçores mais maduros e capazes de conduzir os alunos a uma aprendizagem significativa. Como a Astronomia é uma área instigante e motivadora, tem grande potencial para gerar no indivíduo a curiosidade e uma análise crítica do que está aprendendo. Acredita-se ser, fundamentando-se em fenômenos estudados por esta ciência, uma boa estratégia de centrar o ensino no aluno e despertar nele um maior interesse em estudar Física de uma forma significativa e crítica, como enfatiza Moreira (2010, p. 10), ao defender a ideia do ensino centrado no aluno, do abandono da narrativa e do “aprender a aprender” criticamente.

As atividades que o presente trabalho desenvolveu foram aplicadas numa turma de segunda série do ensino médio, com formação técnica paralela em Informática, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRS) na cidade de Bento Gonçalves, localizada na Serra Gaúcha - RS, com três aulas de Física semanais, somente na primeira e segunda série. A experiência didática foi realizada em 2011 quando estavam programados os seguintes conteúdos de Física: Ondas, Óptica, Calor e Eletromagnetismo. A proposta foi ir contextualizando com tópicos de Astronomia, desde o início do ano letivo, sempre que possível, os assuntos de Física que iam sendo desenvolvidos para, então, nos meses de agosto, setembro e início de outubro, quando da realização da experiência didática, focar os estudos em assuntos pertinentes à Astronomia; pretendeu-se com isso gerar gradativamente nos alunos subsunçores que facilitassem a aprendizagem do material com que eles trabalhariam. O produto educacional gerado neste projeto foi um DVD com o material usado nas aulas que foram ministradas durante a aplicação da experiência didática e sugestões de implementação para professores que desejarem desenvolver uma atividade similar, fazendo uso deste material.

O referencial teórico utilizado na experiência didática foi a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e a teoria da mediação de Vygotsky centrada na interação social, ambas consideradas importantes no processo de ensino-aprendizagem. A revisão bibliográfica centrou-se em artigos, teses, cursos de extensão e oficinas ligados ao ensino de Astronomia e à inclusão da física moderna nos conteúdos desenvolvidos no ensino médio. Quanto às aulas, tiveram um cunho teórico, utilizando o quadro branco, apresentações em *PowerPoint* e atividades teórico-práticas, tais como o uso de simulações no laboratório de informática e experimentos demonstrativos realizados em sala de aula. Foram realizadas duas avaliações

quantitativas, atividades práticas com simulações computacionais e questionários referentes aos experimentos demonstrativos, uma pesquisa de opinião sobre o trabalho desenvolvido e, um pré-teste e um pós-teste com o tema Astronomia e Exoplanetas, visando verificar, respectivamente, o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto, assim como o quanto aprenderam significativamente com a experiência didática.

Os resultados da experiência foram animadores, pois, apesar dos alunos terem que atender também os compromissos com as outras disciplinas, um bom percentual da turma demonstrou interesse pelos assuntos e atividades desenvolvidas durante a aplicação do projeto, tiveram um bom rendimento nas duas avaliações que foram realizadas, houve uma evolução nos conceitos referentes ao tema abordado e, na pesquisa de opinião feita ao final da aplicação da experiência, a maioria dos alunos demonstrou ter gostado das aulas e do assunto que foi escolhido para a aplicação da experiência.

O leitor encontrará nos próximos capítulos (a) uma revisão de literatura relacionada a trabalhos que foram desenvolvidos no campo da Astronomia, basicamente voltados ao ensino (Capítulo 2), (b) um relato do referencial teórico que norteou a experiência didática fundamentada nas teorias de Ausubel e Vygotsky (Capítulo 3), (c) a apresentação do produto gerado da aplicação desse trabalho, o qual foi um hipertexto gravado em DVD, contendo 13 lições versando sobre diferentes tópicos de Astronomia, com ênfase em exoplanetas, que incluem textos de apoio, vídeos, simulações e animações, referências de *sites* eletrônicos e as atividades teórico-práticas que foram realizadas com os alunos (Capítulo 4), (d) o contexto em que a mesma foi efetivada, tal como a infraestrutura da instituição de ensino, a metodologia que foi empregada para motivar os alunos na realização das atividades propostas e as formas de avaliação que foram empregadas com o objetivo de verificar se os alunos tiveram uma aprendizagem significativa dos conceitos trabalhados ao longo da realização da experiência (Capítulo 5), (e) os resultados obtidos da aplicação da experiência (comparação entre pré-teste e pós-teste) e das avaliações que foram realizadas (Capítulo 6) e, (f) os comentários e conclusões a que se chegou ao final da aplicação desse trabalho (Capítulo 7).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Desde que os PCN deram um maior respaldo ao ensino de Astronomia no ensino médio, um maior número de trabalhos tem sido desenvolvido, na forma de artigos, cursos de extensão, olimpíadas, oficinas e dissertações de mestrado. Em nossa busca por referências ao ensino da Astronomia localizamos todas as que estão citadas no **Apêndice A**, mais aquelas citadas nas Referências, sendo que dentre essas últimas destacamos: Langhi (2004) e Pedrochi e Neves (2005), que discutem concepções alternativas sobre temas astronômicos; Uhr (2007), que trabalhou com o tema de Astronomia no projeto desenvolvido no Mestrado Profissional em Ensino de Física na UFRGS; Amaral (2008), que critica os livros didáticos e apresenta uma opção de texto didático; Guimarães (2009), que aborda a questão da transposição didática dos assuntos relativos à Astronomia; Canalle (2011), que apresenta sugestões de experimentos de Astronomia com material de baixo custo; Martioli (2006), que fez sua dissertação de mestrado com o tema Exoplanetas; Catelli e Pezzini (2004) e Skolimoski, Teixeira e Allen (2011), por explorarem a espectroscopia como forma de levar Física Moderna para a escola. As ideias principais desses trabalhos são resumidamente referidas nos próximos parágrafos.

Na Teoria da Aprendizagem de Ausubel o *conhecimento prévio* do aprendiz tem destaque especial, ou seja, aquilo que o indivíduo já carrega com ele como resultado da sua interação e interpretação do mundo que o cerca; isso, em todas as esferas do conhecimento. O que o aluno já sabe muitas vezes não condiz com o que é cientificamente considerado correto, de modo que cabe ao professor criar condições que permitam a substituição desses conhecimentos, também denominados de *pré-conceitos* ou *concepções alternativas*, por outros aceitos pela ciência contemporânea. Langhi (2004) fornece ao leitor uma base sobre o que se tem realizado na pesquisa das concepções alternativas de temas astronômicos, tanto de alunos como de professores, dentro da área da educação. O objetivo do seu trabalho foi fornecer subsídios para a melhoria do ensino de Ciências, em particular, a Astronomia.

Considerando a necessidade de atualizar o ensino da Física no ensino médio, introduzindo tópicos de Física Moderna, como a explicação das linhas de absorção e emissão atômica e os seus usos na determinação dos elementos químicos presentes, por exemplo, em estrelas e nebulosas, Catelli e Pezzini (2004) apresentam uma opção de estudo da espectroscopia utilizando um espectroscópio de baixo custo. Os autores sugerem uma forma de estudar o espectro da luz branca e a visualização das linhas de emissão do vapor de

mercúrio das lâmpadas fluorescentes, usando como elemento dispersor um CD, o qual se comporta como rede de difração. A retirada da película refletora do CD torna-o uma boa rede de difração por transmissão da luz, permitindo que, mesmo sem redes de difração comerciais, seja possível verificar o comportamento dual da luz. Constitui-se numa boa forma de introduzir conceitos da Física Moderna, como a quantização da energia e o modelo atômico de Bohr no ensino médio, assim como no estudo dos espectros obtidos de corpos celestes.

A apresentação de tópicos de Física Moderna utilizando a espectroscopia como linha mestra, também é ressaltada no trabalho de Skolimoskiet al. (2011), referindo-se a uma proposta de ensino de Cosmologia numa escola pública do Estado de São Paulo, por considerarem ser esse um tema de grande interesse popular e que proporcionaria uma motivação maior nos alunos para aprender ciência. Para isso, foi escolhida a espectroscopia como forma de atingir esse objetivo, já que se constitui na principal fonte de informação que os astrofísicos dispõem para estudar os corpos celestes, como, por exemplo, estrelas e galáxias. Segundo os autores, o resultado do trabalho aplicado foi animador ao verificarem a boa participação dos alunos nas atividades que foram propostas.

A Astronomia é, normalmente, um tema que atrai bastante a curiosidade das pessoas, sejam crianças, adolescentes ou adultos. Canalle (2011), numa iniciativa de incentivar e difundir a Astronomia nos meios escolares propõe uma série de experimentos e instrumentos que podem ser feitos com material de baixo custo, permitindo que o estudo da Astronomia não seja somente privilégio daqueles que buscam essa área em nível de especialização ou de pesquisa.

Outra questão igualmente importante de ser abordada é quanto à metodologia de ensinar Astronomia aos alunos, de forma que lhes seja compreensível. Há a necessidade de uma transposição didática que torne o aprendizado realmente significativo, à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa. Guimarães (2009) trata dessa questão ao considerar o que denomina de “necessária e perigosa interação entre o conhecimento do aprendiz e o conteúdo a ser ensinado visando à aprendizagem significativa dos conteúdos de Astronomia”. (ibid, p.87)

A Astronomia como tema de dissertação de mestrado profissional em ensino de Física é encontrada, por exemplo, em Uhr (2007). Seu projeto usou como eixo central o estudo do Sistema Solar e as atividades desenvolvidas foram divididas em três módulos, nos quais destaque foi dado ao estudo dos planetas e corpos menores, à interação Sol-Terra-Lua e ao estudo do Sol e outras estrelas. O produto gerado na execução desse projeto de ensino foi um texto de apoio com as atividades desenvolvidas durante a aplicação do mesmo. Os

resultados obtidos foram animadores em vista do maior número de acertos no pós-teste comparado aos do pré-teste.

Um trabalho mais específico do que o nosso sobre exoplanetas é encontrado em Martioli (2006). Trata-se de uma dissertação de mestrado em que inicialmente é feita uma revisão das teorias e observações de planetas extrassolares, destacando as teorias de formação de sistemas planetários e os estudos dos exoplanetas já descobertos. Os métodos de detecção também são abordados, sendo dada maior ênfase aos métodos do trânsito e de microlentes gravitacionais. Um dos objetivos foi buscar uma maior familiarização com essas técnicas, a fim de poder implementá-las através do uso dos telescópios disponíveis pela comunidade astronômica brasileira.

Uma avaliação de como a Astronomia tem estado à margem dos conteúdos que são desenvolvidos no ensino fundamental e médio, onde, quando é apresentada, privilegia a memorização em detrimento da compreensão e de como este problema tem se propagado para os cursos superiores de Física, tanto Licenciatura como Bacharelado, foi feito por Pedrochi e Neves (2005). A pesquisa foi feita com alunos de graduação em Licenciatura/Bacharelado em Física durante um curso de “Astronomia Básica”, curso este que não fazia parte da grade curricular obrigatória na instituição estudada. Algumas instituições não oferecem, normalmente, Astronomia nem ao menos no quadro de disciplinas eletivas ou opcionais. O objetivo da pesquisa foi identificar durante o curso ministrado as “concepções alternativas” astronômicas dos estudantes inscritos, o que levou os pesquisadores a concluir que essas concepções são muito fortes, mesmo após a apresentação dos conceitos cientificamente corretos. A pesquisa também constatou como é pouco trabalhado com os alunos, já em nível de ensino fundamental e médio, mas também nos cursos superiores de Física, a questão do referencial, tão importante na Física como na compreensão dos conceitos astronômicos.

A pesquisa de Amaral (2008) constata deficiências no ensino da Astronomia em nível de ensino fundamental, atribuindo o problema à precariedade dos livros didáticos que são superficiais e muitas vezes apresentam erros conceituais, aliado ao despreparo dos professores que não têm conhecimento suficiente para contestar as deficiências dos livros; acabam transmitindo aos alunos os mesmos erros conceituais. Sua pesquisa ressalta que o problema também está presente em nível de ensino superior; algumas instituições superiores sequer têm em seus currículos a disciplina de Astronomia e quando tem, é opcional ou de número reduzido de créditos. Instala-se assim um ciclo vicioso. Amaral (2008) propõe um texto de apoio sobre Astronomia, conceitualmente correto, denominado *UTOPIA – Tudo o que você queria saber sobre Astronomia, mas não tinha a quem perguntar*, para ser

empregado pelos professores do ensino fundamental a fim de contribuir para um melhor ensino da Astronomia.

Com o intuito de contribuir para uma melhora da motivação e aprendizado dos conceitos de Física, esse trabalho contextualiza conceitos apresentados nessa disciplina através de tópicos de Astronomia com ênfase em exoplanetas, e também se constitui numa ferramenta de abordagem para o ensino da Astronomia no ensino médio preconizada pelos PCN³ que pode ser trabalhado pelo professor que assim o desejar.

No próximo capítulo, descrevemos sucintamente as teorias de aprendizagem que serviram para nortear essa experiência didática; a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, fundamentada nos conhecimentos daquilo que o aluno já sabe (conhecimento prévio) e a teoria da mediação de Vygotsky, fundamentada na interação social aluno-aluno e aluno-professor como forma de estimular o aprendizado e o desenvolvimento cognitivo.

³ http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 13 de agosto de 2012.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e a Teoria da Mediação de Vygotsky foram as teorias delineadoras dessa experiência didática que foi desenvolvida junto aos alunos do 2º ano do ensino médio.

Segundo Ausubel, no planejamento de uma aula de determinado conteúdo, o professor deve saber, ou melhor, deve tomar conhecimento do que o aluno já sabe a respeito do assunto que vai ser abordado. Ausubel denomina esse conhecimento de “**conhecimento prévio**”. Estar a par dos conhecimentos dos alunos a respeito do assunto que vai ser abordado facilita o planejamento da aula, pois permite que o professor possa abordar o conteúdo de uma forma hierárquica, sanando os erros conceituais através da apresentação dos conceitos corretos, mas também reforçando aqueles conceitos verdadeiros que já estão consolidados na estrutura cognitiva dos alunos. Dessa forma, o professor estará proporcionando aos alunos a aquisição do que Ausubel chama de “**subsunçores**” melhor estruturados e que conduzem o aluno a uma aprendizagem do conteúdo abordado que, também na teoria de Ausubel, é denominada de **Aprendizagem Significativa**.

De acordo com Moreira (1993, p. 7):

“O subsunçor é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo (i.e., que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação)”.

Toda a vez que ocorre aprendizagem significativa, conceitos mais maduros passam a fazer parte da estrutura cognitiva do indivíduo; esses conceitos, então, passam a ser subsunçores de outros conceitos com os quais vão interagir para, de novo, ocorrer uma fusão de conceitos. Assim, o conhecimento vai sendo construído passo a passo, através da interação dos conhecimentos prévios do indivíduo com aqueles que são constantemente encontrados pelo caminho. A aprendizagem ocorre significativamente quando o indivíduo percebe que o novo conhecimento adquirido torna-se uma boa ferramenta para aprender novos conceitos e que consegue, com eles, criar e fazer previsões.

O novo conhecimento adquirido decorrente da aprendizagem significativa, como foi dito, passa a servir de âncora para novos conceitos com os quais virá a interagir, de modo que estes últimos não só serão mais bem compreendidos como enriquecerão os subsunçores já

incorporados significativamente na estrutura cognitiva do indivíduo, constituindo isso, o que se denomina de *diferenciação progressiva*. Nas palavras de Moreira (2010, p. 6):

“Através de sucessivas interações um dado subsunçor vai, progressivamente, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas. É isso que se entende por diferenciação progressiva de um conceito, de uma proposição, de uma ideia, ou seja, de um subsunçor”.

Outro aspecto que deve ser enfatizado a respeito da aprendizagem significativa é no que concerne às condições necessárias para que a aprendizagem realmente seja significativa. A respeito disso, Moreira (2010, p. 8) destaca duas condições: (a) *o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo* e (b) *o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender*.

A primeira condição está relacionada à acessibilidade do material, ou seja, deve ser compreensível ao aprendiz, estar de acordo com o amadurecimento da sua estrutura cognitiva e, também, deve ser relacionável ao conhecimento prévio do mesmo, pois, somente assim é possível a ele fazer um relacionamento de forma não arbitrária e não literal. A segunda condição está ligada à vontade do aprendiz em querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não arbitrária e não literal, a seus conhecimentos prévios (Moreira, 2010, p. 8).

Somente se as duas condições mencionadas forem satisfeitas o material de aprendizagem será de fato potencialmente significativo para aquele indivíduo em particular. Vejamos um exemplo. Digamos que o aprendiz tivesse que estudar o método de detecção de exoplanetas pela velocidade radial/Doppler, conforme aconteceu nessa experiência didática. Em primeiro lugar, o material usado teria que estar de acordo com a capacidade do indivíduo de compreender, ou seja, o aprendiz deveria ter os subsunçores adequados (conceitos como, radiação eletromagnética, espectro eletromagnético, linhas de absorção e emissão atômica, átomo, níveis eletrônicos de energia, velocidade radial, centro de massa, efeito Doppler, entre outros) e um amadurecimento cognitivo que lhe permitisse relacionar esses subsunçores com o novo conhecimento. Em segundo, e aí a primeira condição é necessária mas não suficiente, o aprendiz tem que querer interagir com o novo conhecimento. Diz-se necessária, mas não suficiente, porque um material estruturado de uma forma não lógica (difícil de ser entendido) e exigindo subsunçores não disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, acaba sendo desestimulante e pode levar o aprendiz a não querer aprender. Entretanto, mesmo com o material estando logicamente bem estruturado, o aprendiz ainda pode não querer relacionar o seu conhecimento prévio com o novo conhecimento.

A experiência didática foi programada para ser aplicada nos meses de agosto, setembro e início de outubro de 2011, porém foi necessário mais tempo e a experiência se prolongou até dezembro. Como o tema trabalhado era Astronomia, um assunto pouco ou quase nunca abordado nas escolas, já nos meses que antecederam a aplicação da mesma, foi trabalhado em algumas aulas de Física e através de um artigo de divulgação científica sobre exoplanetas denominado de “Febre Planetária” (RAUCHHAUPT, 2011), alguns conceitos utilizados em Astronomia, como: dispersão luminosa, espectros, lentes, espelhos, efeito Doppler, exoplanetas, estrelas, entre outros. Esses conceitos, trabalhados antecipadamente à aplicação do trabalho de pesquisa durante algumas aulas de Física, serviram, na linguagem de Ausubel, para enriquecer os “subsunçores” dos alunos; certamente isto facilitou a aplicação do trabalho previsto. Foi feito um pré-teste no início da experiência didática, a fim de diagnosticar o “conhecimento prévio” dos alunos a respeito de Astronomia o que, para muitos, foi um diagnóstico do que aprenderam nos meses que antecederam à realização da experiência.

Conforme foi relatado no parágrafo anterior, os assuntos que foram apresentados nos meses que antecederam ao trabalho feito com os alunos tiveram muita importância no sentido de gerar subsunçores novos e reforçar significativamente os já existentes, para que o material utilizado na experiência didática fosse potencialmente significativo. Os meses que antecederam o trabalho desenvolvido também serviram para que o professor ficasse a par do desenvolvimento cognitivo dos alunos, fator este também importante para que o material fosse potencialmente significativo.

Aliada às ideias de Ausubel, a experiência didática enfatizou o relacionamento social entre os alunos e dos alunos com o professor, permitindo uma troca de conhecimentos entre eles, através das atividades que foram propostas; a maioria destas atividades permitiu que os alunos trocassem informações entre si e com o professor, resultando num trabalho coletivo. Segundo Vygotsky a “*interação social*” entre as pessoas constitui-se num importante fator que conduz à apreensão do conhecimento e ao desenvolvimento cognitivo do indivíduo.

“As crianças, geralmente, não crescem isoladas, interagem com os pais, com outros adultos da família, com outras crianças e assim por diante. Adolescentes, adultos, moços e velhos, geralmente não vivem isolados, estão permanentemente interagindo socialmente, em casa, na rua, na escola, etc. Para Vygotsky esta interação é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo. Contudo, seus mecanismos são difíceis de identificar, qualificar e quantificar com precisão.” (MOREIRA, 1995, p. 85)

Com o objetivo de estimular a troca de informações entre os estudantes e com o professor, foram desenvolvidas algumas atividades que os alunos podiam resolver em suas

residências, outras no laboratório de Informática e, durante as atividades de avaliação, foi permitido que os alunos as realizassem em duplas e consultassem as suas anotações, ao mesmo tempo em que podiam trocar informações com o professor a respeito das questões contidas nos testes; desta forma, os alunos tiveram a oportunidade de esclarecer dúvidas mesmo durante a realização dos testes e melhorar o seu aprendizado. Tal aprendizado ocorre na “zona de desenvolvimento proximal” do indivíduo (Vygotsky, 1988, p.97; apud Moreira, 1995, p.90), definida por Vygotsky como:

“A distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real, tal como medido por sua capacidade de resolver problemas independentemente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, tal como medido através da solução de problemas sob orientação (de um adulto, no caso de uma criança) ou em colaboração com companheiros mais capazes”.

O processo de internalização das relações sociais em funções psicológicas, segundo Vygotsky, se dá através da **“mediação”**, que ocorre através da troca de **“signos”** e **“instrumentos”**. Na experiência didática que foi realizada o processo da mediação foi permanentemente enfatizado, pois os alunos foram constantemente instigados a trocar informações através de *signos* (linguagem, falada ou escrita, desenhos, imagens, vídeos, simulações, etc.) entre si e com o professor; o uso de *instrumentos* (aquilo que pode ser usado para fazer alguma coisa) também foi enfatizado, pois foram levados a observar e interagir com alguns equipamentos de baixo custo utilizados em experimentos demonstrativos realizados pelo professor, assim como com o computador em aulas realizadas no laboratório de informática.

“A conversão de relações sociais em funções mentais superiores não é direta, é mediada. E essa mediação inclui o uso de instrumentos e signos. Um instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa; um signo é algo que significa alguma coisa. Existem três tipos de signos: 1) indicadores, são aqueles que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (e.g., fumaça indica fogo, porque é causada por fogo); 2) icônicos, são imagens ou desenhos daquilo que significam; 3) simbólicos, são os que têm uma relação abstrata com o que significam. As palavras, por exemplo, são signos linguísticos, os números são signos matemáticos; a linguagem, falada e escrita, e a matemática são sistemas de signos.”(MOREIRA, 1995, p. 86)

Certamente as ideias de Vygotsky no que diz respeito ao desenvolvimento cognitivo do indivíduo através da **interação social**, utilizando-se de *signos* e *instrumentos*, foram as mais aproveitadas no processo ensino-aprendizagem à que essa experiência didática se propôs.

“O papel fundamental do professor como mediador na aquisição de significados contextualmente aceitos, o indispensável intercâmbio de significados entre professor e aluno dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, a origem social das funções mentais superiores, a linguagem como o mais importante

sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo, são muito mais importantes para serem levados em conta no ensino.” (MOREIRA, 1995, p. 93)

No caso da experiência didática realizada, o professor não dispensou a apresentação oral de alguns assuntos, utilizando o quadro branco, permitindo que os alunos trocassem significados com ele, apresentando novos conceitos e reforçando outros (subsunçores, segundo Ausubel) já existentes na estrutura cognitiva dos alunos. Para Vygotsky, é através da interiorização de instrumentos e sistemas de signos, produzidos culturalmente, que se dá o desenvolvimento cognitivo (Vygotsky, 1988; apud Moreira, 1995, p. 86). Durante a apresentação dos vídeos, em alguns momentos o vídeo era pausado e o professor fazia um breve comentário, oportunizando que os alunos também se manifestassem. As atividades realizadas em duplas denominadas de “atividades práticas”, embora alguns alunos tenham se ancorado nos colegas, foram importantes porque certamente um bom percentual da turma se empenhou em resolvê-las e, para isto, houve muita troca de informações (significados) entre eles; as duas avaliações realizadas, sem sombra de dúvidas, foram muito importantes para consolidar conceitos, pois, em vista da grande quantidade de informações abordadas nessa experiência e das obrigações dos alunos com as outras disciplinas, nem sempre o professor esclareceu ou tomou conhecimento das dúvidas surgidas na realização das tarefas propostas. Assim, durante as duas avaliações realizadas, o professor esteve constantemente respondendo às dúvidas dos alunos, reforçando os conceitos (subsunçores) que eles manifestavam saber ou, muitas vezes respondendo com outra pergunta, a fim de fazê-los pensar. A troca de significados era constante durante as avaliações.

“O ensino se consuma quando aluno e professor compartilham significados.” (MOREIRA, 1995, p. 93)

“Sem interação social, ou sem intercâmbio de significados, dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo. Interação e intercâmbio implicam, necessariamente, que todos os envolvidos no processo ensino-aprendizagem devam falar e tenham oportunidade de falar.” (ibid., p. 93)

Vê-se pelo parágrafo anterior que as teorias de Ausubel e Vygotsky, utilizadas nessa experiência como referenciais teóricos, se complementam; não é possível traçar uma linha divisória entre elas estando as mesmas constantemente no foco desse trabalho.

As atividades desenvolvidas com os alunos fizeram uso de um material que foi construído fundamentando-se nas ideias de Ausubel e Vygotsky, como pode ser constatado no capítulo que segue, onde é apresentado o produto gerado da experiência didática. O material

foi elaborado com o objetivo de ser potencialmente significativo e estimular a interação social aluno-aluno e professor-aluno.

4 MATERIAL UTILIZADO E PRODUTO GERADO (DVD)

Os materiais utilizados durante a experiência didática foram bastante diversificados. Procurou-se explorar boa parte das ferramentas tecnológicas que tínhamos à disposição e, quando não, optou-se por material de baixo custo. Pelo fato do trabalho ter sido realizado num Instituto Federal e, particularmente, no IFRS de Bento Gonçalves, que conta com uma boa infraestrutura, tais como laboratórios de ciências e de informática e datashow em todas as salas de aula, encontrou-se melhores condições para desenvolver as atividades propostas. Destacam-se aqui os seguintes materiais:

- o uso do computador, seja em demonstrações com auxílio do projetor multimídia ou na sala de informática;
- o ambiente virtual do sistema acadêmico da Instituição para depósito de material de aula;
- o equipamento da PASCO constituído de suporte e lâmpadas de descarga elétrica para a visualização do espectro de emissão de diferentes substâncias (Hg, He, CO₂, vapor de água, Ne, H);
- redes de difração construídas com CD sem a película refletora;
- simulações do PhEt⁴ e de outras fontes;
- o *software* Stellarium⁵ e
- vídeos disponíveis na web.

De forma auxiliar ainda foram utilizados, além do quadro branco, outros experimentos, material impresso de divulgação científica e apresentações em PowerPoint.

O material acima descrito foi o utilizado no desenvolvimento das aulas. Para a confecção do DVD, o produto educacional deste trabalho, foram reunidos e organizados os vídeos, as simulações e os textos de apoio, além de terem sido elaboradas orientações, ilustradas com fotos, para uso dos demais materiais.

A seguir apresenta-se uma amostra de como ficou organizado o hipertexto, começando com a apresentação do mesmo e, posteriormente, exemplificando a sua estrutura interna através de algumas partes de uma das 13 lições (8ª lição) em que o mesmo foi dividido.

⁴ http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics/. Acesso em: 14 de agosto de 2012.

⁵ <http://www.stellarium.org/pt/>. Acesso em: 14 de agosto de 2012.

4.1 O Hipertexto

A apresentação da página inicial do hipertexto objetiva dar uma ideia geral dos assuntos que foram abordados na realização do trabalho com os alunos. Destacam-se os *links* dos tópicos de cada uma das 13 lições, conforme mostra a Figura 1. A Figura 2 indica os links para acessar o conteúdo do hipertexto.



Figura 1. Página de abertura do hipertexto destacando o título do material educacional e os seus autores.


The image shows a screenshot of a hypermedia page. At the top left is a photograph of the Andromeda Galaxy with the caption "GALAXIA ANDROMEDA". Below it is a vertical list of blue buttons with white text: "FORMAÇÃO PLANETÁRIA", "EXOPLANETAS", "ESPECTROSCOPIA", "O CÉU", "IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS NAS ESTRELAS", and "DETERMINAÇÃO DE DISTÂNCIAS ESTELARES". To the right of the buttons is a text block titled "EXOPLANETAS COMO TÓPICO DE ASTRONOMIA MOTIVADOR E INOVADOR PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO". The text discusses the challenges of teaching physics and the benefits of using astronomy topics. Two red hand-drawn circles with arrows point to specific parts: one on the left labeled "Links para acessar as lições" points to the list of buttons, and one on the right labeled "Texto Introdutório" points to the introductory text block.

Figura 2. Segunda página do hipertexto com destaque para os *links* dos tópicos abordados.

A Figura 3 mostra os *links* da estrutura da primeira e segunda página da 8ª lição. Esta estrutura é comum às 13 lições em que está dividido o hipertexto, assim, as lições iniciam com um pequeno texto introdutório, seguido de materiais de apoio, sejam eles textos com diferentes níveis de aprofundamento, como através de material multimídia.

(a)

Entre outras aplicações da espectroscopia, nos dias de hoje, temos a detecção de planetas extrassolares (exoplanetas). Isto é feito utilizando o espectro de linhas de absorção que aparece sobreposto no espectro contínuo das estrelas.



Efeito Doppler da luz

Redshift (desvio para o vermelho) e blueshift (desvio para o azul) da luz, devido, respectivamente, ao afastamento e à aproximação da estrela do observador situado na Terra. Isto acontece quando a estrela tem a companhia de exoplanetas, o que faz com que o sistema estrela-planeta gire em redor de um centro comum, o centro de massa. Na figura, V_r é a velocidade radial máxima da estrela, quando se aproxima ou se afasta do observador na Terra.

(b)

DETECÇÃO DE EXOPLANETAS PELA VELOCIDADE RADIAL/DOPPLER

As atividades que serão desenvolvidas durante as seis aulas previstas para este tópico, discorrerão sobre uma técnica de detecção de exoplanetas, que está fundamentada no bamboleio (balançar) de uma estrela, resultado da ação gravitacional de exoplanetas que orbitam a estrela, e, no efeito Doppler da luz emitida pela estrela, ocasionado por este "balançar" da mesma, que a faz, ora se aproximar da Terra, ora se afastar.

A detecção de exoplanetas utilizando esta técnica, já foi introduzida nas primeiras aulas, que versaram sobre a apresentação geral do estudo dos exoplanetas, quando destaque também foi dado ao Método do Trânsito, utilizado pelo telescópio espacial Kepler que orbita o Sol juntamente com a Terra.

A sugestão é de que o professor retome aquelas aulas, onde já encontrará textos explicativos sobre o método que será desenvolvido nestas seis aulas previstas.

Duração prevista para este tópico: seis (6) horas-aula.

(c)

TEXTO INTRODUTORIO

O professor tem aqui uma ferramenta para introduzir esta metodologia de detecção de exoplanetas, mas a sugestão é de que, antes de começar a apresentar o assunto aos alunos, faça um estudo de todo o tópico, por exemplo, as atividades práticas sugeridas e os textos de apoio são bastante explicativos.

Duração prevista: uma (1) hora-aula.

(d)

APRESENTAÇÃO (PPT e PDF)

Os slides disponibilizados aqui são basicamente os mesmos das aulas iniciais sobre exoplanetas, porém, somente os relacionados ao método da velocidade radial. Naquela oportunidade o objetivo dos mesmos era auxiliar o professor e não necessariamente apresentá-los em detalhes aos alunos, pois o conteúdo estava começando a ser desenvolvido e o importante era dar uma visão geral do assunto. Agora já é possível aprofundá-lo.

Alguns dos slides sugerem animações, cuja fonte está sob os mesmos; isto permite ao professor dar um dinamismo maior às suas aulas.

Duração prevista: uma (1) hora-aula.

Figura 3. Primeira página da 8ª lição apresentando alguns dos *links* comuns a todas as 13 lições do hipertexto.

Uma vez que os *links* que estruturam todas as lições são os mesmos, ilustramo-los através da 8ª lição, exposta na Figura 3, onde destacamos os itens a, b, c e d através de caixas vermelhas:

(a) **Coluna lateral à esquerda:** apresenta algumas ilustrações e textos que reforçam o conteúdo da lição. Em algumas das lições junto a estas ilustrações e textos aparecem *links* do tipo “vídeo”, “vídeo1”,..., e até mesmo endereços eletrônicos, que permitem acessar, rapidamente, vídeos ou animações pertinentes ao conteúdo no momento oportuno.

(b) **Título da lição:** Através de um ou dois parágrafos é feita a apresentação do assunto que é abordado ao longo da lição. Inclui-se aqui uma sugestão de número de horas-aula totais para apresentar todo o conteúdo. Porém, o professor pode viabilizar o trabalho a ser feito com os alunos conforme o perfil e o material disponível pelos mesmos, assim como, a infraestrutura da instituição de ensino onde trabalha.

(c) **Texto introdutório:** é um texto que apresenta o assunto de forma mais simples e que procura apresentar conceitos que serão trabalhados durante a lição. Não deixa de ser um texto de apoio para o professor e que pode ser disponibilizado para os alunos. Junto ao *link* apresenta-se uma “chamada” para o texto e uma sugestão de número de horas-aula necessárias para sua discussão.

(d) **Apresentação (PPT e PDF):** nesta seção o leitor poderá encontrar o material utilizado nas aulas, seja no formato *PowerPoint* quanto no formato PDF. O arquivo *PowerPoint* segue com comentários que podem ser úteis ao professor que desejar utilizar este material em suas aulas (ver Figura 4). Em alguns *slides* também podem ser encontrados *links* do tipo [vídeo1](#), [vídeo2](#), [vídeo3](#),..., referentes ao *slide*, que permitem de forma oportuna acessar imediatamente a visualização desses vídeos (às vezes animações); em outros, é disponibilizado o endereço eletrônico correspondente ao que está sendo apresentado. Algumas das ilustrações foram obtidas fazendo o *Print Screen* das imagens de algum vídeo/animação, sendo que algumas delas foram adaptadas através de desenhos utilizando o *Paint*.

A imagem foi extraída de uma simulação cujo endereço está sob a figura.

Texto explicativo sobre o slide para facilitar o trabalho de apresentação do professor.

Obs. Esta foi uma metodologia bastante empregada na construção das apresentações em PowerPoint.

Método de Detecção pela Velocidade Radial

Years Elapsed: 204.9

<input type="checkbox"/>	Mercury	0.387 AU
<input type="checkbox"/>	Venus	0.723 AU
<input type="checkbox"/>	Earth	1 AU
<input type="checkbox"/>	Mars	1.5 AU
<input checked="" type="checkbox"/>	Jupiter	5.2 AU
<input type="checkbox"/>	Saturn	9.5 AU
<input type="checkbox"/>	Uranus	19.2 AU
<input type="checkbox"/>	Neptune	30.1 AU
<input type="checkbox"/>	Pluto	39.5 AU

Animation Speed
Days Per Second: 1000

Simulação onde é possível verificar a influência que cada planeta do Sistema Solar exerce sobre o Sol. Pode-se verificar que os chamados planetas terrestres (ou rochosos) – Mercúrio, Vênus, Terra e Marte – não exercem influência gravitacional significativa sobre o Sol, porém, no caso dos planetas ditos jovianos (ou gasosos) – Júpiter, Saturno, Urano e Netuno – torna-se relevante a ação gravitacional. Também aqui fica visível o que se denomina de “balançar” (bamboleio) da estrela, assim como a mudança de posição do centro de massa do sistema Sol-planeta(s) quando se seleciona planeta(s) diferente(s).

Ajustando a *Animation Speed* (velocidade da animação) para um valor baixo, é possível verificar o período de translação de cada planeta joviano.

Figura 4. Recorte de um *slide* da apresentação em PowerPoint sobre o método de detecção de exoplanetas pela velocidade radial/Doppler.

Alguns *links* complementares ainda fazem parte desta página introdutória, os quais são apresentados na Figura 5 e no texto que segue.

(e) **TEXTOS DE APOIO (T1, T2)**
 O primeiro texto de apoio diz respeito às Leis de Kepler. É importante ter um bom conhecimento das mesmas, pois o método de detecção pela velocidade radial tem nelas uma grande ferramenta. O segundo é um texto explicativo complementar sobre este método de detecção de exoplanetas, mais aprofundado que o texto introdutório e bastante esclarecedor.
Duração prevista: extraclasse

(f) **VÍDEOS/SIMULAÇÕES/ANIMAÇÕES**
 Têm-se aqui sugestões de vídeos, simulações ou animações que podem ser trabalhadas extraclasse. Algumas são utilizadas no PowerPoint de apresentação sobre a detecção de exoplanetas pela velocidade radial.

(g) **SIMULAÇÕES (S8.1, S8.2, S8.3)**
 A interação do aluno com aplicativos reforça o conteúdo desenvolvido. Veja estas simulações que podem ser trabalhadas no laboratório de Informática, nos computadores pessoais dos alunos ou, em grande grupo, através de um Dashow.
Duração prevista: duas (2) horas-aula.

(h) **ATIVIDADES PRÁTICAS (AP.1, AP.2, AP.3)**
 As três atividades práticas aqui propostas são muito importantes como motivação e compreensão do conteúdo e não devem ser dispensadas. A atividade AP.3 é uma sugestão de uma primeira avaliação dos tópicos até aqui abordados no hipertexto.
Duração prevista: duas (2) horas-aula.

Figura 5. Segunda página da 8ª lição apresentando os outros *links* comuns a todas as 13 lições do hipertexto.

(e) **Textos de apoio:** são textos complementares um pouco mais aprofundados e esclarecedores sobre o conteúdo da lição. Na 8ª lição são encontrados dois textos de apoio, T1 e T2, porém, de uma lição para outra, o número de textos não é sempre o mesmo; o professor pode disponibilizá-los aos alunos e promover o seu estudo extraclasse ou em aula.

(f) **Vídeos/Simulações/Animações:** A internet possibilita o acesso a uma grande quantidade de material, seja na forma de vídeos, simulações e/ou animações que podem auxiliar na implementação das aulas. Entretanto, fica difícil selecionar, dentre tantas possibilidades, qual a melhor alternativa. Apresentam-se nesta seção aqueles que foram selecionados por julgar-se mais adequados à discussão sobre o respectivo assunto acompanhados dos seus respectivos endereços eletrônicos; em alguns deles, através de *links* como “vídeo”, “simulação” ou “animação”, é possível fazer o acesso diretamente, sem a internet.

(g) **Simulações:** são aulas programadas com o uso de simulações normalmente acompanhadas de questionários e de orientações de como usá-las. Na 8ª lição, são três as atividades com simulações (S8.1, S8.2 e S8.3), podendo variar em número conforme a lição. Essas aulas

podem ser realizadas extraclasse ou, no laboratório de informática, caso a instituição de ensino o tenha.

(h) Atividades práticas: são aulas normalmente teórico-práticas com o uso de material de baixo custo ou o computador. Estão sempre acompanhadas de questionários. Nessa amostra, são três as atividades (**AP.1, AP.2 e AP3**), mas, também, variam conforme a lição. Essas atividades são um grande reforço do assunto abordado e não devem ser dispensadas; fazem na linguagem da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel a “reconciliação integradora” estimulando a interação social aluno-aluno e professor-aluno, foco da teoria de aprendizagem de Vygotsky, já que uma sugestão é a de que os alunos realizem essas atividades em dupla de alunos. Na 8ª e 12ª lição, uma dessas AP foram avaliações “tipo prova” que foram aplicadas durante a experiência didática.

O material do DVD, como pode ser visto, pretende contribuir não apenas para a inserção de tópicos de Astronomia com ênfase em exoplanetas no currículo escolar, mas também visa a inserção do uso de ferramentas multimídia para fins didáticos, de modo a aproveitar os avanços da tecnologia ocorridos nos últimos anos. Está programado para ser utilizado em 53 horas/aula e consta de experimentos, simulações, vídeos, animações e apresentações em PowerPoint. O professor que desejar utilizá-lo em suas aulas poderá adaptá-lo conforme o perfil das turmas de alunos com a quais estiver trabalhando e a carga horária disponível.

5 METODOLOGIA

Neste capítulo faremos uma apresentação detalhada da implementação de nossa proposta didática. Para tanto, começamos apresentando o contexto da aplicação (seção 5.1), os instrumentos de avaliação que utilizamos (seção 5.2) e, finalmente, uma descrição detalhada da aplicação (seção 5.3).

5.1 Contexto

A pesquisa didática foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRS), Campus Bento Gonçalves, na cidade de Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul-RS, numa região do Estado conhecida como Serra Gaúcha. O Instituto está localizado na Avenida Osvaldo Aranha, 540, no Bairro Juventude da Enologia. Bento Gonçalves está situada numa região de colonização italiana bastante conhecida pela boa gastronomia, vinícolas de primeira linha e pela viticultura.



Figura 6. IFRS. Campus Bento Gonçalves. RS.

Fonte: Foto. Mauricio H. de Andrade. IFRS. Campus Bento Gonçalves. RS. Dezembro de 2011.

Originalmente, nas dependências de onde hoje está instalado o Instituto Federal esteve em funcionamento durante muito tempo a chamada Escola Agrotécnica. Posteriormente, foi elevada à categoria de CEFET. Hoje a Instituição conta com vários cursos: Ensino Médio concomitante com Técnico em Agropecuária, em Viticultura e Enologia, e em Informática para a Internet; PROEJA (modalidade jovens e adultos) concomitante com Técnico em Comércio; Técnico Superior em Logística; Licenciatura Plena

em Física, em Matemática e em Pedagogia; EAD (Técnico em Informática na Formação de Instrutores); Técnico Superior em Alimentos, em Viticultura e Enologia, em Horticultura e em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

A experiência didática foi realizada com uma turma do segundo ano de ensino médio com ênfase em Técnico em Informática para a Internet. As aulas foram ministradas no turno da tarde, constando de três horas-aula semanais de Física; todas de quarenta e cinco minutos. A turma escolhida somente teve aulas de Física no primeiro ano do seu curso médio (2010) e, em 2011, ano em que foi feita a experiência didática; no terceiro ano (2012) a disciplina não consta mais no currículo dessa turma.



(a)



(b)

Figura 7. (a) Alunos em dia de avaliação. (b) Sala 13 do Bloco C. IFRS.

Fonte: Foto. Mauricio H. de Andrade. IFRS. Campus Bento Gonçalves. RS. Dezembro de 2011.



Figura 8. Laboratório de Informática. IFRS.

Fonte: Foto. Mauricio H. de Andrade. IFRS. Campus Bento Gonçalves. RS. Dezembro de 2011.

5.2 Instrumentos de avaliação

A fim de avaliar a aprendizagem dos alunos e a sua receptividade à metodologia empregada, usamos os seguintes instrumentos e observações:

- a. um pré-teste de investigação do conhecimento prévio dos alunos a respeito de alguns tópicos de Astronomia;
- b. a participação dos alunos de uma forma qualitativa através do diálogo professor-aluno e aluno-aluno;
- c. atividades (denominadas de Atividades Práticas) em dupla de alunos, de cunho teórico-prático, realizadas na sala de aula ou no laboratório de informática, acompanhadas de questionários a serem resolvidos também em aula ou extraclasse;
- d. duas avaliações tipo “prova” realizadas em dupla de alunos;
- e. um pós-teste semelhante/igual ao pré-teste para avaliar o quanto a aprendizagem do assunto trabalhado foi significativa.

Como o assunto que estava sendo proposto (Astronomia e Exoplanetas) exigiria uma série de conceitos subsunçores importantes e já cientificamente corretos na mente dos alunos, ou pelo menos próximos dos corretos, foi pertinente trabalhar alguns deles ainda antes da experiência didática. Isto foi feito durante as aulas de Física nos meses que antecederam à aplicação do projeto, quando foram trabalhados conceitos correspondentes ao movimento ondulatório, ondas eletromagnéticas, ótica geométrica, ótica física e física térmica. Intercalou-se às aulas de Física do primeiro semestre algumas aulas em que se trabalharam as perguntas (Ver **Apêndice B**) referentes ao artigo intitulado “Febre Planetária” de autoria de Rauchhaupt (2011), que propiciaram a discussão de vários conceitos de Astronomia e outros referentes à Exoplanetas. Não foi muito eficiente, pois o ideal era dar continuidade ao assunto por algumas aulas. Porém, as aulas de Física tinham que ser retomadas, já que também eram importantes para futuramente desenvolver o trabalho de pesquisa. Entretanto, isto não foi visto como algo preocupante; o que se queria era somente familiarizar os alunos com alguns conceitos referentes à Astronomia gerando alguns subsunçores que seriam importantes para a experiência futura.

Como forma de acompanhar o crescimento do aprendizado dos alunos a respeito de conceitos que seriam trabalhados na experiência didática, foi importante avaliá-los antes de começar a experiência. No Instituto, o ano letivo ainda está dividido em quatro bimestres;

assim, no 1º e 2º bimestres foram trabalhados conteúdos de Física e, como já foi dito, sempre que possíveis algumas aulas foram discussões de tópicos de Astronomia usando o artigo “Febre Planetária” como contexto. Então, as avaliações realizadas nesses dois bimestres foram importantes para o professor verificar os subsunçores pré-existentes e aqueles que estavam sendo incorporados às suas estruturas cognitivas através das aulas que estavam sendo ministradas; em cada um desses bimestres foram realizadas duas avaliações; uma, sobre os conteúdos de Física e, outra, sobre tópicos de Astronomia.

5.2.1 Avaliação antes da realização da experiência didática

Foi aplicada uma avaliação basicamente quantitativa. O Quadro 1 apresenta de forma objetiva os instrumentos de avaliação quantitativos (tipo prova) que foram utilizados durante os meses que antecederam a pesquisa referente a tópicos de Astronomia. Na Instituição, a avaliação dos alunos era bimestral, as notas sendo de 0 (zero) a 10 (dez) com uma casa decimal. Como antes da experiência didática os alunos também estavam estudando assuntos especificamente de Física, foram feitas duas avaliações quantitativas por bimestre; uma especificamente sobre tópicos de Física (individual), a outra, sobre tópicos de Astronomia (em dupla de alunos).

Quadro 1. Instrumentos de avaliação referentes à Astronomia utilizados antes da experiência didática.

1º BIMESTRE			
Data	Nº de horas-aula	Tópico	Recursos
27/04	1 (uma)	Astronomia e Exoplanetas	Prova contendo 8 (oito) questões objetivas e 2 (duas) de Verdadeiro/Falso. Peso 5 (cinco) . Ver Apêndice C . Referência para as questões: Artigo “Febre Planetária”. (RAUCHHAUPT, 2011)
2º BIMESTRE			
13/07	1 (uma)	Astronomia e Exoplanetas	Prova contendo nove questões objetivas e uma de completar lacunas referentes ao artigo “Febre Planetária”. Peso cinco. Ver Apêndice D . Referência para as questões: Artigo “Febre Planetária”.(RAUCHHAUPT, 2011)

É importante relatar que as provas foram realizadas em dupla para proporcionar o que Vygotsky ressalta como importante para o aprendizado: a interação social; neste caso, a interação aluno-aluno. Entretanto, a interação professor-aluno também aconteceu durante as avaliações, pois o professor permitiu que as duplas de alunos o questionassem. A avaliação foi um momento importante para os alunos trocarem informações com o professor que aproveitou a oportunidade para fazer um diagnóstico do grau de compreensão dos conceitos estudados através das perguntas que faziam. Foi um momento oportuno para esclarecer esses conceitos.

5.2.2 Avaliação durante a experiência didática

Durante a realização da experiência didática a avaliação foi mais diversificada, envolvendo atividades teórico-práticas, teóricas (questionários e simulações) e duas provas. Todos os trabalhos de avaliação foram realizados, principalmente, em duplas de alunos. Pretendeu-se desta forma estimular a interação entre eles e com o professor; em duplas, os alunos se sentem mais a vontade para fazer questionamentos.

Tal como aconteceu nas avaliações anteriores à experiência didática, o professor estimulou a interação das duplas de alunos consigo durante as chamadas avaliações bimestrais (provas).

Para verificar se os alunos tiveram uma aprendizagem significativa, além da avaliação quantitativa (Quadro 2), foi aplicado um pré-teste no início da experiência didática e um pós-teste ao término da mesma. Juntamente ao pós-teste foi incluída uma pesquisa de opinião com o intuito de saber dos alunos o que eles acharam de estudar Física contextualizando com tópicos de Astronomia, se gostaram da metodologia das aulas e qual o assunto que mais lhes tinha chamado a atenção. A comparação entre os resultados do pré-teste e pós-teste, a pesquisa de opinião, bem como as duas avaliações bimestrais, uma no 3º e a outra no 4º, foram os principais meios utilizados pelo professor para diagnosticar se a aprendizagem foi significativa. Além desta metodologia de diagnóstico, cabe salientar a avaliação subjetiva do professor durante as aulas teórico-práticas, teóricas, feitas através de vídeos e apresentações em *PowerPoint* e, durante as avaliações bimestrais; em todas elas procurou-se estimular a interação professor-aluno através do diálogo.

O Quadro 2 faz uma apresentação objetiva dos instrumentos de avaliação quantitativos que foram usados durante a experiência didática. Os trabalhos realizados e que foram denominados de atividades práticas tiveram peso cinco (5,0) e as avaliações bimestrais também peso cinco (5,0); a avaliação qualitativa dos alunos foi levada em consideração nos

arredondamentos. Foi necessário atribuir nota aos alunos, pois a Instituição trabalha com notas bimestrais.

Quadro 2. Instrumentos de avaliação utilizados durante a experiência didática.

3º BIMESTRE			
Data	Nº de horas-aula	Tópico	Recursos
03/08	(1) uma	Conhecimento prévio dos alunos	Entrega de um questionário diagnóstico (pré-teste) sobre o <i>conhecimento prévio</i> dos alunos a respeito de tópicos de Astronomia e Exoplanetas.
10/08	(2) duas e extra-classe	Espectroscopia	<p>Atividade Prática no. 1</p> <p>Atividade experimental de observação de espectros de emissão de gases aquecidos (lâmpadas de descarga) através de redes de difração obtidas de CDs.</p> <p>Questionário referente à atividade prática e à espectroscopia.</p> <p>Os alunos entregaram na semana seguinte um relatório incluindo as questões do questionário.</p>
17/08	Extra-classe	Espectroscopia	<p>Atividade Prática no. 2</p> <p>Uso de uma simulação sobre espectros de emissão e absorção dos elementos químicos visualizados numa tabela periódica.</p> <p>Questionário referente à simulação.</p> <p>Entrega ao professor na semana seguinte de um relatório incluindo as questões do questionário.</p>
17/08		Espectro Solar, Fonte de Energia do Sol e Formação dos Elementos Químicos.	<p>Atividade Prática no. 3</p> <p>Essa atividade foi entregue aos alunos nessa data com o objetivo de ser trabalhada na aula seguinte, porém, por achar mais conveniente, o professor achou melhor protelar o seu início, que acabou acontecendo em 07/10.</p>
24/08	(2)	Identificação	Atividade Prática no. 4

	duas e extra-classe	dos elementos químicos presentes nas estrelas.	<p>Uso da simulação “O Astrônomo Mirim” e do Laboratório de Informática tendo como guia um questionário referente ao aplicativo.</p> <p>A atividade foi realizada no Laboratório de Informática e complementada extraclasse.</p> <p>Entrega ao professor do questionário referente ao aplicativo na semana seguinte.</p>
31/08	(2) duas e extra-classe	Distâncias estelares (paralaxe)	<p>Atividade Prática no. 5</p> <p>Experimento de determinação de distâncias estelares pela técnica da paralaxe. O experimento foi realizado em sala de aula separadamente com grupos de (6) seis alunos; os demais ficavam aguardando ao chamado do professor.</p> <p>Entrega de relatório do experimento em aula posterior a ser combinada com o professor.</p> <p>Nota: No dia seguinte a essa data (01/09) foi iniciada uma greve na Instituição.</p>
07/10	Extra-classe	Espectro Solar, Fonte de Energia do Sol e Formação dos Elementos Químicos.	<p>Atividade Prática no. 3</p> <p>Questionário com questões referentes ao tópico abordado, iniciado em sala de aula e concluído extraclasse. O questionário foi entregue pelos alunos em aula posterior combinada com o professor.</p> <p>Obs. Esta atividade (no. 3) tinha sido entregue aos alunos em 17/08/2011, porém, somente na data que aqui consta (07/10), começou a ser realizada.</p> <p>Atividade Extra (anexa a Atividade Prática no. 3)</p> <p>Leitura de um texto sobre exoplanetas solicitando o relato por escrito dos pontos importantes do mesmo.</p> <p>Entrega ao professor do relato escrito em aula posterior.</p>
17/10	(1)	3ª Lei de	Atividade Prática no. 6

	uma e extra-classe	Kepler, Força Gravitacional, Lei de Coulomb e Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler.	<p>1ª Parte</p> <p>Questionário sobre o tópico abordado iniciado em sala de aula e complementado extraclasse.</p> <p>Entrega do questionário em aula posterior a ser combinada com o professor.</p> <p>Atividade Extra (anexa a Atividade Prática no. 6)</p> <p>Entrega aos alunos de um texto de apoio sobre exoplanetas.</p> <p>Questionário referente ao texto de apoio.</p> <p>Entrega do questionário ao professor em aula posterior.</p>
21/10	(3) três	Tópicos abordados nas primeiras (6) seis atividades práticas com ênfase em exoplanetas.	<p>Avaliação Bimestral – Prova</p> <p>Prova em dupla de alunos com questões (objetivas e discursivas) correspondentes as seis (6) primeiras atividades práticas e aos <i>PowerPoint</i> apresentados em aula com ênfase em exoplanetas. Ver Apêndice E.</p> <p>Obs. Uma hora-aula foi cedida por um professor de outra disciplina.</p>
4º BIMESTRE			
28/10	(2) duas e extra-classe	Método de Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler	<p>Atividade Prática no. 6 2ª Parte</p> <p>Simulações trabalhadas no laboratório de informática acompanhadas de questionários referentes aos aplicativos.</p> <p>Entrega em aula a ser combinada com o professor do questionário referente às simulações trabalhadas.</p>
04/11	(2)	Radiação do	Atividade Prática no. 7

	duas e extra-classe	Corpo Negro e Lei de Wien	<p>Simulações trabalhadas no laboratório de Informática.</p> <p>Questionário referente às simulações, entregues ao professor em dia a ser combinado.</p>
18/11	(2) duas e extra-classe	Atmosfera Terrestre (Camadas, Efeito Estufa, Ozônio, Auroras), Campo Magnético Terrestre, Espectro de Absorção Atmosférica, Atmosferas Planetárias, Bioassinaturas, Extremófilos.	<p>Atividade Prática no. 8</p> <p>Questionário sobre os tópicos abordados.</p> <p>Entrega do questionário ao professor em dia a ser combinado.</p>
05/12	Extra-classe	Método de Detecção de Exoplanetas pelo Trânsito	<p>Atividade Prática no. 9</p> <p>Leitura de notícia referente à descoberta de exoplaneta pelo telescópio Kepler.</p> <p>Avaliação da atividade, feita através de uma questão discursiva na avaliação geral (prova) do bimestre.</p>
09/12	(1) uma	Conhecimento adquirido pelos alunos	<p>Aplicação de um pós-teste a fim de verificar a melhora de aprendizado dos alunos com assuntos ligados a Astronomia, em particular os tópicos abordados durante a experiência didática. Este pós-teste foi praticamente igual ao pré-teste aplicado no início das atividades programadas, a saber, em 03/08/2011.</p>
16/12	(2) duas	Tópicos abordados nas últimas quatro (4) atividades práticas com ênfase em exoplanetas.	<p>Avaliação Bimestral – Prova</p> <p>Prova em dupla de alunos com questões (objetivas e discursivas) correspondentes as quatro (4) últimas atividades práticas e aos <i>PowerPoint</i> apresentados em aula, com ênfase em exoplanetas. Ver Apêndice F.</p>

5.3 Desenvolvimento

A experiência didática ocorreu no segundo semestre de 2011, mas, como dito anteriormente, já no primeiro semestre foram realizadas atividades preliminares, com a finalidade de motivar e dar um panorama geral aos alunos sobre o tema do projeto de pesquisa.

5.3.1 Atividades preparatórias

O Quadro 3 ilustra de uma forma compacta as atividades que foram desenvolvidas com os alunos antes da aplicação da experiência didática. Além das aulas que focaram mais em tópicos de Astronomia, estão aquelas correspondentes ao conteúdo de Física do 2º ano do ensino médio na Instituição. Alguns assuntos da Física foram enfatizados, pois seriam úteis na realização da experiência didática.

Quadro 3. Aulas de Física anteriores à realização da experiência didática.

1º BIMESTRE	
Tópicos	Recursos
Movimento Ondulatório	Aulas expositivas utilizando o quadro-branco, <i>datashow</i> e simulações. Exercícios gerais sobre movimento ondulatório. Apresentação das características das ondas eletromagnéticas. Difração e Interferência de ondas mecânicas. Ênfase no Efeito Doppler com ondas sonoras e eletromagnéticas, sem, porém, apelar para cálculos matemáticos.
Movimento Ondulatório	Uma avaliação com peso 10 (dez) sobre os tópicos de Física abordados. Uma avaliação com peso 5 (cinco) sobre os tópicos de Física abordados realizada em 27/04/2011.
Astronomia e Exoplanetas	O artigo “Febre Planetária” (RAUCHHAUPT, 2011) foi disponibilizado no sistema acadêmico da Instituição para que os alunos lessem e se familiarizassem com conceitos utilizados em Astronomia e com o tema Exoplanetas. Entrega em aula de cópias das primeiras páginas do artigo referenciado acompanhados de questionários; discussões dos mesmos em sala de aula, intercaladas com as aulas de Física.

	<p>Apresentação do conceito de centro de massa.</p> <p>Uma avaliação em dupla de alunos sobre tópicos de Astronomia com peso 5 (cinco) realizada em 27/04/2011, tendo como referência o artigo “Febre Planetária”.</p>
2º BIMESTRE	
<p>Ótica Geométrica e Ótica Física</p>	<p>Aulas expositivas utilizando o quadro-branco, <i>datashow</i> e simulações.</p> <p>Exercícios gerais sobre reflexão e imagens formadas por espelhos planos e esféricos.</p> <p>Exercícios gerais sobre refração e imagens formadas por lentes.</p> <p>Discussão dos fenômenos de difração e interferência da luz sem, porém, envolver cálculos matemáticos.</p> <p>Uma avaliação sobre os tópicos de Física que foram trabalhados com peso 10 (dez).</p>
<p>Astronomia e Exoplanetas</p>	<p>Entrega em aula de cópias das outras páginas do artigo “Febre Planetária”(RAUCHHAUPT, 2011) acompanhados de questionários. Discussão dos mesmos em sala de aula, entre uma e outra aula de Física.</p> <p>Observação: <i>Devido à falta de tempo, nem todas as questões do questionário chegaram a ser discutidas. Para a última avaliação programada (13/07/2011) solicitou-se aos alunos que lessem o artigo “Febre Planetária” e utilizassem o material (cópias das páginas do artigo) que tinha sido disponibilizado em aula.</i></p> <p>Uma avaliação em dupla de alunos sobre tópicos de Astronomia apresentados no 1º e 2º bimestres, com peso 5 (cinco) e realizada em 13/07/2011, tendo como referência o artigo “Febre Planetária”.</p>
<p>Física Térmica com ênfase em Termometri a e Teoria Cinética dos Gases (equação dos gases ideais)</p>	<p>Aulas expositivas utilizando o quadro-branco, <i>datashow</i> e simulações.</p> <p>Ênfase foi dada em:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diferença entre calor e temperatura. - Escalas termométricas. - Gases ideais e aplicações da equação dos gases ideais. <p>Uma avaliação com peso 5 (cinco) e realizada em 13/07/2011.</p>

5.3.2 Atividades realizadas durante a experiência didática

O Quadro 4 apresenta uma síntese dos tópicos abordados durante a experiência didática no segundo semestre e o respectivo número de aulas. Uma síntese dos conteúdos apresentados em cada uma das aulas, do material instrucional e dos recursos utilizados na experiência didática constitui o **Apêndice G**.

Quadro 4. Tópicos tratados durante a realização da experiência didática e número de horas-aula dedicadas ao tópico.

Horas-aula	Tópico
1	Conhecimento prévio dos alunos (pré-teste). Ver Apêndice H .
2	Astronomia e Exoplanetas
6	Espectroscopia
3	Espectroscopia. Identificação dos elementos químicos presentes nas estrelas
3	Distâncias estelares (paralaxe)
1	Formação de Sistemas Planetários
2	O Sol. Formação dos Elementos Químicos. Fonte de Energia das Estrelas
3	Formação dos Elementos Químicos. Fonte de Energia das Estrelas
1	Leis de Kepler
3	Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler
1	3ª Lei de Kepler. Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler
2	1ª Avaliação
1	3ª Lei de Kepler. Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler
2	Método de Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler
1	Radiação de Corpo Negro
2	Radiação de Corpo Negro e Lei de Wien
3	Evolução Estelar e Diagrama Hertzsprung-Russell (H-R)
1	Atmosferas planetárias
1	Atmosferas planetárias e a cor do céu. Atmosferas planetárias e o campo magnético terrestre. Auroras boreais e austrais.
1	Atmosferas planetárias. Efeito estufa e camada de ozônio
1	Atmosferas planetárias
1	Evolução estelar
1	A vida no planeta Terra e em outros planetas. Seres extremófilos. Bioassinaturas
1	A vida no planeta Terra e em outros planetas. Bioassinaturas
1	Método de detecção de exoplanetas pelo trânsito. Telescópio espacial Kepler.
Extraclasse	Método de detecção de exoplanetas pelo trânsito
1	Conhecimento adquirido pelos alunos (pós-teste). Ver Apêndice I .
1	Pesquisa de opinião
2	2ª avaliação

5.3.3 Relato da aplicação

Um relato circunstanciado de todas as aulas consta no DVD sob o título “Relato circunstanciado das aulas”.

Aí, o leitor poderá acompanhar cronologicamente as dificuldades e preocupações vivenciadas, assim como os momentos de satisfação pelo andamento do trabalho. De maneira geral as aulas transcorreram bem, ainda que nem sempre tenha sido possível cumprir o planejamento inicial. Uma análise dos principais aspectos positivos e negativos dessa aplicação, assim como recomendações para o professor que queira utilizar o produto educacional deste trabalho, é apresentada na seção 6.5.

6 RESULTADOS E AVALIAÇÃO

Com o objetivo de avaliar os alunos antes, durante e ao final da experiência didática, algumas atividades foram realizadas. Antes de iniciar os trabalhos referentes à experiência, um pré-teste foi aplicado a fim de investigar o conhecimento prévio dos alunos correspondentes a tópicos de Astronomia. Ao longo dos meses em que a mesma foi desenvolvida, tarefas denominadas de “atividades práticas”, mais apropriadamente teórico-práticas, acompanhadas de questionários, foram usadas a fim de motivar os alunos pelo assunto que estava sendo proposto; essas atividades eram avaliadas e devolvidas aos alunos. Duas avaliações (provas) também foram realizadas, correspondentes aos assuntos trabalhados, um pós-teste, para verificar se a experiência didática resultou numa aprendizagem significativa e, uma pesquisa de opinião, para verificar o grau de satisfação que os alunos tiveram com relação às atividades que foram propostas.

A seguir, transcrevemos os resultados decorrentes dos processos avaliativos que foram desenvolvidos na experiência didática.

6.1 Atividades teórico-práticas

Durante a realização da experiência didática foram desenvolvidas nove tarefas de cunho teórico-prático, acompanhadas de questionários e que foram denominadas de “atividades práticas”. Essas tarefas eram realizadas em dupla de alunos, com um trio, decorrente do número ímpar de alunos; a maior parte dessas atividades era iniciada em sala de aula. Porém, os questionários eram resolvidos extraclasse. A avaliação das mesmas foi feita através de conceitos (I - Insuficiente; S – Suficiente; B – Bom; MB – Muito Bom; O – Ótimo). A grande maioria dos alunos ficou enquadrada no conceito “O”. Entretanto, deve-se ressaltar que havia muita troca de informações entre os alunos até que os mesmos entregassem a atividade para o professor fazer a avaliação, o qual, posteriormente, as devolvia aos alunos com as devidas correções; claro está que essa troca de informações também era saudável, pois estimulava a interação social dos alunos, porém, alguns alunos se fizeram valer dessas oportunidades para simplesmente copiar respostas dos alunos mais interessados. Alguns alunos (em torno de seis) não tiveram sintonia com as atividades propostas, mas isso aconteceu durante todo o ano letivo e não somente ao longo da experiência didática. Deve-se destacar também que algumas atividades propostas foram muito longas e trabalhosas, o que de certa forma estimulou a “cópia”, pois os alunos tinham que conciliar as tarefas propostas com aquelas das outras disciplinas.

Acredita-se que a aplicação dessas chamadas “atividades práticas”, mesmo com as dificuldades impostas pela extensão de algumas delas (o que pode ser revisto para o uso deste material numa outra oportunidade) e o estímulo da “cópia” para alguns alunos, tiveram boa repercussão no aprendizado da maioria deles, pois muitos alunos realmente se empenhavam em realizá-las.

As nove atividades práticas que foram desenvolvidas, assim como as duas avaliações realizadas, uma no 3º bimestre e a outra no 4º bimestre, podem ser encontradas ao longo das 13 lições que constituem o hipertexto gravado em DVD no item “Atividades Práticas” através dos *links* [AP.1](#), [AP.2](#),...; com exceção da Atividade Prática nº 6 (1ª e 2ª Parte) e a 1ª avaliação, usadas para descrever o produto (DVD) no Capítulo 4, todas as outras, incluindo a 2ª avaliação, encontram-se nos apêndices.

6.2 Provas realizadas

O resultado das duas avaliações (provas) realizadas, uma no 3º bimestre e a outra no 4º bimestre, foi bastante satisfatório em termos de desempenho. Na Tabela 1 estão transcritas as notas dos alunos nas duas provas realizadas em duplas. A nota máxima de cada prova era 5 (cinco).

Tabela 1. Resultados da 1a e 2a provas realizadas na experiência didática. Os números 3, 4, 9, 10, 23 e 25 designam alunos de pouco empenho durante todo o ano; **tr** indica que o grupo de alunos era um trio.

Duplas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1a Aval	4,4 4.	4,4 9.	4,4 3. (tr)	4,6	4,8	4,8	4,8 10.	4,2	4,4 25.	4,6	4,8	4,4 23.
2a Aval	4,5	4,3	4,5	4,5 25.	3,5 9. 10.	4,5 3. (tr)	4,5 23.	4,5	4,2	4,7	4,2 4.	4,7

Na Tabela 1, os números 3, 4, 9, 10, 23 e 25 designam alunos de pouco empenho durante todo o ano e não somente na experiência didática. As suas notas certamente foram

bastante influenciadas pelo colega com quem realizaram as provas. Pode-se ver, na 2ª prova, que quando os alunos **9** e **10** formaram dupla, a nota foi a mais baixa de todas as duplas.

As duas provas realizadas estavam embasadas nas aulas expositivas, que incluíam as apresentações em PowerPoint, os vídeos e as simulações analisadas em grande grupo e, nas atividades teórico-práticas discutidas no item 6.1; os alunos podiam consultar suas anotações sobre as atividades durante a realização das provas, de modo que mesmo aqueles que não tinham se empenhado muito nas tarefas, ganharam a oportunidade de aprender durante as avaliações, pois podiam trocar informações com o colega que sabia mais (as avaliações eram realizadas em dupla) e, deve-se lembrar, podiam também trocar informações com o professor que estava disposto a esclarecer dúvidas pertinentes ao conteúdo durante a execução das mesmas.

6.3 Pré-teste (conhecimento prévio) e pós-teste (conhecimento adquirido)

A fim de diagnosticar se a experiência didática realizada com os alunos conduziu a uma aprendizagem significativa dos conceitos trabalhados, foram aplicados no início e final da experiência, respectivamente, um pré-teste e um pós-teste com questões de Astronomia com ênfase em exoplanetas. Ambos os testes foram realizados individualmente. Vinte e cinco alunos responderam ao pré-teste e vinte e quatro ao pós-teste. Um dos alunos não respondeu ao pós-teste e, portanto, foi retirado da análise estatística realizada.

A avaliação do pré-teste e pós-teste foi feita atribuindo as notas **1, 2, 3, 4** e **5** que corresponderam, respectivamente, aos conceitos **insuficiente (I)**, **suficiente (S)**, **bom (B)**, **muito bom (MB)** e **ótimo (O)**.

As Figuras 9 e 10 representam gráficos que comparam o desempenho dos alunos no pré-teste e pós-teste. Esses gráficos fornecem informações da turma como um todo e não de cada aluno. Na Figura 11 é possível ver o rendimento de cada aluno, sendo, portanto, um gráfico mais elucidativo do aprendizado que ocorreu em função do trabalho que foi realizado.

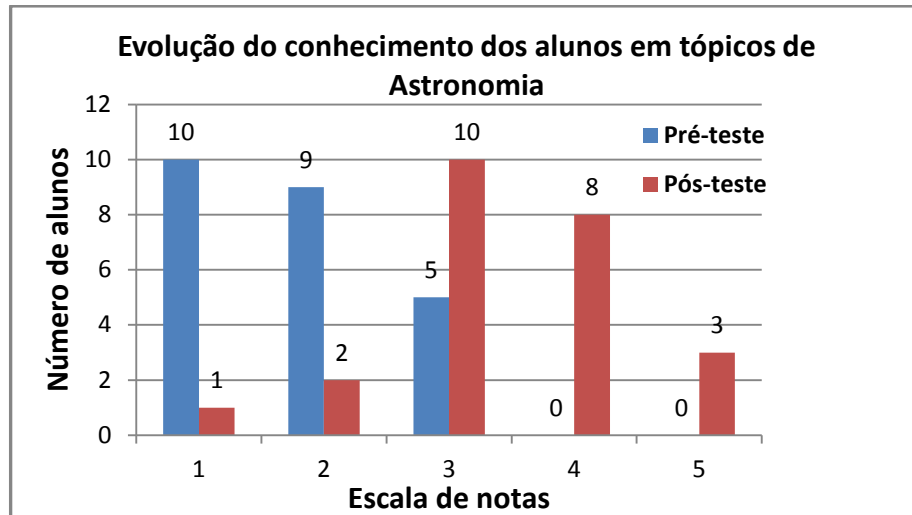


Figura 9. Gráfico mostrando os resultados do pré-teste e do pós-teste realizados na experiência didática. A comparação leva em consideração um total de 24 alunos.

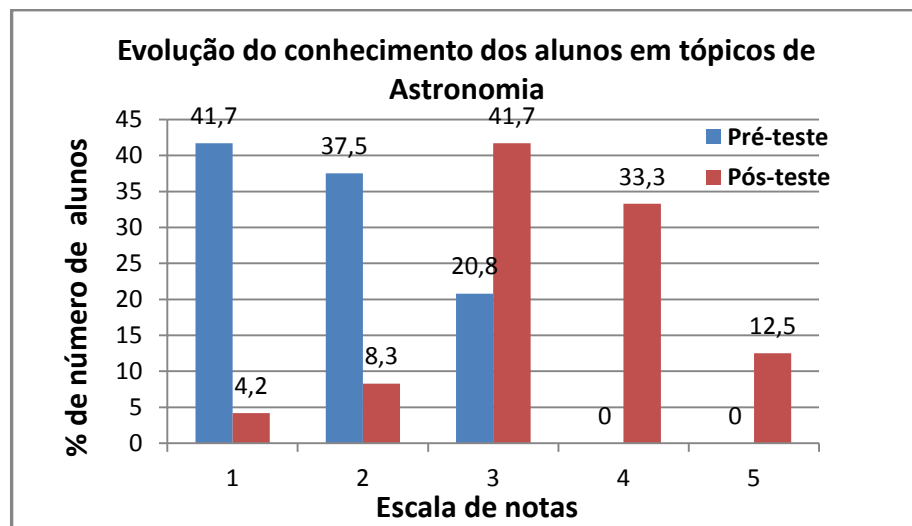


Figura 10. O gráfico mostra os resultados do pré-teste e do pós-teste realizados na experiência didática. A comparação leva em consideração um total de 24 alunos, porém, é percentual.

O gráfico apresentado na Figura 11 compara os conceitos individuais dos alunos em ambos os testes; aparentemente houve melhora do conhecimento dos alunos sobre os tópicos abordados, porém, para se ter uma confirmação sobre o quanto esses resultados implicaram numa diferença estatisticamente significativa no desempenho dos alunos no início e final da experiência realizada, foi feita uma análise estatística fundamentada no “teste *t*” aplicado a dados pareados. Um dos alunos não respondeu ao pós-teste, portanto, foi retirado da análise estatística; assim, o “teste *t*” foi aplicado a 24 alunos. No gráfico, os alunos foram aleatoriamente identificados por números, ou seja, a relação número-aluno não corresponde àquela da lista de chamada dos mesmos.

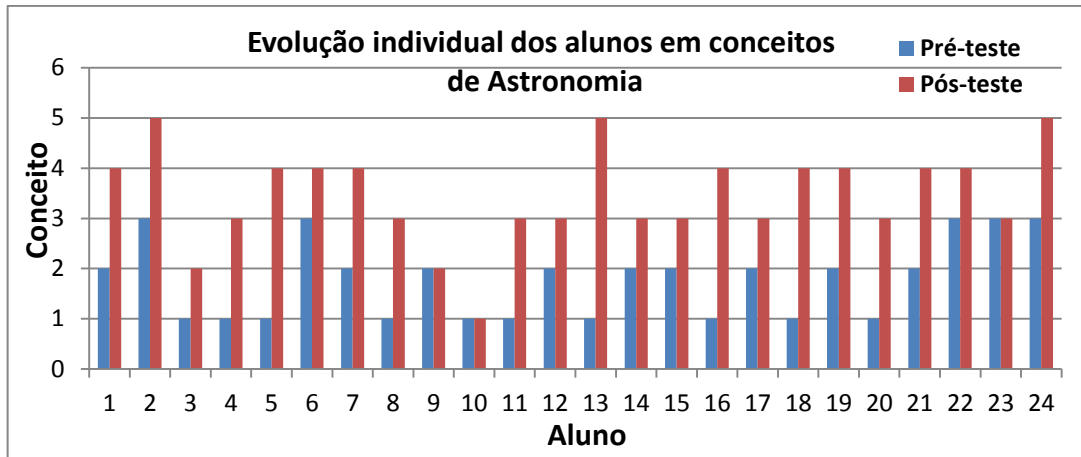


Figura 11. Gráfico dos resultados do pré-teste e do pós-teste realizados na experiência didática. A comparação é feita aluno por aluno.

A análise estatística dos resultados obtidos pelos alunos no pré-teste e pós-teste utilizando o “teste *t*” para *dados pareados* permitiu que se optasse pela hipótese de que houve uma melhora no aprendizado dos alunos decorrente da experiência didática que foi realizada. A análise foi feita utilizando o *software Excel*, encontrando-se o valor $p = 0,00000001708$ para a *probabilidade de significância*. Veja a Figura 12.

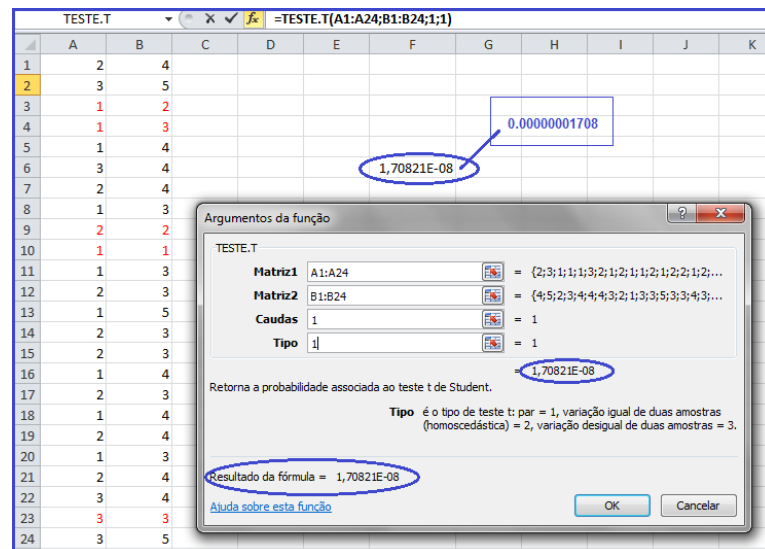


Figura 12. “Teste *t*” para *dados pareados* realizado com as notas obtidas pelos alunos no pré-teste (coluna A) e pós-teste (coluna B).

Como *nível de significância* utilizou-se $\alpha = 5\%$ (0,05), de modo que o valor de “*p*” foi bem menor do que 0,05 ($p < \alpha$). De acordo com o teste *t* para dados pareados, essa é a condição para que seja aceita a hipótese da significância estatística no aumento do

desempenho dos alunos após a realização da experiência didática, não tendo sido um resultado decorrente de efeitos casuais.

6.4 Resultados da pesquisa de opinião

Usamos como instrumento para coleta de dados sobre a receptividade dos alunos uma pesquisa de opinião com três questões dissertativas e observações registradas no caderno de campo. Ver **Apêndice J**.

Através da leitura e análise das respostas dos alunos ao questionário de opinião sobre a experiência didática, pode-se concluir que o tema escolhido, Astronomia, foi bem acolhido pelos alunos, exceto um que não respondeu à pergunta. Transcrevemos alguns dos depoimentos dos alunos que suportam essa nossa conclusão:

1ª pergunta: O que você achou de usar como tema de estudo da Física tópicos relacionados com Astronomia?

“Ter estudado astronomia nestes meses foi realmente interessante, pois assim pudemos entender melhor como surgiu o sistema solar, e a existência de outros sistema” (Aluno 16).

“Apreciei o tema, pois sempre gostei de astronomia” (Aluno 8).

“Adorei a mudança feita na área de Física para astronomia, pois despertou o interesse de todos pelo o que acontece no nosso dia-a-dia e nem percebemos” (Aluno 20).

“O uso de Astronomia no estudo da Física foi uma proposta inovadora, que quebrou a tradicionalidade do estudo desta disciplina. Todo esse trabalho com Astronomia, apesar de algumas ser cansativo, despertou mais interesse nos alunos do que a Física propriamente dita” (Aluno 23).

“Com esse estudo de astronomia, os alunos se interessam mais, as aulas se tornam interativas e os estudantes aprendem muito mais” (Aluno 21).

“No geral achei a matéria a mais significativa do ano” (Aluno 17).

“O estudo da Física Clássica, desde o Ensino Fundamental/Médio era uma disciplina desestimulante. Contudo, Astrofísica despertou interesse em Física e Astronomia que antes jamais consideraria” (Aluno 19).

“Astronomia é a parte mais legal da Física! Achei muito bom poder ter estudado essa parte, embora eu seja meio cabeçuda pra ela. Sempre tive interesse nessa área da Física, mas não tenho jeito pra levar adiante” (Aluno 4).

“Achei uma ideia diferente e inovadora para os “padrões” conhecidos. Com atividades diferente o professor chamou a atenção dos alunos” (Aluno 10).

“O estudo relacionado à Astronomia com certeza foi muito proveitoso e instigante. Trata-se do nosso universo. Trata-se de conhecer o lugar onde vivemos, mas voltado para à espectroscopia para detectar exoplanetas” (Aluno 1).

“Eu gostei muito de trabalhar a Física aplicada a Astronomia, pois além de aprendermos sobre a Física moderna de forma mais simples e com exemplos que facilitavam o entendimento, nós ainda descobrimos e aprendemos mais sobre astronomia e os porquês de coisas que sempre foram um mistério para nós, como a formação do sistema solar, dos elementos químicos, do porque das auroras, do porque das cores das estrelas e o que elas significam” (Aluno 13).

Quanto à metodologia empregada, a ampla maioria gostou, conforme pode ser visto nos depoimentos transcritos abaixo.

2ª pergunta: De que forma a metodologia influenciou no seu interesse pela disciplina e no aprendizado?

“A metodologia influenciou positivamente em meu aprendizado, pois assistir vídeos didáticos é menos cansativo, do que copiar do quadro” (Aluno 8).

“A melhor coisa a se fazer é estudar física usando algum tema específico, pois apenas estudar física, fazer cálculos e decorar fórmulas é chato” (Aluno 21).

“A metodologia foi muito interessante pelo fato dos vídeos, que fazem nós assimilarmos melhor a matéria” (Aluno 17).

“Achei um plano de ensino muito bom, gostaria de tê-lo antes” (Aluno 19).

“Achei toda a metodologia muito interessante, pois além de aprendermos mais, aprendemos também sobre planetas entre outros, o que será um bom complemento, cultural e curricular” (Aluno 3).

“Os vídeos foram um pouco cansativos, mas muito explicativos. O assunto apresentado foi muito interessante, já que tinha muitas dúvidas sobre a origem dos sistemas e planetas hoje existentes. E ter estas respostas é algo muito bom” (Aluno 14).

“A metodologia com vídeos, slides e trabalhos foi adequada e um pouco pesada” (Aluno 1).

“Essa integração dos dois assuntos (Física e Astronomia) deixou o aprendizado mais leve e menos intediante, pois ficou muito mais fácil entender a matéria e prestar atenção pois o conteúdo era voltado a algo que todos tínhamos curiosidade. A Física abordada do jeito tradicional só com fórmulas e textos repetitivos é demasiadamente cansativo” (Aluno 13).

Quando perguntado qual o assunto que mais agradou, as respostas foram bastante diversificadas, conforme pode ser observado nessas transcrições.

3ª pergunta: Qual o assunto que foi desenvolvido que você mais gostou? Justifique.

“A parte de exoplanetas foi a mais interessante para mim, pois não imaginava que o Universo fosse tão amplo e complexo” (Aluno 16).

“O assunto que mais gostei foi sobre a existência de vida em exoplanetas” (Aluno 8).

“Gostei muito das aulas práticas, como aquela onde vimos a distância da estrela em relação ao planeta, pois ficou muito mais fácil de compreender” (Aluno 20).

“Foram vários assuntos trabalhados, com aulas expositivas, possibilitando aos alunos o contato com o visto na teoria, Sinceramente não posso dar minha preferência a um único assunto” (Aluno 23).

“Todos os assuntos foram interessantes, mas conhecer a formação de sistemas planetários foi incrível” (Aluno 21).

“Gostei de toda a matéria, mas principalmente sobre exoplanetas” (Aluno 17).

“Astronomia é a parte mais legal da Física! Achei muito bom poder ter estudado essa parte, embora eu seja meio cabeçuda pra ela. Sempre tive interesse nessa área da Física, mas não tenho jeito pra levar adiante” (Aluno 4).

“Espectroscopia” (Aluno 10).

“O assunto que mais gostei foi a formação até a morte das estrelas, o impacto que elas têm no universo” (Aluno 1).

“Eu adorei o assunto sobre o eletromagnetismo, pois foi algo que eu não tinha ideia de como, onde e de que jeito funcionava ou influenciava em nós” (Aluno 13).

Juntamente com as três questões de opinião, foram solicitadas aos alunos sugestões. Somente alguns alunos se manifestaram, com as seguintes manifestações:

“Acredito que acrescentar debates em sala de aula seria bem interessante, pois colocaria o ponto de vista de cada aluno e ocorreriam discussões sobre os assuntos, devido aos diferentes tipos de opiniões” (Aluno18).

“Manter as aulas expositivas junto à teoria e trabalhar menos atividades por vez” (Aluno 23).

“Falar um pouco menos e menos atividades extra-classe” (Aluno 10).

“Acho que não a sugestões, pois para mim foi perfeito em tudo” (Aluno 17).

“Passar vídeos só em português” (Aluno 22).

“Talvez aulas um pouco mais dinâmicas prenda mais a atenção dos alunos” (Aluno 9).

“Eu achei todo esse conteúdo relacionado à astronomia muito interessante, gostaria de ter visto mais sobre buracos negros e formações dos planetas, pois leio bastante coisas internet que despertam a minha curiosidade. Eu também queria ter física relacionada a astronomia ano que vem, porque a física deixa de ser aquela coisa monótona e passa a ser bem interessante quando relacionada a algo curioso, como o universo” (Aluno 24).

“Foi ótimo o trabalho realizado, mas poderiam haver um número menor de trabalhos, pois fica pesado junto com todas as outras disciplinas. Mas o bom é que o professor ajudou nos deixando entrega-los em outros dias” (Aluno 1).

“Meus parabéns pelo trabalho, eu gostei muito e sai de todas as aulas com muito mais conhecimento e curiosidade sobre física e astronomia. Obrigado pelo ótimo trabalho que nos ajudou a entender e assimilar melhor a Física” (Aluno 13).

Como se vê pelo posicionamento dos alunos, acredita-se que o tempo dedicado a esta experiência didática foi proveitoso e que uma dedicação maior dos professores no sentido de investir em novas metodologias de ensino se faz necessária. A contextualização com tópicos atrativos pode ser uma via de acesso a tornar as aulas mais motivadoras aos alunos e recompensadoras para o professor.

6.5 Observações do caderno de campo

Ao longo de toda a experiência didática mantivemos um caderno de campo para o registro de nossas observações⁶, que foram analisadas e são aqui resumidas em três categorias: aspectos favoráveis e desfavoráveis à realização da experiência, observações gerais sobre o andamento dos trabalhos.

6.5.1. Aspectos favoráveis

Como aspectos positivos para a realização da experiência didática pode-se salientar:

- bom nível intelectual dos alunos;
- com exceção de alguns alunos, foi possível contar com a participação da maioria;
- os alunos eram afetivos e educados;
- disponibilidade de laboratórios de Informática;

⁶ Conforme dito anteriormente as observações do caderno de campo encontram-se disponíveis no DVD no arquivo “Relatorio_circunstanciado_aulas”.

- disponibilidade de uma sala de aula (não usual da turma) que podia ser completamente escurecida;
- *datashow* em todas as salas de aula;
- a observação de que a interação dos alunos com as atividades propostas, e também com o professor, foi melhorando com o andamento dos trabalhos;
- os alunos gostavam das atividades propostas, apesar de terem solicitado que fossem menos extensas;
- a cooperação da instituição para que o trabalho pudesse ser desenvolvido ao dar autonomia para o professor.

6.5.2 Aspectos desfavoráveis

- algumas aulas, principalmente no início da experiência didática, devido à conversa, não tiveram o rendimento esperado; os alunos estavam acostumados a um sistema tradicional de ensino, tanto no estilo das aulas quanto no sistema de avaliação;
- para algumas das atividades propostas o professor pode ter superestimado a capacidade dos alunos, exagerando no nível de compreensão das mesmas, principalmente na **Atividade Prática no. 6 – Partes 1 e 2**;
- numa pesquisa de opinião (em 01/11/2011) feita antes do término da experiência didática, os alunos que participaram (em torno de 50% da turma) solicitaram menos atividades práticas semanais (menos questões em cada atividade prática proposta), pois estavam ficando sobrecarregados. O professor, então, se deu conta que estava superestimando o tempo disponível dos alunos, pois eles tinham que fazer também as tarefas das outras disciplinas; a partir de então, reduziu o número de atividades e de questões nas mesmas;
- apesar de o professor concluir no final da experiência didática que os alunos gostaram de estudar Astronomia e responderem satisfatoriamente às atividades propostas, percebeu que o seu projeto de pesquisa versou sobre um conteúdo bastante extenso e este fato pode ter comprometido um pouco na aprendizagem significativa, pois eram muitos conteúdos dados em pouco tempo; a possibilidade dos alunos assimilarem todos os assuntos rapidamente pode ter sido um pouco prejudicada;
- a grande quantidade de questões propostas semanalmente nas atividades práticas, sobrecarregando os alunos, estimulou a cópia destas atividades por alguns deles (mesmo tendo sido dupla de alunos); aqueles menos interessados ou que tinham mais dificuldades. Desta forma, para efeito de avaliação da turma, todas as atividades práticas realizadas que incluíam um questionário a ser entregue ao professor surtiram efeito para um percentual

menor da mesma (em torno de uns 60%). A turma tinha bons alunos, rápidos e inteligentes, porém, alguns faziam as atividades para os outros.

6.5.3. Observações gerais sobre o andamento dos trabalhos

A experiência didática encontrou alguns entraves durante o semestre em que foi desenvolvida, entre os quais podemos destacar:

- a deflagração de uma greve de funcionários e professores, a qual durou em torno de vinte dias (primeiros vinte dias de setembro). A pesquisa estava programada para ser realizada nos meses de agosto, setembro e início de outubro, totalizando 27 horas-aula; posteriormente à greve, prolongou-se até o início de dezembro;
- os alunos estavam acostumados a um sistema tradicional de ensino, tanto no estilo das aulas quanto no sistema de avaliação. Foi necessário um período de adaptação tanto por parte dos alunos quanto do professor, pois as aulas ministradas foram de pouco quadro-negro/branco e sem livro-texto;
- o uso do *PowerPoint* já não ser tão atrativo (os alunos achavam cansativo) como forma de introduzir um assunto. Foi necessário usar de outros atrativos, tais como vídeos e simulações intercaladas com as apresentações via *datashow*; mesmo o emprego de simulações foram mais bem recebidas ao serem operadas pelos próprios alunos quando foram encaminhados às salas de informática. Ficou claro que os alunos precisam ver algo se mexendo e que eles recebem melhor qualquer atividade onde eles podem, como se diz no dia a dia, *colocar a mão!*
- eventuais reuniões, olimpíadas de Matemática, apresentações artísticas e competições esportivas aconteceram em dias de aula da disciplina de Física; quando não foi perdido o dia de aula, menos alunos compareceram atraídos pelos eventos proporcionados pela Instituição;
- o uso do telescópio da instituição não ter sido usado à noite, em vista da falta de disponibilidade do professor, que ministrava a maior parte de suas aulas à noite, e do tempo, pois chuvas e céu com muitas nuvens não colaboraram no período em que foram propostas atividades de observação noturna. Foi feita uma demonstração durante o dia para que os alunos conhecessem as características do telescópio e de como era operado. Ver Figura 13.



Figura 13. Alunos no laboratório de Física junto ao telescópio refletor CELETRON do IFRS. Campus Bento Gonçalves. RS⁷.

- a carga horária do professor (21 horas-aula semanais) sendo a maioria com o curso noturno de Licenciatura em Física acarretou um constante desvio de atenção do professor para a preparação de aulas teóricas e experimentais deste curso.

Considerando os prós e os contras, pode-se dizer que o trabalho de pesquisa realizado com esta turma e nesta instituição foi muito bom. Ao final da experiência didática podia-se perceber um maior envolvimento dos alunos; talvez porque começaram a assimilar melhor os assuntos tratados e a se adaptar melhor a uma forma diferenciada de aulas e de avaliação e, de acordo com os resultados da pesquisa de opinião, o tema escolhido, Astronomia, deve ter contribuído bastante nesse maior interesse dos alunos pelas aulas.

⁷ Fonte: Foto. Mauricio H. de Andrade. IFRS. Campus Bento Gonçalves. RS. Novembro de 2011.

7 COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Sabe-se que a aprendizagem de Física no ensino médio tem sido alvo já a bastante tempo do desinteresse e desmotivação do aluno por estar sendo ensinada de uma forma que estimula a memorização de fórmulas e resolução de problemas excessivamente matemáticos, sem qualquer comprometimento com a compreensão dos conceitos físicos e desvinculada da realidade dos alunos, ou seja, tem-se utilizado um referencial teórico, a aprendizagem mecânica (comportamentalismo), que não contempla uma assimilação de conceitos, o que é fundamental para que se tenha uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

Apresentamos neste trabalho um detalhamento de uma experiência didática que foi realizada com alunos do segundo ano do ensino médio, do IFRS, Campus Bento Gonçalves – RS, a qual se propôs a incluir a discussão de tópicos de Astronomia com ênfase em Exoplanetas no ensino médio, preconizada inclusive pelos PCN, com o objetivo de contextualizar os assuntos abordados no ensino de Física. A proposta foi trabalhar com um referencial teórico que busca a aprendizagem significativa; para isto, foram escolhidas as teorias de Ausubel e Vygotsky que, respectivamente, enfatizam investigar o que o aluno já sabe (conhecimento prévio) e incentivar a interação social professor-aluno e aluno-aluno, na busca pela melhora do aprendizado.

Com a intenção de atingir a meta proposta procurou-se elaborar um material adequado com tópicos de Astronomia/Exoplanetas, tema esse que foi escolhido incentivado pela motivação pessoal do professor e pelo interesse demonstrado pelos alunos quando em algumas aulas de Física o professor discutia alguns temas pertinentes ao mesmo. A experiência foi dividida em 13 lições de Astronomia com ênfase em Exoplanetas a qual deu origem a um hipertexto, em DVD, disponibilizado aos professores e também na rede. O hipertexto foi construído de modo a ser trabalhado como contexto para o ensino de Física no ensino médio, mas também pode ser utilizado como material de um curso introdutório de Astronomia.

Os resultados desta experiência didática permitiram afirmar que ocorreu uma melhora significativa na compreensão por parte dos alunos dos conceitos trabalhados entre o início e final da realização da mesma, assim como, foram bem aceitos por eles o tema escolhido e as atividades que foram desenvolvidas. Espera-se, futuramente, que o hipertexto gerado e os resultados obtidos animem os professores na busca por métodos alternativos de

ensinar Física para os alunos do Ensino Médio. A Astronomia parece ser um assunto que pode contribuir muito neste sentido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, P. **O ensino de Astronomia nas séries finais do ensino fundamental: uma proposta de material didático de apoio ao professor**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências (Área de Concentração Ensino de Física), Universidade de Brasília, dez. 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Básico. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília, 1998. Disponível em: <http://www.portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Básico. **PCN⁺ ensino médio**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2011.
- CANALLE, J. **Oficina de Astronomia**. Rio de Janeiro: UERJ/Observatórios Virtuais. Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/oficina.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2011.
- CATELLI, F.; PEZZINI, S. Observando espectros luminosos – Espectroscópio portátil. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21, n. especial: p. 339-344. 2004
- DOMINGUES, J. L. TOSCHI, N. S. OLIVEIRA, J. F. DE. A reforma do Ensino Médio: A nova formulação curricular e a realidade da escola pública. **Educação & Sociedade**, ano XXI, n. 70, Abril 2000.
- GUIMARÃES C. C. Concepções prévias e o ensino de Astronomia: uma questão da transposição didática visando a aprendizagem significativa. **Caderno de Física da UEFES**, v. 7, n. 1-2, p. 87-98, 2009. Disponível em: <http://defis.uefs.br/caderno/vol7n12/CleudsonCG.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2011.
- LANGHI, R. **Ideias de senso comum em Astronomia**. Texto elaborado com base na apresentação oral de mesmo título no 7º Encontro Nacional de Astronomia (ENAST), nov. 2004. Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/langhi.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2011.
- MARTIOLI, E. **Exoplanetas: o que são e como detectá-los**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Astrofísica. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos. 17 fev. 2006. Disponível em: http://www.das.inpe.br/posgrad/dissertacoes_pdfs/dissertacao_eder_2006.pdf. Acesso em: 22 ago. 2012.
- MOREIRA, M. A. **Série Enfoques Didáticos. Monografia nº 1**. Instituto de Física da UFRGS. Porto Alegre. 1993.
- MOREIRA, M. A. **A Teoria da Mediação de Vygotsky. Monografia no. 7 da Série Enfoques Teóricos**. Instituto de Física da UFRGS. Porto Alegre. 1995.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica.** Versão revisada e estendida de conferência proferida no *III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal, aprendizagem significativa?** *Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais*, Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010.

MOREIRA, M. A. **Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente.** Conferência proferida no *II Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente*, Niterói, RJ, 12 a 15 de maio de 2010 e no VI Encontro Internacional e II Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, São Paulo, SP, 26 a 30 de julho de 2010.

NICOLSON, I. **El Sol.** Biblioteca de atlas astronômicos para observadores profesionales y aficionados. Hermann Blume, Progenza, Madrid, 1986.

PEDROCHI, F.; NEVES, M. C. D. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, 2005. Disponível em: http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART1_Vol4_N2.pdf. Acesso em: 22 abr. 2011.

RAUCHHAUPT, U. VON. Febre Planetária. **Revista GEO**, n. 20, p. 22-43, Editora Escala, 2011. Disponível em: www.revistageo.com.br ou <http://revistageo.uol.com.br/cultura-expedicoes/20/artigo194191-5.asp>. Acesso em: 30 ago. 2012.

SKOLIMOSKI, K. N.; TEIXEIRA, J. N.; ALLEN, M. P. **Sequência de aulas de Astronomia: da espectroscopia à Cosmologia.** In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 30 jan. a 04 fev., 2011, Manaus. Disponível em: www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/t0495-1.pdf. Acesso em: 22 abr. 2011.

UHR, A. P. **O Sistema Solar: Um programa de Astronomia para o ensino médio.** Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A

AMARAL, P. **O ensino de Astronomia nas séries finais do ensino fundamental: uma proposta de material didático de apoio ao professor**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências (Área de Concentração Ensino de Física), Universidade de Brasília, dez. 2008.

CANALLE, J. **Oficina de Astronomia**. Rio de Janeiro: UERJ/Observatórios Virtuais. Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/oficina.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2011.

CATELLI, F.; PEZZINI, S. Observando espectros luminosos – Espectroscópio portátil. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21, n. especial: p. 339-344. 2004

DOMINGUES, J. L. TOSCHI, N. S. OLIVEIRA, J. F. DE. A reforma do Ensino Médio: A nova formulação curricular e a realidade da escola pública. **Educação & Sociedade**, ano XXI, n. 70, Abril 2000.

GUIMARÃES C. C. Concepções prévias e o ensino de Astronomia: uma questão da transposição didática visando a aprendizagem significativa. **Caderno de Física da UEFES**, v. 7, n. 1-2, p. 87-98, 2009. Disponível em: <http://depfis.uefs.br/caderno/vol7n12/CleudsonCG.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2011.

LANGHI, R. **Ideias de senso comum em Astronomia**. Texto elaborado com base na apresentação oral de mesmo título no 7º Encontro Nacional de Astronomia (ENAST), nov. 2004. Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/langhi.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2011.

MARTIOLI, E. **Exoplanetas: o que são e como detectá-los**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Astrofísica. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos. 17 fev. 2006. Disponível em: http://www.das.inpe.br/posgrad/dissertacoes_pdfs/dissertacao_eder_2006.pdf. Acesso em: 22 ago. 2012.

PEDROCHI, F.; NEVES, M. C. D. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, 2005. Disponível em: http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART1_Vol4_N2.pdf. Acesso em: 22 abr. 2011.

SKOLIMOSKI, K. N.; TEIXEIRA, J. N.; ALLEN, M. P. **Sequência de aulas de Astronomia: da espectroscopia à Cosmologia**. In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 30 jan. a 04 fev., 2011, Manaus. Disponível em: www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/t0495-1.pdf. Acesso em: 22 abr. 2011.

UHR, A. P. **O Sistema Solar: Um programa de Astronomia para o ensino médio**. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

ALVES, M. T. S.; ZANETIC, J. **O ensino não formal da astronomia: um estudo preliminar de suas ações e implicações**. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba. 2008.

BARROSO, M. F.; SILVA, T. **Fenômenos astronômicos e ensino a distância: produção e avaliação de materiais didáticos**. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba. 2008. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~tati/webfisica/sis-solar/index-sistsolar.html>. Acesso em: 22 ago. 2012.

BERNARDES, T. O.; IACHEL, G.; SCALVI, R. M. F. Metodologias para o ensino de astronomia e física através da construção de telescópios. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 25, n. 1: p. 103-117, abr. 2008.

BERNARDES, A. O.; SANTOS, A. R. Astronomia, arte e mitologia no ensino fundamental em escola da rede estadual em Itaocara/RJ. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 6: p. 33-53, 2008.

BRETONES, P. S.; COMPIANI, M. A observação do céu como ponto de partida e eixo central em um curso de formação continuada de professores. **Rev. Ensaio**, v.12, n. 2: p. 173-188. Belo Horizonte. mai-ago de 2010.

BROGT E.; SABERS D.; PRATHER E. E. et al. Analysis of the astronomy diagnostic test. **Astronomy Education Review**, v. 6, Apr. 2007 – Nov. 2007 Issue 1

CARVALHO, S. H. M. Uma viagem pela física e astronomia através do teatro e da dança. **Física na Escola**, v. 7, n. 1, 2006.

CASTRO, E.S.B.1, PAVANI, D. B.2, ALVES, V. M. **A produção em ensino de astronomia nos últimos quinze anos**. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES. 26 a 30 de Janeiro de 2009.

DIAS, C. A. C. M. **Inserção da astronomia como disciplina curricular no ensino médio**. Monografia de Pós-Graduação Lato-Sensu em Ensino de Astronomia. CEFET de Campos. Campo dos Goytacazes - RJ. Nov. 2005.

ELIAS, D. C. N.; AMARAL, L. H.; ARAÚJO, M. S. T. Criação de um espaço de aprendizagem significativa no planetário do parque Ibirapuera. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol. 7, n. 1, 2007.

FARIAL, R. Z.; VOELZKE, M. R. Análise das características da aprendizagem de astronomia no ensino médio nos municípios de rio grande da serra, Ribeirão Pires e Mauá. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, 4402 (2008).

FERREIRA, D.; MEGLHIORATTI, F. A. **Desafios e possibilidades no ensino de astronomia**. Análise da literatura de trabalhos relacionados ao ensino de astronomia publicados nos anais do I ao VI ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em educação em Ciências), compreendendo o período entre 1997 a 2007.

GONZATTI, S. E. M. **Um curso introdutório à astronomia para a formação inicial de professores de ensino fundamental, em nível médio**.

Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

HENRIQUE, A. B.; ANDRADE, V. F. P.; L'ASTORINA, B. Discussões sobre a natureza da ciência em um curso sobre a história da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n.9: p. 17-31, 2010.

IACHEL, G.; NARDI, R. Algumas tendências das publicações relacionadas à astronomia em periódicos brasileiros de ensino de física nas últimas décadas. **Rev. Ensaio**, v. 12, n. 2: p. 225-238. Belo Horizonte. mai-ago de 2010.

JÚNIOR, J. M. **Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2007.

KEMPER, E. **Inserção de tópicos de astronomia como motivação para o estudo da mecânica em uma abordagem epistemológica para o ensino médio**.

Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

LANGHI, R.; NARDI R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 2: p. 75-92, 2005.

LANGHI, R.; NARDI R. Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Cad. Bras. Ens. Fís**, v. 24, n. 1: p. 87-111, abr. 2007.

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

LANGHI, R.; NARDI R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em *astronomia essencial* nos anos iniciais do ensino fundamental. **Rev. Ensaio**, v.12, n. 2: p.205-224. Belo Horizonte. mai-ago de 2010.

MEES, A. A. **Astronomia: motivação para o ensino de física na 8ª. série**. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

MOTA, A. T.; 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 – RELEA**, n.8: p. 7-17, 2009.

NEITZEL, C. L. V. **Aplicação da astronomia ao ensino da física com ênfase em astrobiologia**. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

OLIVEIRA, A. J. F.; NAGEM, R. L. **Gênese, construção e aplicação de modelo analógico para o ensino de conceitos sobre astronomia**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

PLANO NACIONAL DE ASTRONOMIA. Proposta - Versão preliminar e resumida. Comissão Especial de Astronomia. Abr. 2010. Disponível em: <http://www.lna.br/PNA-FINAL.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2012.

PRAXEDES, G.; PEDUZZI, L. O. Q. Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, 3601 (2009).

PRESTO, M. C. Astronomy diagnostic test results reflect course goals and show room for improvement. **Astronomy Education Review**, v. 5, Sep. 2006 - May 2007 Issue 2

QUEIRÓZ, V. **A astronomia presente nas séries iniciais do ensino fundamental das escolas municipais de Londrina**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática no Centro de Ciências Exatas. Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2008.

SCHMITT, C. E. **O uso da astronomia como instrumento para a introdução ao estudo das radiações eletromagnéticas no ensino médio**. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

SCARINCIL, A. L.; PACCA, J. L. A. Um curso de astronomia e as concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1: p. 89–99, 2006.

APÊNDICE B

Questões referentes ao artigo “Febre Planetária” disponibilizado no sistema acadêmico da instituição durante março/2011.

1. O que o autor quer dizer com *febre planetária*?
2. Onde é o que se chama “profundezas do espaço sideral?”.
3. Onde está presente no parágrafo algo que lembre um **movimento periódico**? Tem sentido falar em **frequência** e **período** neste caso?
4. O que você entende que seja um **exoplaneta**?
5. O texto fala em **estrela-mãe**? O que você entende que seja?
6. O que seria um **planeta gasoso** com o triplo da **massa** de Júpiter? **Faça uma pesquisa sobre o planeta Júpiter.**
7. A quantos **anos-luz** correspondem 236 trilhões de km? Você sabe o que é o **ano-luz**?
8. O que é uma **constelação**? Identifique no céu onde se encontra a estrela Fomalhaut (Constelação de Peixe Austral).
9. Qual telescópio detectou o exoplanetas Fomalhaut b?
10. **Faça uma pesquisa sobre o Hubble.** Quais as suas vantagens sobre os telescópios que se encontram sobre a superfície terrestre?
11. Você tem ideia do que seja a **luz**? O que você entende por “fotografar na **faixa deluz visível**”? Será possível fazer fotografias que não usam a luz visível?
12. Explique com as suas palavras como o Hubble detectou o exoplanetas Fomalhaut b?
13. De que forma você acha que se poderia descobrir o **período** de um exoplaneta, se fosse possível visualizá-lo na **faixa visível do espectro de radiações eletromagnéticas**?
14. Você acha que pode ter **vida** em um exoplaneta? Que condições seriam necessárias para a existência de vida tal como conhecemos em nosso planeta?
15. Você já ouviu falar no **espectro** da luz visível, ou **dispersão** da luz? Se sim, dê alguns exemplos que ilustram esse fenômeno.
16. O que você entende por força gravitacional? Dê alguns exemplos.
17. O que é centro de massa de um corpo? E, de muitos corpos?

18. Com relação aos átomos correspondentes aos elementos químicos, qual a imagem que você faz deles?
19. Dê alguns exemplos de formas de energia e onde você vê suas aplicações.
20. Você sabe o que é o efeito Doppler? Faça algum comentário sobre o fenômeno e de um exemplo. O fenômeno também ocorre com a luz?
21. Qual a imagem que você faz de um gás? O que seria a poeira cósmica?
22. O parágrafo fala em “material se aglutina”. Qual seria a causa principal dessa aglutinação?
23. Por que o Kepler está fotografando sempre as mesmas estrelas?
24. “Cada orifício... detectores”... (3º. parágrafo).
“Borucki seria... de muitas estrelas”... (4º. Parágrafo).
O que você conclui da leitura destes dois parágrafos?
25. **Pesquise mais sobre o Kepler.** Quais os exoplanetas que os cientistas estão mais interessados em detectar com o Kepler?
26. De que forma chegam a Terra as imagens obtidas pelo painel principal do Kepler? E, as imagens obtidas pelo Hubble?
27. O que você entende por outras Terras?
28. Cite algumas características do exoplanetas Fomalhaut b. O que tem de tão especial na sua descoberta?
9. Quais as características dos planetas extrassolares que o Kepler se propõe a achar para, talvez, oportunizar o surgimento da vida? **Pesquise sobre a origem da vida em nosso planeta.**
30. Qual a função dos painéis solares do Kepler? **Pesquise sobre painéis solares.**
31. Cite algumas características que deveria ter a estrela-mãe de um planeta extrassolar para permitir a possibilidade da vida (evolução biológica).
32. **Faça uma pesquisa sobre o que é pixel.**
33. Como funciona uma câmara digital? E, uma câmara comum? **Pesquise sobre “oque é câmara escura”.**
34. **Faça uma pesquisa sobre a evolução do telescópio.**
35. Qual a importância dos telescópios na evolução do conhecimento humano e na postura do homem, enquanto ser vivo, diante do Universo?
36. Por que há alguma possibilidade de **vida** em Marte e no satélite Europa?

37. O que é uma galáxia? A qual galáxia pertencemos? Qual a sua forma? Onde estamos situados nela? **Faça uma pesquisa.**
38. “..... que o superaquecido planeta gigante TrES – 2 circunda a cada dois dias e meio”. O que representa o tempo de **dois dias e meio**?
39. O texto fala em **estrela amarela e planeta rochoso**. As estrelas são todas amarelas? E os exoplanetas, todos rochosos? Como será que é no caso de nosso sistema solar?
40. Qual era o **modelo de Universo** de Aristóteles?
41. Qual foi a importância de Nicolau Copérnico para o desenvolvimento da Astronomia?
42. Comente a frase “Isso significa que **a vida não é nada muito especial**”.
43. Procure responder as perguntas do 3º. Parágrafo.
44. Com relação ao coração do Kepler, o que são os **fotossensores**?
45. O que seria uma **foto no infravermelho**?
46. O que significa a sigla **NASA**?
47. Quem foi **Johannes Kepler** (1571 – 1630)? Pesquise sobre as **Três Leis de Kepler!**
48. Os cientistas sempre acreditaram na possibilidade de existência de planetas extrassolares?
49. Quando e onde foi detectado o 1º. Exoplaneta? 50 anos-luz é uma distância muito grande?
50. Já é possível reconhecer os detalhes de um exoplaneta?
51. Como foram detectados os exoplanetas da estrela HR 8799?
52. Qual telescópio detectou o exoplanetas Fomalhaut b? Qual a diferença entre os telescópios Hubble e Kepler?
53. Por que é difícil a comprovação dos exoplanetas no espectro ótico?
54. O que é o **Método do Trânsito** para a descoberta de exoplanetas e que é adotado pelo Telescópio Kepler?
55. O Método do Trânsito possibilita fazer uma estimativa da dimensão do planeta? Justifique.
56. Em que se fundamenta o **Método Doppler – Wobble (Método da Velocidade Radial)**?
55. Qual a origem das linhas de absorção presentes no espectro da luz das estrelas? Veja que a intensidade dos deslocamentos das linhas de absorção revela a massa do planeta!

56. Qual a distância média das estrelas visíveis em relação à Terra?
Então, porque a Via Láctea parece uma faixa leitosa vista da Terra?
Você consegue se convencer de que quando olha para o céu à noite você está vendo a Via Láctea de perfil?
57. Qual foi o método usado e que detectou o satélite de 51 Pegasi e a maioria de outros exoplanetas?
58. Qual a vantagem do método Doppler-Wobble em relação à fotografia *à la Hubble*?
Qual a desvantagem?
59. O que o sinal da oscilação no método Doppler-Wobble é capaz de detectar?
60. É fácil encontrar exoplanetas pequenos pelo Método Doppler-Wobble? Qual seria um método mais adequado?
61. Quando se fala em vida em exoplanetas, necessariamente de está falando de vida humana?
Justifique

APÊNDICE C



INSTITUTO FEDERAL
RIO GRANDE DO SUL
Campus Bento Gonçalves

2ª. Avaliação de Física – 1º. Bimestre

Data: 27/04/2011

Assunto: Tópicos de Astronomia

Prof. Mauricio

Nome:

1ª. Questão:

Denominamos de exoplanetas:

- a. planetas que estão em órbita do nosso Sol, porém suas órbitas estão além de Plutão;
- b. corpos celestes que não podem ser classificados como planetas;
- c. somente aqueles planetas que são gasosos como, por exemplo, Júpiter e Saturno.
- d. planetas que estão em órbita de outras estrelas de nossa galáxia (Via Láctea) ou de estrelas de outras galáxias.
- e. somente aqueles planetas extrassolares que são parecidos com a Terra.

2ª. Questão:

Planetas ou exoplanetas são corpos celestes com períodos de translação (tempo para completarem sua órbita em torno de sua estrela-mãe) bem definidos. A Terra, por exemplo, tem seu período correspondente a 365 dias ou um ano.

Verdadeiro

Falso

3ª. Questão:

O artigo “Febre Planetária” usa a expressão “*exoplanetas que giram em torno de sua estrela-mãe*”.

A estrela-mãe de nosso planeta Terra é:

- a. O núcleo da nossa galáxia (Via-Láctea).
- b. O planeta Júpiter por ser gasoso e ser o maior planeta do nosso sistema solar.
- c. O nosso Sol, por ser uma bola de carvão incandescente.
- d. O nosso Sol, o qual sabe-se ser uma bola de gás incandescente.
- e. A estrela alfa-centauro que está a 4,2 anos-luz de distancia de nós.

4ª. Questão:

Denominamos de *ano-luz*:

- a. a distância que o som percorre, no vácuo, em um ano.
- b. a distância média que separa a Terra do Sol.
- c. a distância que a luz percorre, no vácuo, em um ano.
- d. a distância que a luz do Sol percorre até chegar a Terra.
- e. nenhuma das anteriores

5ª. Questão:

O Cruzeiro do Sul, Órion, Áries, Escorpião, Peixes são exemplos do que denominamos de:

- a. galáxias. b. constelações. c. nebulosas. d. asteroides. e. meteoros.

6ª. Questão:

Fomalhaut b é um dos inúmeros exoplanetas que já foram identificados por astrônomos e astrofísicos e que órbita a estrela-mãe Fomalhaut na constelação de Peixe Austral. Esse exoplaneta foi detectado pelo telescópio Hubble, que está em órbita da Terra. A grande vantagem de ter um telescópio como o Hubble em órbita da Terra é que “*estando acima da atmosfera terrestre recebe os raios de luz dos corpos celestes (planetas, estrelas, galáxias, entre outros) sem a absorção proporcionada pelo ar, tal como ocorre com os telescópios que estão na superfície da Terra. Suas imagens são, então, mais nítidas*”.

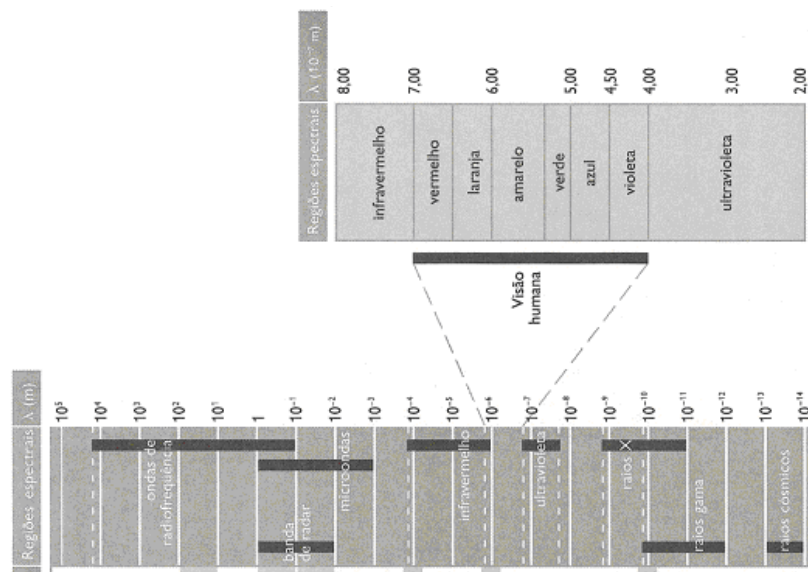
() Verdadeiro

() Falso

7ª. Questão:

Na figura temos o quadro representativo do espectro eletromagnético. Todas as radiações desse espectro são ondas eletromagnéticas, **incluindo a luz que sensibiliza a retina dos nossos olhos**.

Fotografar na faixa visível do espectro eletromagnético significa obter imagens da radiação emitida por um corpo, por exemplo, um corpo celeste, na faixa de comprimentos de onda (λ) do espectro, entre:

a. $5 \times 10^{-7} \text{ m}$ e $7 \times 10^{-7} \text{ m}$ b. $2 \times 10^{-7} \text{ m}$ e $4 \times 10^{-7} \text{ m}$ c. $7 \times 10^{-7} \text{ m}$ e $8 \times 10^{-7} \text{ m}$ d. $4,5 \times 10^{-7} \text{ m}$ e $5 \times 10^{-7} \text{ m}$ e. $4 \times 10^{-7} \text{ m}$ e $7 \times 10^{-7} \text{ m}$ **8ª. Questão:**

Entre os fatores que podem contribuir para que haja vida em outros planetas, podemos destacar:

a. a existência de uma atmosfera comparável a de nosso planeta.

b. que o planeta gire numa órbita que assegure ao planeta uma distância da estrela-mãe que estabeleça no planeta uma temperatura que permita a existência de água no estado líquido.

c. que a superfície do planeta seja gasoso.

d. que o planeta seja rochoso.

e. as alternativas (a), (b) e (d) estão corretas.

9ª. Questão:

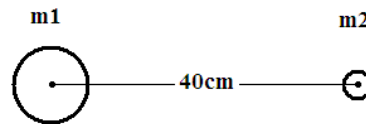
São exemplos da ação da força gravitacional:

- A queda de uma pedra sobre a superfície da Terra.
- O movimento orbital da Lua ao redor da Terra.
- O movimento de planetas/exoplanetas ao redor de uma estrela-mãe.
- A presença de atmosfera em alguns planetas e o processo de formação das estrelas como resultado da “aglutinação” de gás interestelar e poeira cósmica.
- Todas as alternativas anteriores são corretas.

10ª. Questão:

Na figura seguinte temos duas esferas de ferro de massas $m_1 = 100\text{kg}$ e $m_2 = 40\text{kg}$ distantes 40cm uma da outra, de centro a centro das mesmas. A partir do centro da esfera de maior massa, onde está localizado o centro de massa das duas esferas?

- 11,4cm
- 9,3cm
- 21,8cm
- 32,5cm



APÊNDICE D



2ª. Avaliação de Física – 2º. Bimestre

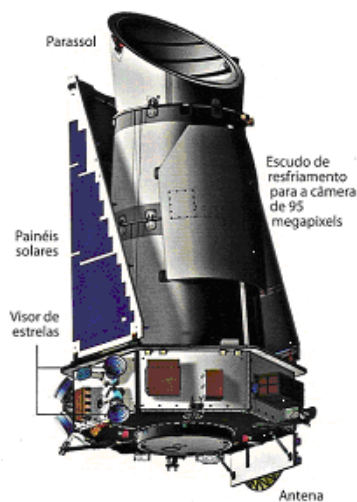
Data: 13/07/2011

Assunto: Tópicos de Astronomia

Prof. Mauricio

Nome:

Leia o texto com atenção e responda as questões propostas.



Kepler, um novo observador no espaço

Em março de 2009, a NASA lançou o telescópio Kepler ao espaço. Com ele, os caçadores de planetas dispõem de um olho extremamente aguçado: o instrumento, de 4,5m de altura, observará ininterruptamente 170.000 estrelas durante 3 anos e meio, e procurará pelas mais sutis reduções em seus brilhos: sinal de que há um planeta passando diante do disco solar. Com sua óptica ultrasensível, o Kepler é capaz de reconhecer até corpos celestes de dimensões iguais à da Terra

Kepler vasculha o céu não à procura de um exoplaneta qualquer, mas à caça de outras Terras. Pois estes já foram detectados em grande número: 473 ao todo, até agosto de 2010. A maioria deles eram planetas gasosos, sem uma superfície sólida, sem mares, hostis à vida. O que também vale para o recém-descoberto Formalhaut b, apresentado nestas páginas. Ele só é particularmente especial por ser o primeiro exoplaneta a ser fotografado na luz visível.

Borucki procura mundos com uma superfície que se possa percorrer, que girem ao redor de suas estrelas em uma "zona habitável". Isso quer dizer: a uma distância em que reinem temperaturas moderadas, e nos quais possa fluir água, a condição primordial para a existência da vida, conforme a conhecemos. A sonda Kepler deve, portanto, achar planetas que se pareçam com o nosso; com oceanos (não muito fundos) e atmosferas (não muito rarefeitas) e, se possível, com vulcões ativos que ejetem regularmente gases nessas atmosferas, regenerando-as quimicamente.

Melhor ainda seria, se o novo planeta girasse ao redor de uma estrela que não fosse muito maior e mais quente que o nosso Sol, caso contrário, ela provavelmente não existiria por tempo suficiente para que houvesse uma evolução biológica digna de menção.

Fonte: <http://revistageo.uol.com.br/cultura-expedicoes/20/artigo194191-3.asp>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Questão no.1:

Os painéis solares do Kepler são os dispositivos necessários para:

- coletar a luz proveniente das estrelas distantes e identificar exoplanetas que passam à frente deles;
- coletar a energia do Sol a qual é armazenada e transformada em energia elétrica necessária para o funcionamento dos equipamentos eletrônicos do telescópio;
- fazer a luz que chega do Sol ser refletida de volta para o espaço para proteger o telescópio;
- mandar as imagens obtidas pelo telescópio para a Terra;
- nenhuma das alternativas anteriores.

Questão no.2:

O texto fala que o Kepler observará ininterruptamente 170000 estrelas durante 3 anos e meio, e que procurará pelas mais sutis reduções em seus brilhos. Isto significa que:

- as variações de brilho destas estrelas pode ser decorrente da morte de estrelas;
- as variações de brilho pode ser devido ao esgotamento da energia das estrelas a qual se sabe ser decorrente da combustão do carvão;
- as variações de brilho podem ser decorrentes da passagem de exoplanetas pela frente da estrela, indício este que fica reforçado se as variações de brilho forem periódicas, já que no caso de exoplanetas, eles tem um período para orbitar a estrela;
- as variações de brilho destas estrelas com toda a certeza se devem a exoplanetas;
- nenhuma das alternativas anteriores.

Questão no.3:

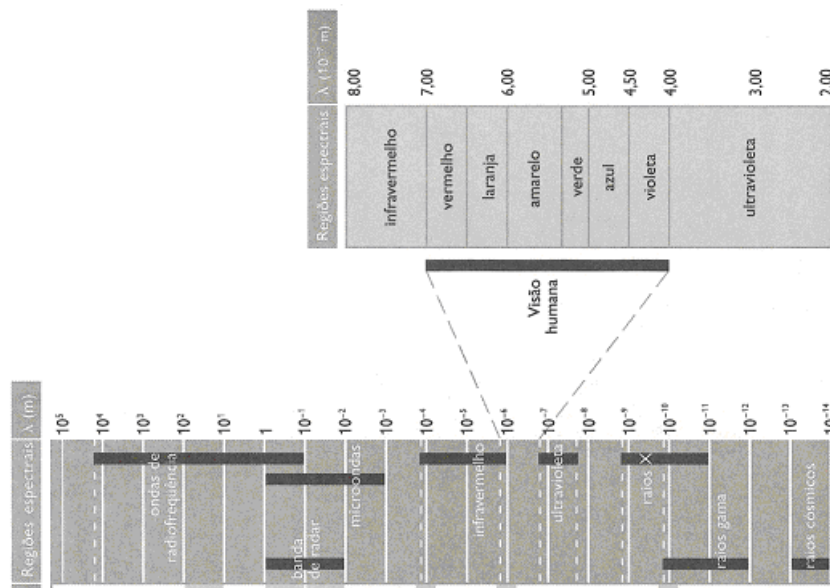
Os tipos de planetas que o Kepler está procurando identificar são:

- planetas gasosos, como Júpiter, Saturno, Urano e Netuno;
- planetas rochosos, com mares e atmosferas, tipo a Terra;
- planetas rochosos, sem a preocupação de serem do tipo Terra;
- semelhantes a blocos rochosos, como os asteroides;
- nenhuma das alternativas anteriores.

Questão no.4:

O recém descoberto exoplanetas Formalhaut b, que órbita a estrela Fomalhaut, descoberto pelo telescópio Hubble, um telescópio óptico do tipo refletor, que usa um espelho parabólico como objetiva, só é particularmente especial por ter sido o primeiro exoplaneta a ser fotografado na faixa do espectro eletromagnético correspondente aos comprimentos de onda (λ):

- $5 \times 10^{-7} \text{m}$ e $7 \times 10^{-7} \text{m}$
- $2 \times 10^{-7} \text{m}$ e $4 \times 10^{-7} \text{m}$
- $7 \times 10^{-7} \text{m}$ e $8 \times 10^{-7} \text{m}$
- $4 \times 10^{-7} \text{m}$ e $7 \times 10^{-7} \text{m}$
- $4,5 \times 10^{-7} \text{m}$ e $5 \times 10^{-7} \text{m}$



Questão no.5:

O Kepler procura mundos com uma superfície que se possa percorrer, que girem ao redor de suas estrelas em uma zona “habitável”, ou seja, numa região onde possa existir:

- a. uma atmosfera comparável a de nosso planeta.
- b. uma temperatura que permita a existência de água no estado líquido.
- c. uma superfície que seja gasosa.
- d. uma superfície que seja rochosa com a presença de mares.
- e. as alternativas (a), (b) e (d) estão corretas.

Questão no.6:

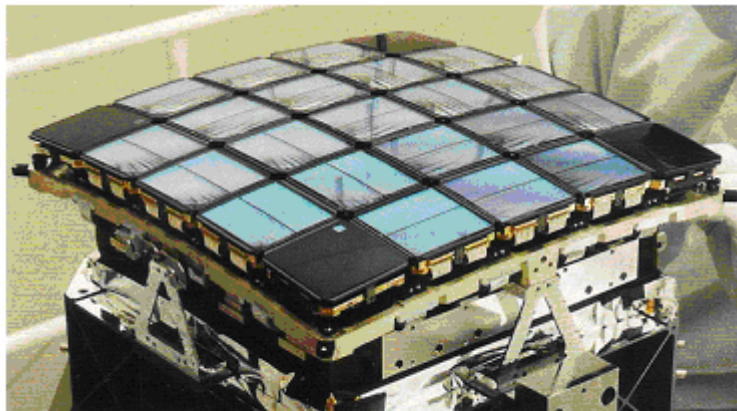
Algumas características que deveria ter a estrela-mãe de um planeta extrassolar para permitir a possibilidade da vida (evolução biológica) seriam:

- a. que a estrela não fosse muito maior do que o nosso Sol;
- b. que a estrela fosse mais quente do que o nosso Sol;
- c. que a estrela fosse muito maior do que o nosso Sol;
- d. que a estrela não fosse mais quente do que o nosso Sol;
- e. as alternativas (a) e (d) estão corretas.

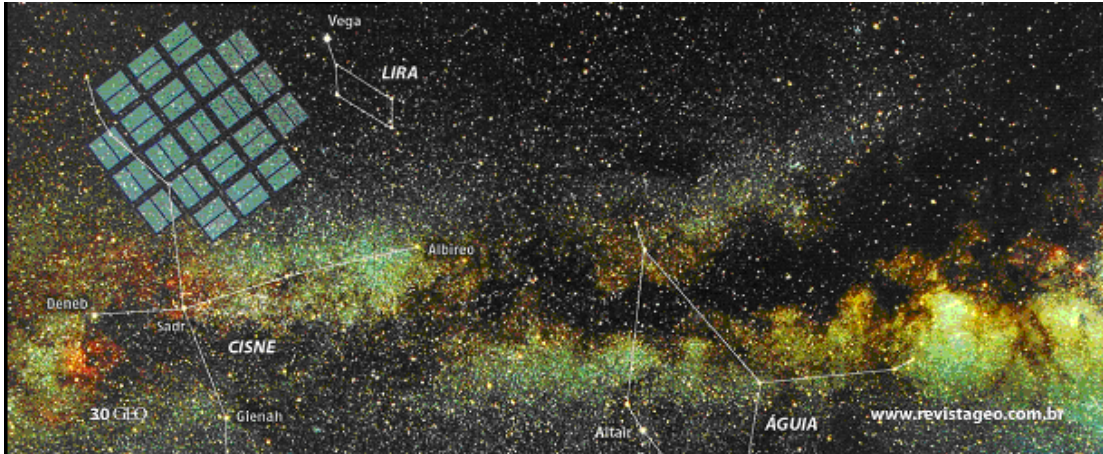
Questão no.7:

Nas figuras a seguir tem-se o “coração do Kepler”; é um conjunto de 42 fotossensores (sensíveis às variações de luminosidade) que ficam permanentemente direcionados para uma região do céu a espreita de qualquer variabilidade luminosa de uma estrela, que possa ser decorrente da passagem de algum exoplaneta pela frente da mesma. Estes fotossensores estão direcionados para a região compreendida entre as constelações de:

- a. Águia e Cisne;
- b. Águia e Altair;
- c. Lira e Cisne;
- d. Águia e Lira;
- e. Águia e Altair.



O coração do Kepler: os fotossensores no foco do espelho. Sua disposição é facilmente identificável nas imagens obtidas nas figuras abaixo.



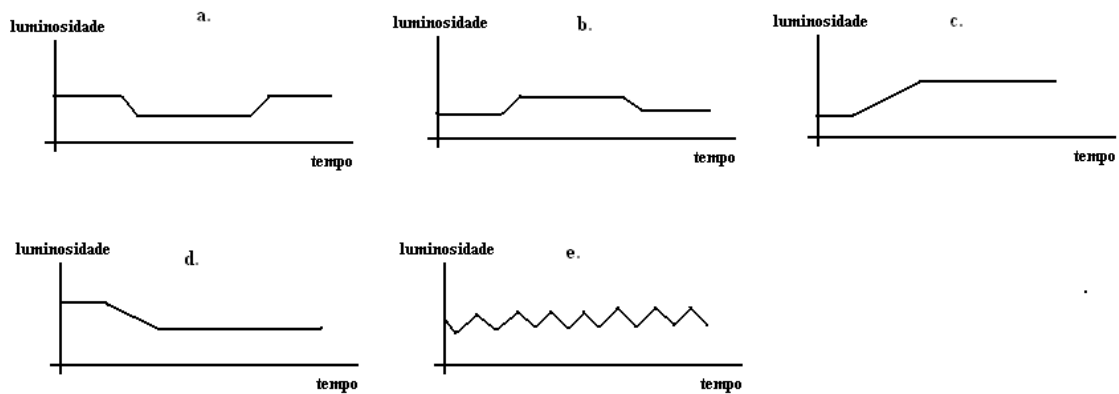
Fonte: <http://revistageo.uol.com.br/cultura-expedicoes/20/artigo194191-4.asp>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Questão no.8:

Na figura abaixo um dos fotossensores do Kepler focaliza uma das regiões do céu onde tem uma estrela circundada por um exoplaneta gigante, a saber, o TrES – 2. Qual dos gráficos abaixo você acha que melhor poderia representar a variação de luminosidade da estrela detectada pelo Kepler, quando o planeta passa pela sua frente, ou seja, ao longo do disco estelar?



Fonte: <http://revistageo.uol.com.br/cultura-expedicoes/20/artigo194191-4.asp>. Acesso em: 30 ago. 2012.



Questão no.9:

Leia com atenção o texto do quadro a seguir. O texto se refere a uma das técnicas usadas para detectar exoplanetas.

UMA LUZ DELATORA

Devido à sua grande distância, satélites de sóis desconhecidos só podem ser fotografados diretamente em casos raros, como ocorre com Marte ou Júpiter. Em geral, os astrônomos precisam comprová-los primeiramente de forma indireta, com base em alterações na radiação do astro central. Para isso há dois métodos utilizados com frequência:

1. Método de trânsito

É utilizado pela sonda Kepler: quando um planeta passa na frente de uma estrela, ele enfraquece sua luminosidade. As dimensões desse enfraquecimento fornecem informações sobre o diâmetro do satélite. Para garantir que de fato se trata de um planeta, os astrônomos têm de observar diversos minieclipses. Os intervalos com que estes fenômenos se repetem possibilitam calcular a duração do movimento de revolução do corpo celeste.

The diagram illustrates the transit method. It shows a star (Estrela) and an exoplanet (Exoplaneta) orbiting it. The exoplanet is shown passing in front of the star, creating a transit. Below the diagram is a graph of 'Luminosidade da estrela' (Stellar Luminosity) versus 'Tempo' (Time). The graph shows a constant luminosity level that drops slightly during the transit, then returns to the original level.

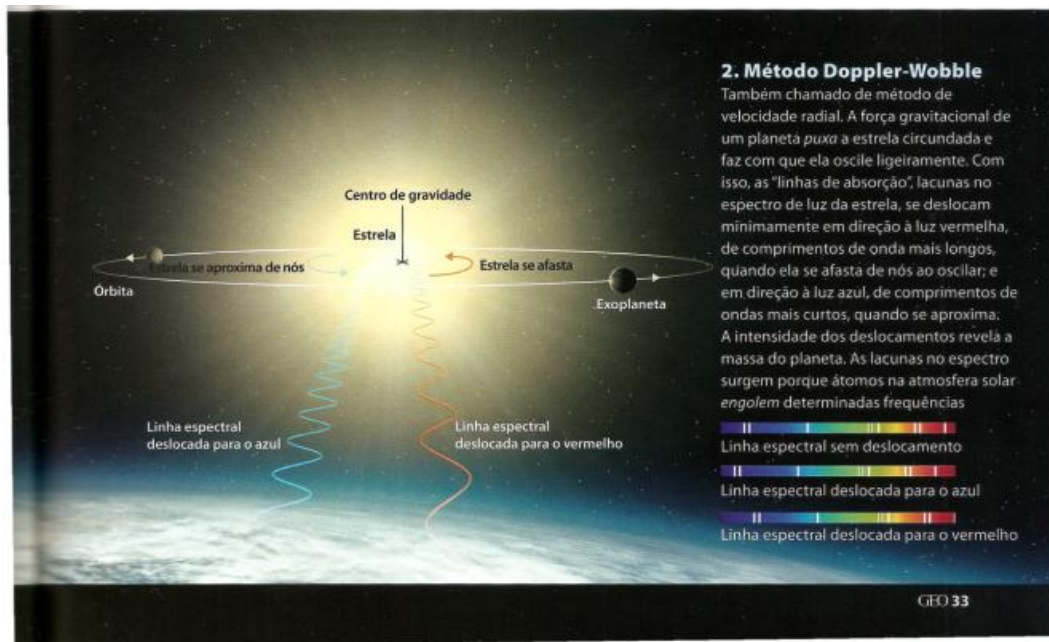
Fonte: <http://revistageo.uol.com.br/cultura-expedicoes/20/artigo194191-10.asp>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Supondo que a luminosidade da estrela diminua de 1/100 do seu valor normal quando o exoplaneta passa na sua frente, pode-se estimar *aproximadamente*, que:

- A estrela é cem vezes maior do que o exoplaneta;
- O planeta é cem vezes maior do que a estrela;
- A estrela e o planeta tem o mesmo tamanho;
- O planeta tem a metade do tamanho da estrela;
- É impossível fazer uma estimativa do tamanho do planeta, já que precisaríamos saber qual a sua distância da estrela em que órbita.

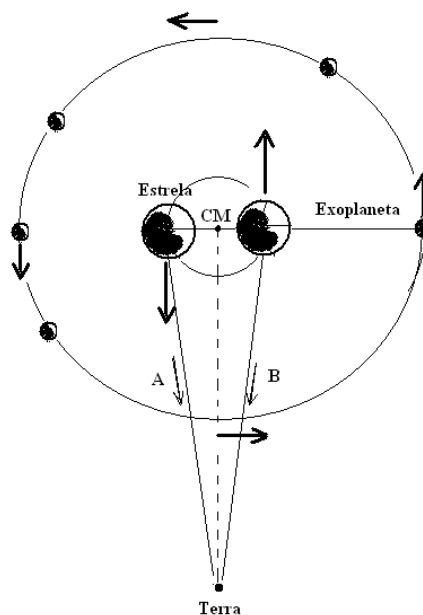
Questão no.10:

O quadro abaixo ilustra outra técnica utilizada para detectar exoplanetas. Leia o texto com atenção; é o Método Doppler-Wobble.



Fonte: <http://revistageo.uol.com.br/cultura-expedicoes/20/artigo194191-10.asp>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Pela figura você vê um exoplaneta girando ao redor de uma estrela. Se o exoplaneta é bastante massivo, o centro de massa do sistema *estrela-exoplaneta* está posicionado entre a estrela e o exoplaneta, ao longo da linha que liga o centro da estrela ao centro do exoplaneta. Tanto a estrela como o exoplaneta giram ao redor do centro de massa. Veja a figura a seguir.




Fonte: Desenho. Mauricio H. de Andrade. IFRS. Bento Gonçalves. Jul. 2011.

Tanto em A como em B a luz emitida pela estrela está se dirigindo para a Terra, através do vácuo existente no espaço sideral, com a velocidade de 300000 km/s. Observando atentamente o desenho, podemos afirmar que a luz que segue o caminho A é detectada por um observador na Terra como sendo de cor.....e, a que segue o caminho B, é detectada como sendo de cor

As lacunas (linhas escuras) presentes no espectro das estrelas se devem a.....

Essa técnica fundamentada nos *efeitos gravitacionais* entre estrela e exoplaneta e, no *efeito Doppler* permite que se determine a.....do exoplaneta.

APÊNDICE E

 <p style="font-size: small; margin: 0;">INSTITUTO FEDERAL RIO GRANDE DO SUL Campus Bento Gonçalves</p>	<p>CURSO: II INFO</p> <p>Disciplina: Física Professor: Mauricio Data: 21/10/2011</p> <p>Avaliação do 3º. Bimestre</p> <p>Nome:e</p>
--	---

Questão no. 1:

Os planetas foram formados no mesmo tempo que o Sol ou eram astros errantes que vagavam pelo espaço e foram capturados em algum momento pelo Sol?

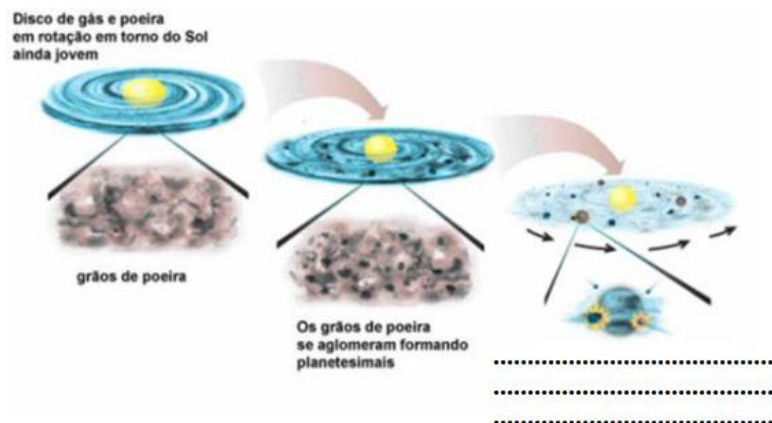
A procura por uma resposta coerente para a formação do Sistema Solar e de outros sistemas planetários foi responsável pela elaboração de mais do que 50 teorias científicas nos últimos 300 anos.

A teoria mais aceita atualmente é:

- a. () a teoria da repulsão entre moléculas de gás e poeira interestelar, que após sofrerem aglutinação, teriam formado a nossa estrela (SOL) e os planetas.
- b. () o Sol já existia e os planetas perambulavam pelo espaço e foram atraídos gravitacionalmente por ele formando-se assim o nosso Sistema Solar.
- c. () o Sol formou-se da fusão de muitos asteroides e cometas e em seguida explodiu; da massa oriunda da explosão formaram-se os planetas.
- d. () a teoria segundo a qual inicialmente teria existido, na região onde hoje está o Sistema Solar, uma enorme nuvem difusa formada por gás e poeira interestelar e que, por atração gravitacional entre as moléculas do gás e da poeira, teria se formado o Sol e os planetas.
- e. () o Sistema Solar e outros sistemas planetários originam-se da colisão de duas estrelas menores; ao fundirem-se uma na outra, originou-se o Sol e os planetas.

Questão no. 2:

A figura a seguir ilustra de forma esquemática como pode se formar um sistema planetário. Complete abaixo da última figura o que acontece no final do processo e que dá aos planetas a sua forma praticamente definitiva.



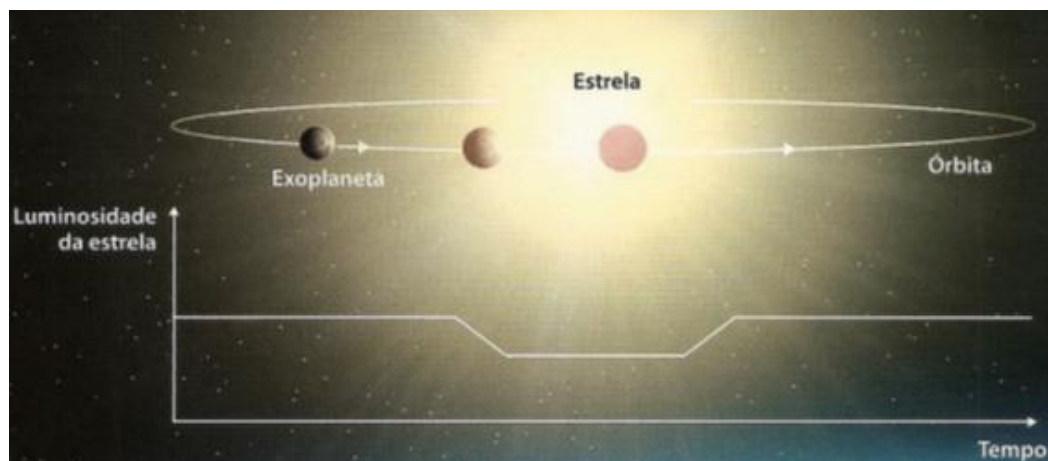
Questão no. 3:

O gráfico a seguir ilustra o número de exoplanetas descobertos por ano desde 1989. Podemos atribuir o aumento no número de descobertas, entre outras causas, ao:

- a. () Desenvolvimento de novos métodos de detecção;
- b. () Aprimoramento dos telescópios;
- c. () A uma melhora nos sistemas de telecomunicações terrestres;
- d. () Aumento no número de pesquisadores e investimentos na área;
- e. () As alternativas (a), (b) e (d) estão corretas.

**Questão no. 4:**

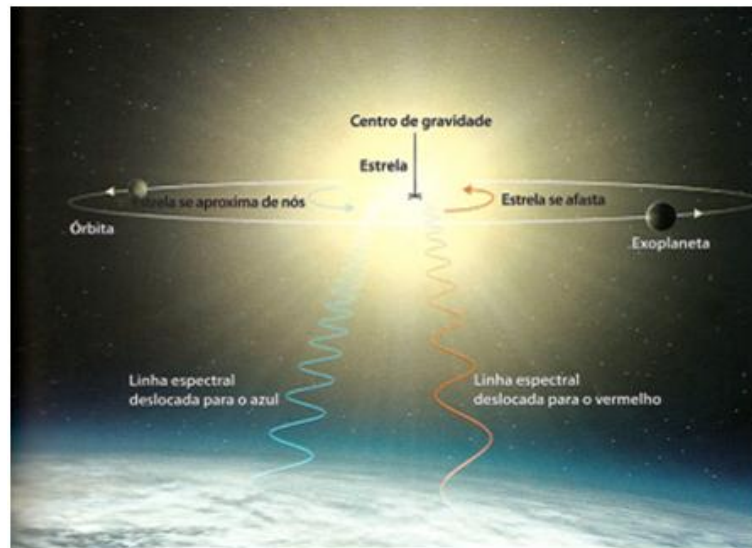
A figura abaixo se refere a uma das técnicas usadas para detectar exoplanetas. Diga qual é esta técnica, descrevendo-a resumidamente e, qual telescópio recentemente colocado em órbita do Sol está usando esta metodologia de detecção.



Fonte: <http://revistageo.uol.com.br/cultura-expedicoes/20/artigo194191-10.asp>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Questão no. 5:

A figura abaixo se refere a outra das técnicas usadas para detectar exoplanetas. Diga qual é esta técnica, descrevendo-a resumidamente.

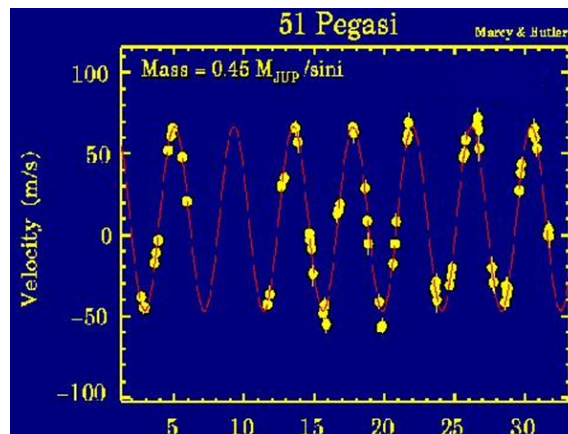


Fonte: <http://revistageo.uol.com.br/cultura-expedicoes/20/artigo194191-10.asp>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Questão no. 6:

O gráfico a seguir representa a **velocidade radial** da estrela 51 Pegasi em **função do tempo** para observadores na superfície da Terra a qual tem a companhia de um exoplaneta responsável pela variação desta velocidade. Os dois corpos, estrela e exoplaneta, giram ao redor do centro de massa do sistema, com a estrela, ora se afastando, ora se aproximando dos observadores (Astrofísicos) na Terra. Um destes astrofísicos, chamados “caçadores de exoplanetas”, é Geoffrey Marcy, professor em Berkeley.

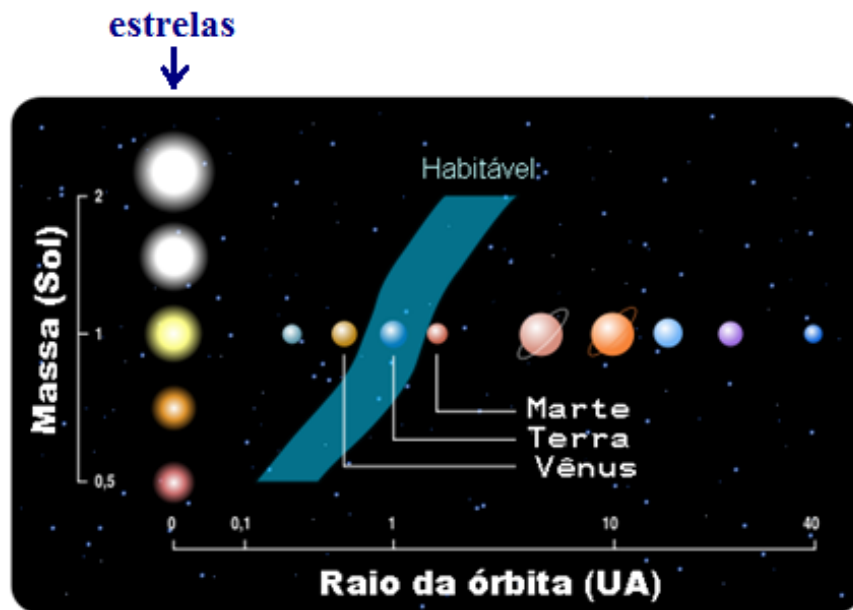
É possível através desse gráfico, fazer uma estimativa do **período de translação** do exoplaneta? Se sim, qual o período aproximado da sua translação ao redor da sua estrela-mãe (**51 Pegasi**)? **Descreva o procedimento** que você usar nesta determinação através da **interpretação do gráfico!**



Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~sylvio/exoplanets/planetas.htm#msini>. Acesso em: 26 Set. 2012.

Questão no. 7:

A figura a seguir representa a zona dita “habitável” para *exoplanetas* correspondentes a estrelas de diferentes massas solares (por exemplo, 2(dois) significa 2 massas solares) em função do raio (em UA) de suas órbitas ao redor das mesmas. Descreva quais as informações que são possíveis de se extrair da análise da figura no que diz respeito à possibilidade de existir exoplanetas habitáveis. **Obs. De cima para baixo, as estrelas vão de uma cor branca intensa até o vermelho!**

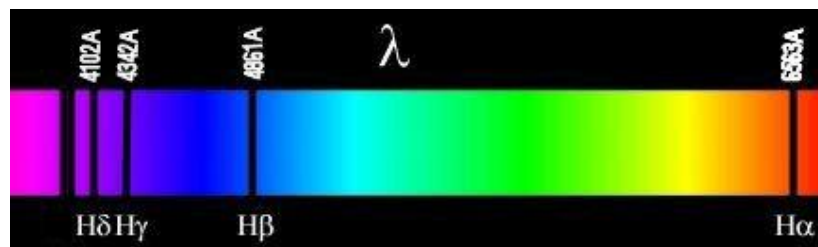


Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/esp.htm>. Acesso em: 27 Set. 2012.

Questão no. 8:

O espectro abaixo é classificado como um espectro de:

- emissão;
- de absorção de um átomo com muitos elétrons;
- de emissão de um átomo com muitos elétrons;
- absorção de um átomo com, talvez, somente um elétron;
- emissão de um átomo com, provavelmente, só um elétron.

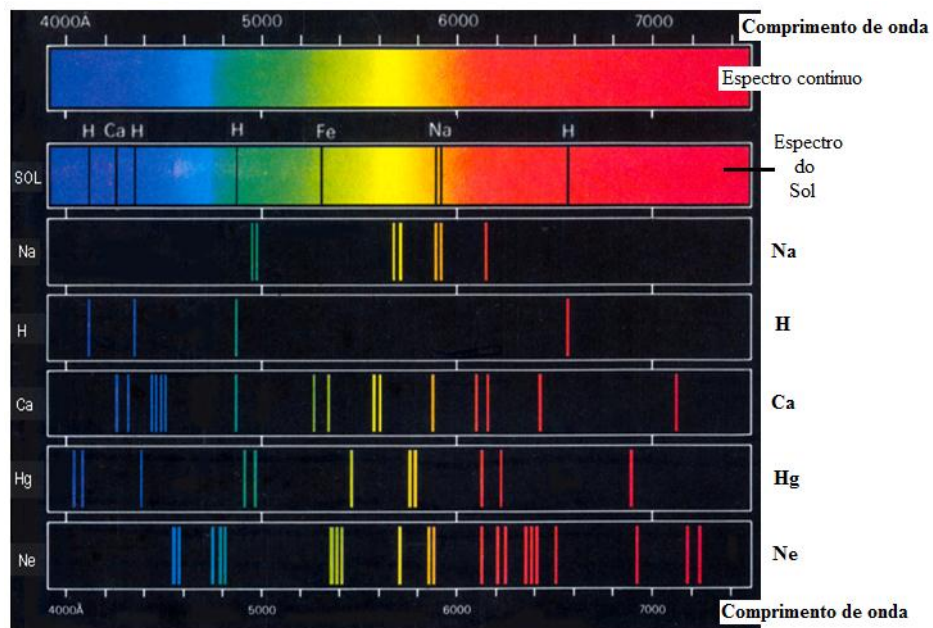


Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>. Acesso em: 26 Set. 2012.

Questão no. 9:

Na figura a seguir temos o espectro do Sol e os de alguns elementos químicos que estão presentes na sua estrutura.

Qual dos elementos químicos cujo espectro está apresentado não há dúvidas de que está presente no Sol? Justifique **baseando-se na análise dos espectros**.

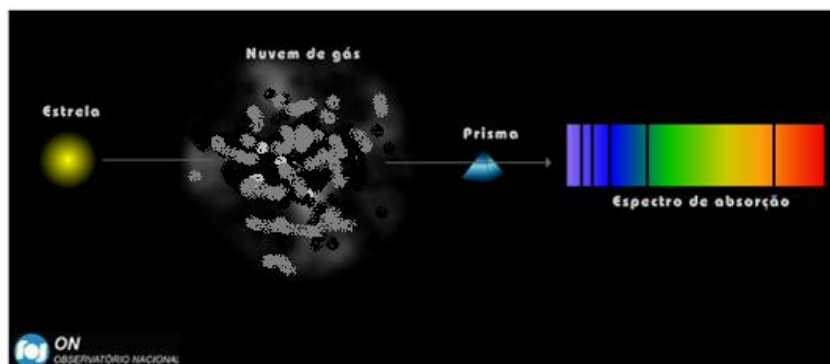


Fonte: Curso à Distância sobre Evolução Estelar. Observatório Nacional. <http://www.on.br/>.

Questão no. 10:

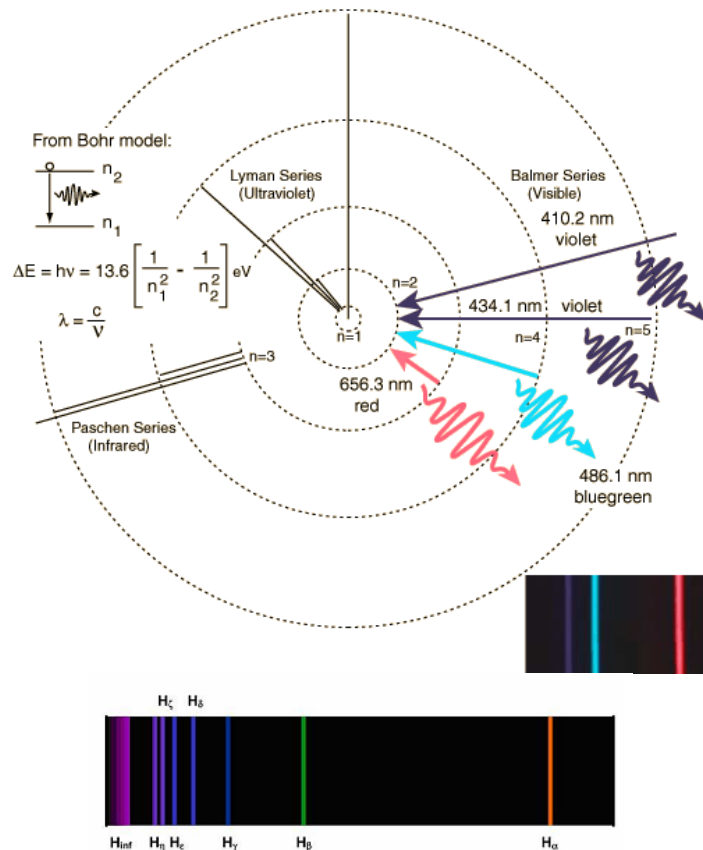
A luz de uma estrela passa através de uma nuvem de gás interestelar e chega ao espectrômetro de um telescópio situado na superfície da Terra. Veja a figura.

- O que significa as linhas escuras no espectro da estrela?
- Qual a importância do espectro de uma estrela na Astronomia?



Fonte: Curso à distância sobre Evolução Estelar. Observatório Nacional. www.on.br.

Na figura abaixo temos o **modelo de Bohr** para o **átomo de hidrogênio**. Através da análise da figura, responda as **questões 11, 12 e 13** seguintes.



Fonte: Instituto de Física de São Carlos. Laboratório de Ensino de Física – LEF.

Questão no. 11:

O modelo de átomo proposto por Bohr descreveu muito bem o átomo de hidrogênio. Algumas modificações neste modelo futuramente foram feitas para poder explicar as características de átomos com mais de um elétron, porém, seu modelo deixa clara a importância de tratar a energia como uma grandeza física:

- que só se apresenta de forma **contínua**;
- que se apresenta de forma “granulada”, ou seja, “pacotes de energia” denominados de **quantum**;
- que se apresenta na natureza na forma de “pacotes” de **partículas materiais**;
- cuja natureza não tem importância para o estudo dos átomos;
- destituída de sentido no estudo da estrutura da matéria.

Questão no. 12:

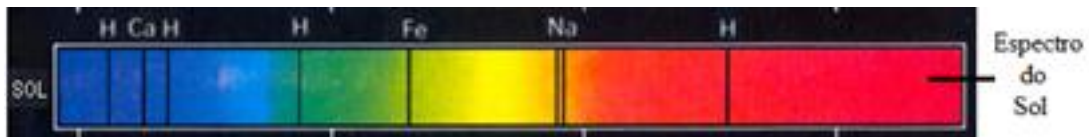
O modelo de Bohr explicou de forma elegante o **espectro descontínuo** do átomo de hidrogênio (Veja figura!).

- Determine, em “**ev**”, a energia dos “fótons” emitidos pelo átomo de hidrogênio quando seu elétron encontra-se no **nível excitado** de energia $n = 3$ e decai ao nível excitado $n = 2$. Qual a **cor da luz** correspondente a estes fótons emitidos?

- b. Qual a energia (em “eV”) que um átomo de hidrogênio excitado com seu elétron no nível $n = 2$ deve receber para que seu elétron passe a ocupar o estado excitado correspondente ao nível de energia $n = 5$? Qual a **cor da luz** correspondente a estes fótons absorvidos?

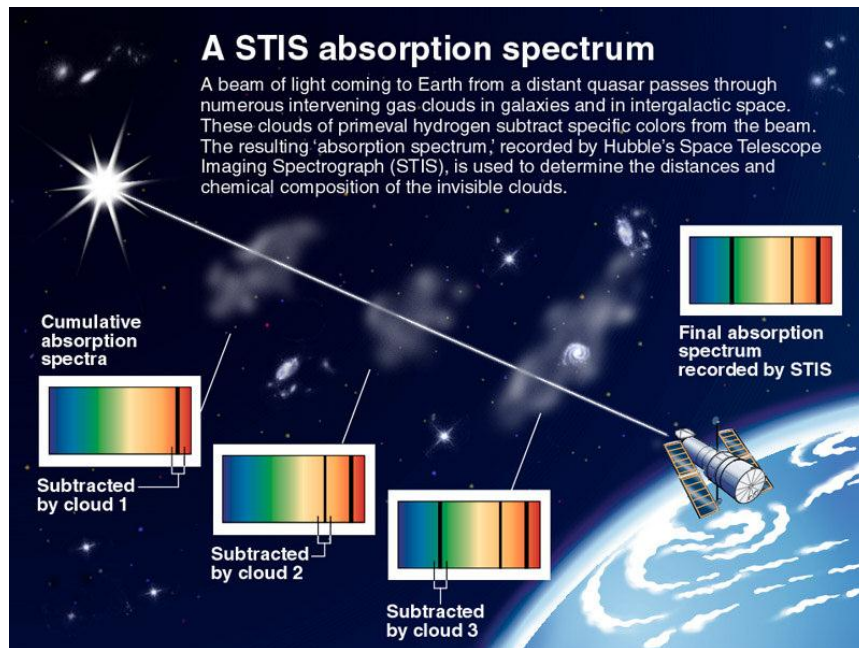
Questão no. 13:

No espectro a seguir têm-se destacadas **quatro linhas de absorção** correspondentes aos átomos de hidrogênio(H) presentes no Sol. Os fótons de luz emitidos pelo Sol e que foram absorvidos pelos átomos de hidrogênio e que dão origem à terceira linha escura correspondente ao mesmo, da esquerda para a direita, deve-se a transições eletrônicas no átomo entre os níveis de energia..... e Veja o **modelo de Bohr** na questão anterior!



Questão no. 14:

Faça uma análise da figura a seguir sintetizando em poucas linhas qual a informação importante que a mesma pretende passar ao leitor.



Crédito: NASA/ESA.

Fonte: <http://www.spacetelescope.org/images/opo9841r/>. Acesso em: 26 Set. 2012.

Questão no. 15:

- a. Onde ocorre e o que é necessário para que ocorra a **fusão** de átomos de hidrogênio e formação de átomos de hélio nas estrelas, como, por exemplo, no nosso Sol?
- b. Qual a importância deste processo de fusão para uma estrela?

Questão no. 16:

Todos os **elementos químicos** identificados e presentes no **Sol**, na **Terra** e nos **seres vivos** foram sintetizados no Sol? Justifique.

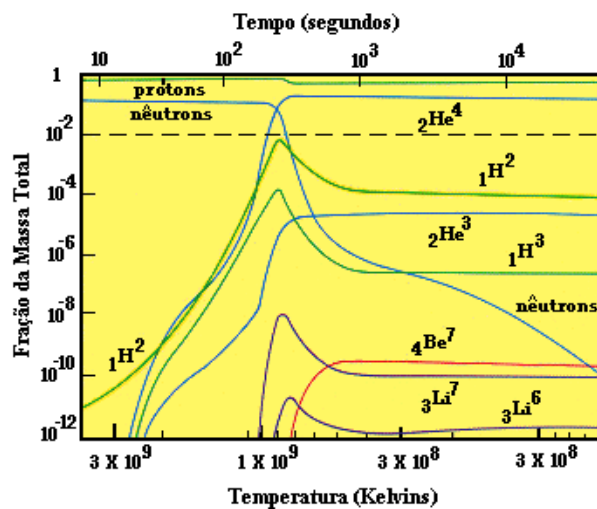
Questão no. 17:

Observe a figura referente à formação de elementos químicos nos primeiros segundos após o **Big Bang**.

“A formação de lítio ${}^7_3\text{Li}$ começa em torno de **100s** após o **Big Bang** na temperatura de **1 trilhão de kelvin**”.

() Verdadeiro

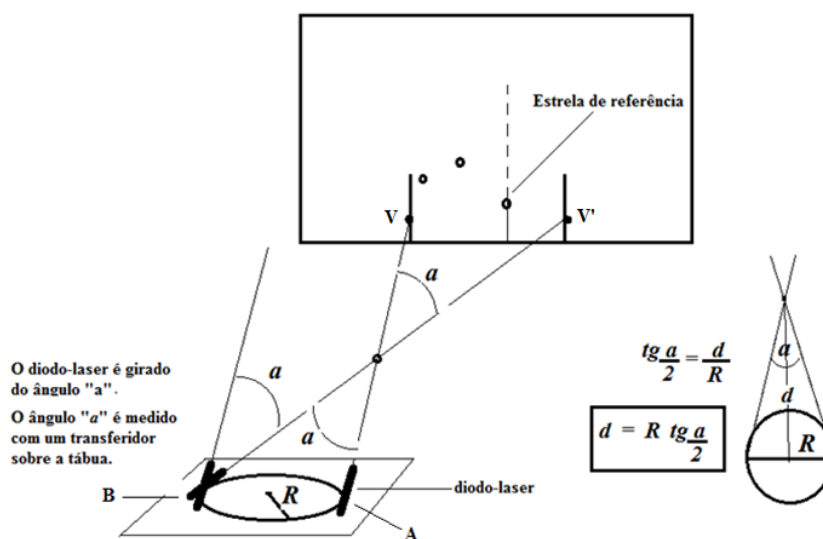
() Falso



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/univ/>. Acesso em: 26 Set. 2012.

Questão no. 18:

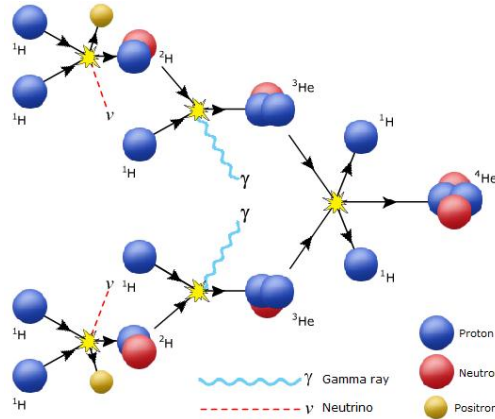
Na técnica da paralaxe estelar para a determinação de distâncias estelares, quais estrelas que melhor se adequam ao método? Justifique.



Fonte: Desenho. Mauricio Henrique de Andrade. IFRS. Bento Gonçalves. RS. Ago. 2012.

Questão no. 19:

A reação nuclear a seguir representa a interação **próton-próton** que ocorre nas estrelas. Justifique a **diferença de massa** que existe entre os quatro hidrogênios no início da reação com o hélio formado ao final da reação.



Fonte: <http://astro.unl.edu>. Acesso em: 26 Set. 2012.

Questão no. 20:

A fabulosa produção de elementos químicos mais pesados em explosões de supernova é algo que hoje em dia não mais nos surpreende. Mas, exatamente, onde e quando a nucleossíntese se processa? Isto ainda não está plenamente claro para nós. Além disso, as tentativas de modelar por computador os cenários de colapso de núcleo das estrelas ainda desafiam os limites de capacidade de processamento atuais dos mais poderosos computadores científicos do mundo.

*A nucleossíntese estelar em estrelas de porte médio ou menores (até 10 massas solares) pode construir alguns elementos mais leves, tais como o **Carbono (C)**, o **nitrogênio (N)**, o **Oxigênio (O)**, o **Neônio (Ne)** e o **Enxofre (S)**, além, é claro, o **Hélio (He)**, que por sua vez é produzido em todas as estrelas do Universo, desde que se formam.*

Fonte: <http://eternosaprendizes.com/2010/08/17/como-funciona-a-alquimia-das-estrelas-a-nucleossintese-dos-elementos-quimicos-no-universo/>. Acesso em: 11 Out. 2012.

Qual a importância das **supernovas** na formação de sistemas planetários (como por exemplo, o Sistema Solar) a partir de uma nuvem de gás interestelar?

.....

Questão no. 21:

As estrelas similares ao Sol com baixo conteúdo de lítio destacam-se como fortes candidatas a abrigar planetas, segundo afirma um estudo liderado por pesquisadores do Instituto de Astrofísica de Canárias (IAC). O lítio (um dos elementos mais leves que se conhece) agora se destaca como um novo rastro a seguir na busca de sistemas planetários semelhantes ao nosso.

Os resultados, publicados pela revista Nature, foram obtidos a partir de uma amostra de cerca de 500 estrelas. O estudo destes dados demonstrou que a baixa proporção de lítio em

estrelas similares ao Sol está diretamente relacionada com a presença de exoplanetas. Enquanto as estrelas com sistemas planetários ao seu redor contam com apenas um por cento de suas reservas primitivas de lítio, as estrelas “solitárias” muitas vezes retêm quantidades dez vezes maiores.

Fonte: <http://eternosaprendizes.com/2009/11/16/sera-o-litio-um-elemento-chave-para-a-busca-sistema-planetarios-extra-solares/>. Acesso em: 11 Out. 2012.

Qual a técnica utilizada pelos astrofísicos para identificar a presença de lítio nas estrelas? Justifique.

.....

Questão no. 22:

Através da análise da tabela periódica a seguir, o que é possível concluir sobre:


- os elementos químicos formados logo **após o Big Bang**?
- os elementos químicos formados em **supernovas**?

H																		He					
Li	Be																	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr						
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe						
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn						
Fr	Ra																						
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu							
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr							

■ Big Bang
 ■ Supernovae
 ■ Small Stars
 ■ Large Stars
 ■ Cosmic Rays

Fonte: <http://eternosaprendizes.com/2010/08/17/como-funciona-a-alquimia-das-estrelas-a-nucleossintese-dos-elementos-quimicos-no-universo/>. Acesso em: 11 Out. 2012.

APÊNDICE F

	CURSO: II INFO	Professor: Mauricio	Data: 16/12/2011
	Disciplina: Física	Avaliação do 4º. Bimestre	
	Nomes:e		

Leia com atenção o texto a seguir encontrado no endereço referenciado e responda as perguntas.

Fonte: <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/nasa-descobre-primeiro-planeta-na-zona-habitavel-de-uma-estrela-parecida-com-o-sol>. Acesso em: 30 ago. 2012.

*O observatório espacial Kepler descobriu o que pode ser a primeira "**outra Terra**". Trata-se do primeiro planeta fora do Sistema Solar avistado na **região habitável** de uma estrela muito parecida com o Sol, a 600 anos-luz da Terra. A notícia foi divulgada nesta segunda-feira (05/12/2011) pela equipe que administra o observatório espacial e anunciada no site da NASA.*

A equipe também anunciou a descoberta de 1.000 novos candidatos a exoplanetas — como são chamados os planetas fora do Sistema Solar. Se confirmados, praticamente dobraria a contagem atual. Contudo, o mundo que está fazendo os olhos dos astrônomos brilharem é o Kepler-22b, o menor já encontrado bem no meio da zona habitável de uma estrela semelhante ao Sol. O exoplaneta possui 2,4 vezes o raio da Terra e ainda não se sabe se ele é predominantemente gasoso (como Júpiter, Urano e Netuno) ou rochoso, como a Terra. "Porém, é uma descoberta que coloca a humanidade um passo mais perto de encontrar planetas parecidos com o nosso", afirma a NASA.

Questão no. 1:

O que você entende por **região habitável** de uma estrela?

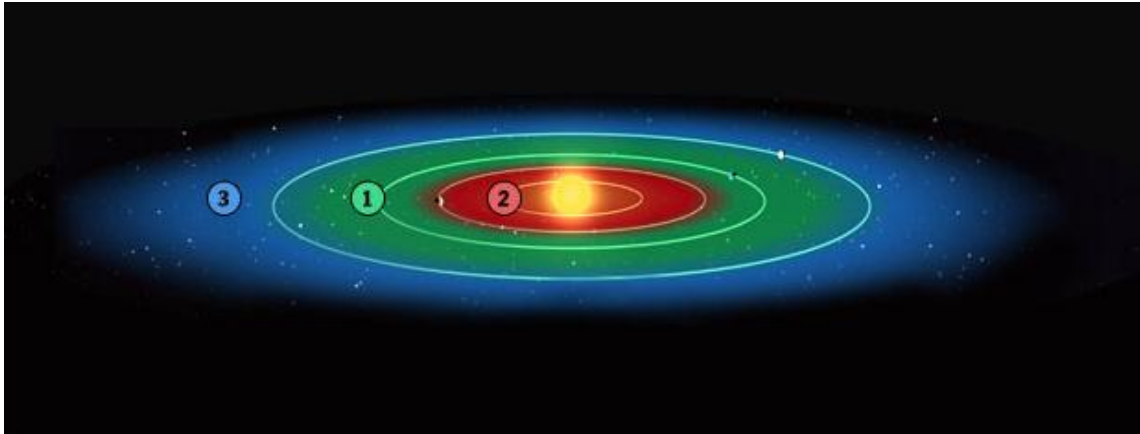
Questão no. 2:

Que características deve apresentar um exoplaneta (**superfície, temperatura, atmosfera, gravidade, etc.**) que se encontre na **zona habitável** de uma estrela para que se possa argumentar a favor de uma possível existência de vida no mesmo?

Questão no. 3:

O que representam as regiões **1, 2 e 3** na figura? Justifique.

Quais planetas do nosso sistema solar estão localizados nessas regiões? Destaque algumas características que estes planetas apresentam.



Fonte: <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/nasa-descobre-primeiro-planeta-na-zona-habitavel-de-uma-estrela-parecida-com-o-sol>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Questão no. 4:

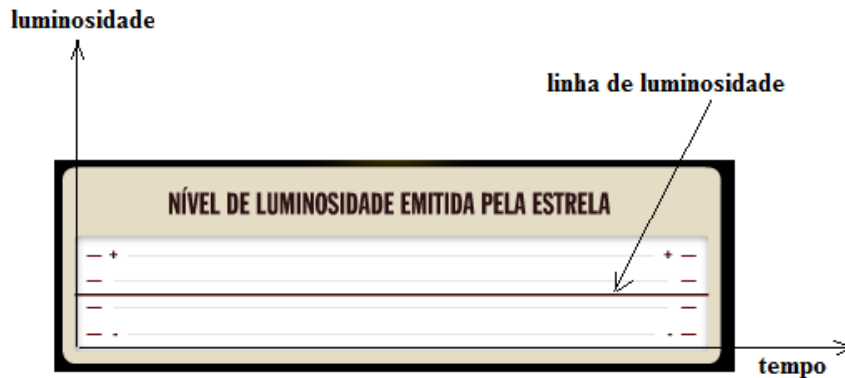
O telescópio Kepler faz uso da **técnica do trânsito** para descobrir exoplanetas.

- a. Utilize a figura a seguir para descrever o método do trânsito, desenhando a posição do planeta quando o fenômeno está ocorrendo e faça na região correspondente ao nível de luminosidade (**linha preta**) como a mesma se apresenta enquanto o trânsito está ocorrendo.



Fonte: <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/nasa-descobre-primeiro-planeta-na-zona-habitavel-de-uma-estrela-parecida-com-o-sol>. Acesso em: 30 ago. 2012.

- b. Desenhe na figura a seguir a curva correspondente a **três trânsitos consecutivos** do exoplaneta e o que pode ser determinado entre um trânsito e outro?



Fonte: <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/nasa-descobre-primeiro-planeta-na-zona-habitavel-de-uma-estrela-parecida-com-o-sol>. Acesso em: 30 ago. 2012.

- c. Que tipo de exoplanetas o Kepler está à procura?
- d. Os exoplanetas descobertos pelo Kepler são, também, facilmente detectados pelo **método da velocidade radial/efeito Doppler**? Justifique comparando um método com o outro.

Questão no. 5:

Kepler-22b está localizado a 600 anos-luz de distância. Embora o exoplaneta seja efetivamente maior que a Terra (2,5 vezes maior) a sua órbita de 290 dias em torno de uma estrela tipo-Sol assemelha-se com a do nosso mundo. A estrela hospedeira pertence à **classe G**, a mesma classe espectral do Sol, embora seja ligeiramente menor e mais fria. Kepler orbita a uma distância de 0,85 UA do seu sol (85% da distância da Terra ao Sol).

Destaque **três fatores** mencionados no texto referentes ao exoplaneta Kepler-22b que se assemelham ao planeta Terra em nosso sistema solar. Justifique cada um dos fatores escolhidos.

1º

2º

3º

Questão no. 6:

Leia o texto a seguir e responda as perguntas que estão ao final do mesmo.

HECATOMBE MAGNÉTICA

Fonte: <http://aquariuspage.blogspot.com.br/2012/05/atividades-em-aeroportos-indica-mudanca.html>. Acesso em: 30 ago. 2012.

“Quem vê na inversão de polos magnéticos um sinal do fim do mundo afirma que as mudanças no campo magnético no planeta vão arruinar a migração de espécies animais, expor a atmosfera à radiação solar mortal e mudar o eixo da Terra, levando o gelo dos polos a derreter, inundando os continentes.”

Para os cientistas da NASA, porém, isso não ocorrerá. A inversão de polos é regra, não exceção, afirmam eles, e já ocorreu diversas vezes desde que existe vida na Terra. Os dinossauros e nossos ancestrais hominídeos já passaram pelo evento, que ocorreu pela última vez há cerca de 800 mil anos.

Segundo a NASA, o campo magnético do planeta pode até enfraquecer durante o processo de inversão, que pode durar milhares de anos, mas não irá sumir porque é fruto do movimento incessante do núcleo da Terra.

Para pesquisadores da NASA, já não era sem tempo para que isso ocorresse, pois os campos magnéticos do planeta mudam a cada 200 ou 300 mil anos, mas já faz 800 mil anos desde a última mudança. Se alguém usasse uma bússola antes disso, o ponteiro não apontaria para o norte, e sim para o sul.

De acordo com os cientistas, o campo magnético da Terra foi formado por que o núcleo do planeta, formado por uma parte sólida cercada por um mar de metais derretidos, cria correntes elétricas muito fortes. Essa eletricidade é à base do eletromagnetismo e o lugar para onde ele aponta varia ao sabor das mudanças das placas que formam o núcleo. Essas mudanças podem ser inferidas por meio de computadores que usam os dados do campo magnético.

A inversão dos polos magnéticos, ainda segundo a NASA, não vai acontecer rápido. É um processo que dura centenas ou milhares de anos, período no qual o "polo norte magnético" deve aparecer em diversas latitudes. Por isso, segundo o artigo, não há nada que indique que as previsões para o fim do mundo em 2012, por exemplo, tenham relação com a inversão de polos. Quando ela ocorrer, conclui o texto, de maneira bem humorada, "pode significar a oportunidade de bons negócios para os fabricantes de bússolas magnéticas".

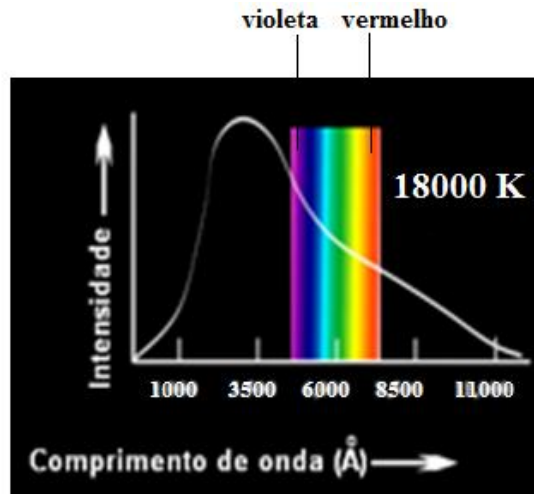
Perguntas:

1. Por que o **campo magnético da Terra** é importante para a existência de vida em nosso planeta?
2. Quais os **fenômenos atmosféricos** que são explicados como decorrência do campo magnético terrestre?

Questão no. 7:

Sabe-se que o **espectro de radiação** emitida pelas estrelas assemelha-se ao de um **corpo negro**.

Suponha que um exoplaneta tenha sido descoberto orbitando uma estrela cujo **espectro de radiação emitida pela estrela** seja a que está representada na figura.



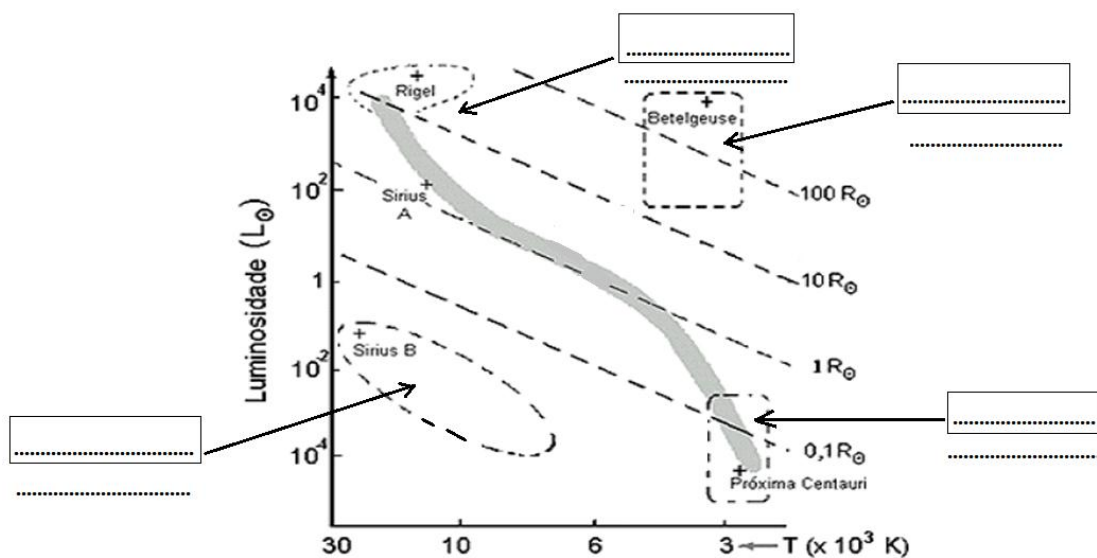
Fonte: http://www.prof2000.pt/users/angelof/af16/ts_estrelas/bigest47.htm. Acesso em: 30 de agosto de 2012.

Perguntas:

1. Em qual faixa do espectro eletromagnético predomina a **radiação emitida** por esta estrela? Justifique.
2. Qual a **cor na faixa visível do espectro** que esta estrela provavelmente é vista da Terra? Justifique.
3. Para que seja possível a vida neste **exoplaneta** tal como é na Terra, quais seriam as características importantes que deveriam ser encontradas tais como, **zona habitável, atmosfera, temperatura, superfície**, etc.

Questão no. 8:

A figura representa o **diagrama de Hertzsprung-Russel (Diagrama H-R)** que nos permite acompanhar a **evolução estelar**.



Perguntas:

1. Escreva nos quadrinhos destacados na figura o **tipo de estrelas** encontradas nas regiões assinaladas. Abaixo de cada quadrinho, escreva se as estrelas são **frias** ou **quentes**.
2. O que representa a **faixa cinza** no diagrama?
3. Assinale no gráfico a posição em que se encontra o nosso Sol atualmente, destacando o valor da sua **luminosidade** e **temperatura**.

Questão no. 9:

Leia o texto e responda as perguntas que estão ao final.

Os astrônomos usaram o telescópio de 10 metros Keck para medir pequenas oscilações de cada estrela. As técnicas atuais permitem detectar planetas massivos o suficiente para provocar uma oscilação aproximada de 1 metro por segundo.



Os telescópios gêmeos de 10 metros Keck, em Mauna Kea, Havaí, foram utilizados na pesquisa. Crédito: WMKO

Isto implica que só se observaram enormes planetas gasosos jovianos, com até três vezes a massa de Júpiter (mil massas terrestres), que orbitam a uma distância de até 0,25 unidades astronômicas (UA) de sua estrela, ou menores, as super-Terras e os planetas da classe Netuno (entre 15 e 30 massas terrestres).

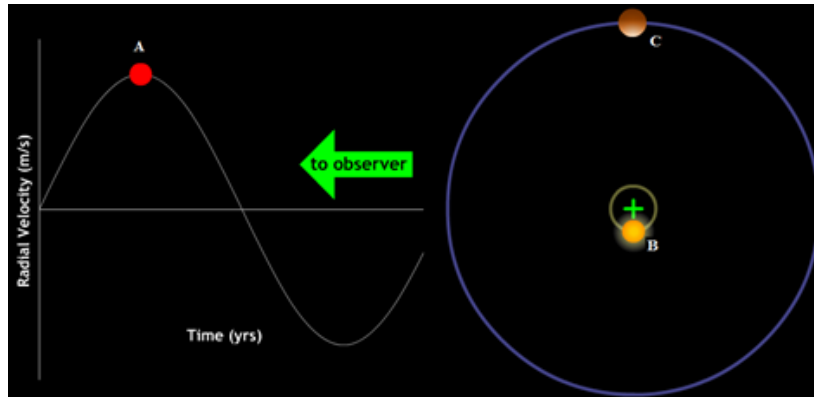
Fonte: <http://eternosaprendizes.com/2010/10/29/25-dos-sois-podem-ter-exoplanetas-como-a-terra/>. Acesso em: 13 Out. 2012.

Perguntas:

1. Descreva resumidamente o método que é utilizado pelos telescópios Keck para detectar exoplanetas.
2. Que tipo de exoplanetas é possível de detectar por este método? Justifique.

Questão no. 10:

A figura a seguir representa a **velocidade radial (m/s)** da estrela-mãe em função do **tempo (anos)** de um sistema exoplanetário com um exoplaneta. O sinal “+” na figura é o centro de massa estrela-exoplaneta. Descreva resumidamente as informações que podem ser extraídas da análise da figura.



APÊNDICE G

Síntese dos conteúdos apresentados em cada uma das aulas, do material instrucional e dos recursos utilizados na experiência didática.

3º BIMESTRE			
Data	Hora -aula	Tópico	Material instrucional e Recursos
03/08	1ª	Conhecimento prévio dos alunos	Entrega de um questionário diagnóstico (pré-teste) sobre o <i>conhecimento prévio</i> dos alunos a respeito de tópicos de Astronomia e Exoplanetas. Ver Apêndice G .
	2ª	Astronomia e Exoplanetas	Apresentação da proposta do trabalho que se pretendia realizar com a turma de alunos.
	3ª		Apresentação em <i>datashow</i> de <i>slides</i> (<i>PowerPoint</i>) e simulações, com o objetivo de dar uma visão geral sobre a missão do telescópio espacial Kepler e as técnicas de detecção de exoplanetas pelo Método do Trânsito e pelo Método da Velocidade Radial/Doppler.
10/08	1ª	Espectroscopia	<p>Apresentação no quadro-branco dos princípios da espectroscopia de emissão atômica, utilizando o Modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio como referencial.</p> <p>Entrega para cada aluno de uma rede de difração construída com CD (obtida removendo a película refletora). Cada um pode visualizar e comparar o espectro visível de uma lâmpada incandescente comum e outra de vapor de hidrogênio (material da PASCO), as quais estavam sobre a mesa do professor.</p> <p>Obs.: Os alunos puderam levar para casa a rede de difração e solicitou-se que observassem as lâmpadas de iluminação pública (vapor de mercúrio, vapor de sódio e fluorescentes).</p>
	2ª		Os alunos participaram de uma reunião pedagógica na Instituição. Foi um período de aula a menos neste dia.

	3 ^a	Espectroscopia	<p>Apresentação em <i>datashow</i> de uma simulação simples que mostrava os níveis de energia do átomo de hidrogênio com a excitação de elétrons e decaimento com emissão de fótons.</p> <p>Apresentação em <i>datashow</i> de duas simulações do PhET sobre espectros de emissão de gases aquecidos em lâmpadas de descarga.</p> <p>Início da atividade experimental, Atividade Prática no. 1, de observação de espectros de emissão de gases aquecidos (lâmpadas de descarga – material da PASCO) através de redes de difração obtidas de CDs.</p>
17/08	1 ^a	Espectroscopia	<p>Neste dia foi realizada no Instituto as “Olimpíadas de Matemática”. Na 1^a hora-aula os alunos ficaram envolvidos com a prova de Matemática. Foi um período de aula a menos neste dia. Atrasei o meu programa tal como aconteceu devido à reunião dos alunos na semana anterior.</p>
	2 ^a		<p>Apresentação de um <i>PowerPoint</i> sobre espectroscopia, intercalando com a visualização dos espectros de emissão de gases aquecidos correspondentes a outras lâmpadas de descarga (material da PASCO). A observação foi feita através das redes de difração construídas com CDs sem a película refletora.</p> <p>Os alunos fizeram anotações, destacando em particular o desenho das raias espectrais da luz emitida pelos diferentes gases.</p>
	3 ^a		<p>Continuidade da Atividade Prática no. 1 entregue na semana anterior.</p> <p>Entrega aos alunos da Atividade Prática no. 2 referente a uma simulação de espectros de emissão e absorção dos elementos químicos visualizados numa tabela periódica.</p> <p>Solicitou-se que os alunos realizassem esta</p>

	3 ^a		atividade extraclasse.
24/08	1 ^a	Espectroscopia e identificação dos elementos químicos presentes nas estrelas	<p>Visualização do espectro de emissão de lâmpadas usadas em iluminação pública (incandescentes comuns, vapor de sódio, vapor de mercúrio e fluorescentes) utilizando a rede de difração construída com CD.</p> <p>Apresentação via <i>datashow</i> de um vídeo que mostra as cores emitidas por diferentes substâncias químicas quando são aquecidas num bico de Bunsen.</p> <p>Os alunos foram lembrados das luzes coloridas emitidas nos espetáculos com fogos de artifício.</p>
	2 ^a		<p>Apresentação do <i>software</i> “Stellarium”, útil para responder algumas perguntas presentes na Atividade Prática no. 4. Os alunos puderam interagir com o mesmo, pois foram conduzidos ao Laboratório de Informática. Solicitou-se, também, que “baixassem” o aplicativo em seus computadores pessoais.</p> <p>Realização da Atividade Prática no. 4 a qual fez uso da simulação “O Astrônomo Mirim” (simulação do Observatório Nacional) e do Laboratório de Informática.</p> <p>Esta atividade foi realizada no Laboratório de Informática e complementada extraclasse.</p> <p>Observação: <i>A Atividade Prática no. 3 começou a ser realizada somente em 07/10/2011. Em vista do andamento do projeto de pesquisa, adia-la, foi didaticamente mais aconselhável.</i></p>
	3 ^a		Idem à 2 ^a hora-aula.
31/08	1 ^a	Distâncias estelares (paralaxe)	<p>Apresentação em <i>datashow</i> discussão através do diálogo com a turma de alunos, de simulações mostrando o fenômeno da paralaxe estelar. O objetivo foi tornar compreensível o fenômeno e a sua utilidade na determinação de distâncias estelares, em particular para as estrelas mais próximas de nosso Sistema Solar.</p>

	2 ^a		<p>Experimento de determinação (Atividade Prática no. 5) de distâncias estelares pela técnica da paralaxe estelar.</p> <p>Observação: Para que o experimento proporcionasse uma maior interação professor-aluno, a turma foi dividida em 4 (quatro) grupos de 6 (seis) alunos; cada grupo participou separadamente do experimento, observando e fazendo anotações juntamente com o professor. Os outros grupos ficavam aguardando a chamada do professor fora da sala de aula.</p>
	3 ^a		
<p>01/09/2011 – Início da Greve na Instituição de Ensino 07/09/2011 – Feriado Nacional 14/09/2011 – Continuidade da greve 21/09/2011 – Continuidade da greve 29/09/2011 – Término da greve</p> <p>Após o término da greve, as aulas de Física tiveram o horário alterado. No último conselho de classe os alunos pediram se seria possível mudar o horário de quarta-feira; tinham duas aulas de Química e três de Física. O serviço pedagógico atendeu ao pedido e, após a greve, as aulas de Física passaram a ser: segunda-feira, primeiro período e, sexta-feira, os dois primeiros períodos. Antes ainda, no dia 29/09/2011 (quinta-feira), foi dada uma aula no primeiro período. Posteriormente seguiu-se o novo horário.</p>			
29/09	1 ^a	Formação de Sistemas Planetários	<p>Apresentação em multimídia de dois vídeos sobre a formação de um sistema planetário (Sistema Solar e outros sistemas exoplanetários) e da formação da Terra e da Lua.</p> <p>Como o som de um <i>notebook</i> é muito baixo, levaram-se de casa duas caixinhas de som e um amplificador. A partir desta data, definitivamente, a sala 13 da Instituição foi eleita para as apresentações em <i>PowerPoint</i> e vídeos, pois podia ser escurecida totalmente.</p> <p>Solicitou-se que os alunos fizessem um resumo (no máximo de dez (10) linhas) sobre como tinham entendido que se forma um sistema planetário.</p>
30/09	1 ^a	O Sol	Apresentação de alguns vídeos sobre o Sol, destacando suas características físicas como as manchas solares, protuberâncias, tempestades

		Formação dos Elementos Químicos	magnéticas, fonte de energia e formação de elementos químicos. Apresentação de vídeos sobre supernovas, destacando a formação dos elementos químicos pesados (metais).
	2 ^a	Fonte de Energia das Estrelas	<i>PowerPoint</i> sobre o Sol, a formação de um sistema planetário, a formação dos elementos químicos e as fontes de energia das estrelas.
03/10	1 ^a	-	Esta aula não foi dada. O professor esteve ausente.
07/10	1 ^a	Fonte de Energia das Estrelas	Continuidade da apresentação em <i>PowerPoint</i> sobre a fonte de energia das estrelas (cadeias próton-próton e ciclo do carbono-nitrogênio) e, também, sobre a nucleossíntese dos elementos químicos nas mesmas, iniciado no dia 30/09/2011. Apresentação em grande grupo de simulações sobre as reações nucleares cadeia próton-próton e ciclo carbono-nitrogênio.
	2 ^a	Formação dos Elementos Químicos	Continuidade da discussão sobre a nucleossíntese dos elementos químicos nas estrelas. Entrega oficial aos alunos da Atividade Prática no. 3. Obs.: Foi acrescentada à Atividade Prática no. 3 uma atividade extra sobre exoplanetas (Texto: “Será o Lítio um elemento chave para a busca de sistemas planetários extrassolares?”). Os alunos deveriam resumir em no máximo cinco (5) linhas o que de mais importante poderia ser extraído do mesmo com relação à investigação científica na descoberta de estrelas com sistemas planetários (exoplanetas). Início da apresentação em <i>PowerPoint</i> da técnica de detecção de exoplanetas pela velocidade radial/efeito Doppler .
08/10	1 ^a	Fonte de Energia das Estrelas	Aula de reposição ao sábado devido à greve. Horário de 2 ^a . Feira (Uma hora-aula). Poucos alunos presentes. Mais ou menos uns dez (10)

		Formação dos Elementos Químicos	alunos de vinte e cinco (25). Trabalharam na Atividade Prática no. 3 entregue na aula do dia anterior (07/10/2011 – sexta-feira).
10/10	1ª	Leis de Kepler	<p>Foi feita uma explanação teórica em quadro-branco e entregue um texto sobre as Leis de Kepler.</p> <p>Esta aula foi importante para dar suporte ao estudo da detecção de exoplanetas pela técnica da velocidade radial/efeito Doppler iniciada em 07/10.</p>
14/10	1ª	Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler	<p>Discussão da mensagem transmitida por um vídeo do Youtube “A Origem da Vida, Sam Neal – Parte 4 – Youtube. flv”. O vídeo começa com Geoffrey Marcy (cientista de renome no estudo de exoplanetas) falando sobre a técnica de detecção de exoplanetas pelo método da velocidade radial/efeito Doppler; a seguir, no mesmo vídeo, é dado enfoque às condições para a existência de vida em outros planetas, utilizando como padrão a Terra e os seres vivos ditos <i>extremófilos</i> encontrados em algumas regiões da mesma, os quais nos dão motivo para acreditar na existência de vida em regiões inóspitas que podem estar presentes em planetas no nosso sistema solar e em outros sistemas planetários.</p> <p>Continuidade da apresentação em <i>PowerPoint</i> do método de detecção de exoplanetas pela velocidade radial/efeito Doppler intercalada com algumas simulações do “bamboleio” de uma estrela devido à presença de exoplaneta, assim como da apresentação em quadro-branco do significado de velocidade radial.</p>
14/10	2ª	Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler	<p>Continuidade da apresentação da técnica de detecção de exoplanetas pela velocidade radial/efeito Doppler.</p> <p>Análise de uma simulação, através do <i>datashow</i>, da variação e determinação da velocidade radial de uma estrela pelo deslocamento das linhas de absorção espectral no espectro visível de uma estrela, ora para o vermelho, ora para o azul. Algumas equações foram apresentadas em <i>PowerPoint</i> e comentadas, assim como de que</p>

14/10	2ª	<p>Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler</p>	<p>forma se pode construir o gráfico de $v_{\text{rad}} \times t$ a partir das medidas de $\Delta\lambda$ obtidas do espectro de uma estrela.</p> $\Delta\lambda = v_r \times \frac{\lambda}{c}$ $v_r = v \cdot \text{sen } i$ <p>Porém, nesse dia, não foi feita nenhuma aplicação das mesmas.</p> <p>Foram feitos comentários sobre a equação do deslocamento Doppler ($\Delta\lambda$) das linhas de absorção espectrais de uma estrela que tem exoplaneta, a saber:</p> <p>1º. Comentário: Possível determinação do período (T) de translação de um exoplaneta a partir do gráfico $v_{\text{rad}} \times t$.</p> <p>2º. Comentário: Uso da 3ª. Lei de Kepler para a determinação da distância média (r_p) do exoplaneta à estrela-mãe, ou seja, de $T^2/r_p^3 = K$, onde “K” depende principalmente de M (massa da estrela); sabe-se que T pode ser determinado do gráfico $v_{\text{rad}} \times t$ e M pode ser determinada pela classe espectral da estrela (luminosidade), e, de que quando a massa do planeta “m_p” é muito menor do que M, influencia muito pouco no valor de “K”; do contrário, K depende de ($m_p + M$), alteração esta na 3ª Lei de Kepler decorrente da aplicação da Lei da Gravitação de Newton.</p> <p>3º. Comentário: Possível determinação da massa do exoplanetas “m_p” a partir da equação da velocidade radial.</p> <p>Finalmente comentei sobre a fantástica forma de detectar e descrever as características de um exoplaneta, tais como sua massa (m_p), distância média da estrela-mãe (r_p) e período de translação (T) sem vê-lo e, de inferir a partir desses dados, se o planeta extrassolar está na zona dita habitável.</p> <p>Obs.: Estes comentários foram feitos muito rapidamente a partir do <i>PowerPoint</i>; o tempo de aula estava se esgotando. O assunto seria</p>
-------	----	--	---

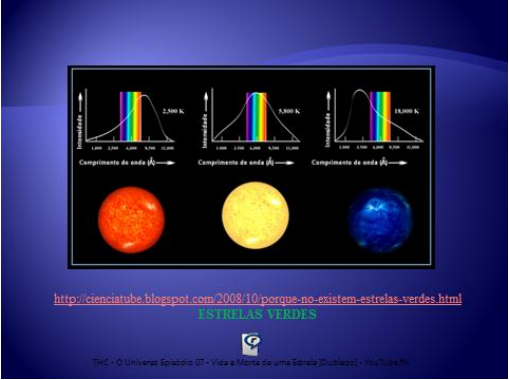
			retomado numa aula seguinte através da Atividade Prática no. 6 - 1ª. Parte.
17/10	1ª	3ª Lei de Kepler Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler	<p>Entrega aos alunos da Atividade Prática no. 6 - 1ª. Parte intitulada “Questões sobre a 3ª. Lei de Kepler e Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler”. Reforcei no quadro-branco a 3ª. Lei de Kepler tal como foi encontrada por Kepler ($T^2/r^3 = K$) e recomendei que os alunos começassem a resolver as questões relativas à atividade prática, pois encontrariam perguntas que os levariam à 3ª. Lei de Kepler, escrita de acordo com Kepler e, a modificada por Newton, ou seja:</p> <p>$T^2/r^3 = 4\pi^2/GM$ (segundo Kepler)</p> <p>$T^2/r^3 = 4\pi^2/G(M + m)$ (segundo Newton)</p> <p>onde, G é a constante de gravitação universal.</p> <p>Obs.: Com o objetivo de fazerem uma comparação, incluí na Atividade no. 6 uma questão que envolvesse a equação da gravitação universal de Newton e a lei de Coulomb. Os alunos sabiam da atração entre massas e que esta força de interação é o que se denomina de força gravitacional, porém, desconheciam a lei da gravitação, a saber,</p> <p style="text-align: center;">$F = GMm/r^2$.</p> <p>A aula foi produtiva, pois os mesmos trabalharam em algumas questões e foi um momento em que houve a oportunidade de me questionarem sobre o assunto. É claro que alguns, como sempre, usaram o tempo para conversar.</p> <p>Nota: Deixei que terminassem a atividade em suas casas; esta aula era só de um período!</p>
21/10	1ª	1ª Avaliação	<p>Avaliação dos tópicos de Astronomia relativos à experiência didática abordados até o dia 17/10/2011.</p> <p>Os alunos puderam consultar todos os textos de apoio e atividades práticas realizadas e que tinham lhes sido devolvidas e avaliadas pelo professor até a aula do dia 17/10/2011, inclusive</p>

	2 ^a		<p>aquelas que foram desenvolvidas antes da experiência didática. A avaliação foi em dupla e permiti que me consultassem durante a realização da mesma; achei que seria a oportunidade de trocarem conhecimentos entre eles e também comigo, esclarecendo tópicos até então não compreendidos.</p> <p>Como tinham muitas ilustrações coloridas na avaliação e, a cor também fornecia informações importantes, à medida que os alunos solicitavam, eram projetadas no quadro branco, através do <i>datashow</i>, as questões pedidas.</p> <p>Durante a realização da avaliação fui bastante questionado e aproveitei para esclarecer dúvidas e instigá-los a pensar.</p> <p>Pedi que fossem os mais originais possíveis (evitassem os colegas vizinhos) para que eu pudesse fazer uma melhor estimativa (avaliação qualitativa) do que tinham aprendido do assunto até então trabalhado.</p>
4º BIMESTRE			
24/10	1 ^a	3 ^a Lei de Kepler Método de Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler	<p>Deixei que trabalhassem na Atividade Prática no. 6 – 1^a. Parte (Ver Apêndice J) entregue no dia 17/10/2011; tinham respondido poucas perguntas, pois apresentaram dificuldades na compreensão de algumas delas.</p>
28/10	1 ^a	Método de Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler	<p>Atividade realizada sobre o Método de Detecção de Exoplanetas pela Velocidade Radial/Efeito Doppler.</p> <p>A aula foi realizada no laboratório de Informática, com o objetivo de torná-la mais dinâmica. Disponibilizou-se no sistema acadêmico da instituição a Atividade Prática no. 6 - 2^a. Parte; os alunos poderiam facilmente acessá-lo.</p> <p>Os alunos que compareceram trabalharam e tiveram a oportunidade de esclarecer dúvidas, as quais foram muitas; a atividade era bastante rica, com inúmeras simulações, porém, não dispensava</p>


			a orientação do professor.
	2 ^a		<p>A atividade apresentava inúmeros <i>links</i> para diferentes simulações com questões pertinentes a cada uma delas.</p> <p>As questões propostas deveriam ser respondidas e entregues ao professor. Em vista da extensão da atividade, permitiu-se que os alunos a concluíssem extraclasse.</p>
31/10	1 ^a	Radiação de Corpo Negro	Apresentação em nível preparatório do espectro de radiação de um corpo negro e da Lei Wien utilizando o quadro branco e uma simulação do PhET.
04/11	1 ^a	Radiação de Corpo Negro e Lei de Wien	<p>Estudo da radiação de corpo negro e da Lei Wien através da execução da Atividade Prática no. 7. Resolvi não falar em quantização, utilizando o espectro de radiação do corpo negro somente para um estudo não muito aprofundado das estrelas; suas cores e temperaturas de superfície.</p> <p>A atividade prática foi desenvolvida no laboratório de Informática utilizando a simulação do PhET (os alunos acessaram direto da Internet) apresentada na aula anterior (31/10). Inúmeras questões deveriam ser respondidas ao interagir com o aplicativo.</p> <p>Os alunos tiveram a oportunidade de trabalhar em duplas e interagir com o professor.</p>
	2 ^a	Radiação de Corpo Negro e Lei de Wien	<p>Permitiu-se que a atividade fosse concluída extraclasse e, então, entregue ao professor.</p> <p>Em atenção ao meu coorientador foi sugerido aos alunos que fotografassem estrelas com máquina digital; o artigo de endereço http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol12/Num1/cores-estrelas.pdf (Acesso em: 31/07/2012) sobre as cores das estrelas poderia auxiliá-los. Alguns alunos se manifestaram interessados. Ficou a expectativa para a semana seguinte.</p> <p>Nesta atividade (no. 7) também foi solicitado que os alunos interagissem com um aplicativo sobre o diagrama Hertzsprung-Russell (H-R) referente à evolução estelar.</p>

07/11	1 ^a	<p data-bbox="536 416 660 479">Evolução Estelar</p> <p data-bbox="507 891 687 994">Diagrama Hertzsprung-Russell (H-R)</p> <p data-bbox="536 1733 660 1796">Evolução Estelar</p>	<p data-bbox="735 266 1385 369">Na aula anterior de 6^a. Feira (04/11/2011) não houve tempo suficiente para os alunos trabalharem com o aplicativo do diagrama H-R.</p> <p data-bbox="735 416 1385 775">Com o objetivo de não deixar os alunos trabalharem o diagrama em casa (ainda não tinha sido explicado o que significava o diagrama H-R), fez-se uma atividade diferente, atraente e de fácil compreensão para os alunos; os alunos deveriam construir um diagrama H-R! Acreditou-se que assim compreenderiam mais rápido o significado do diagrama e, depois, trabalhariam conscientemente com o aplicativo indicado na aula anterior.</p> <p data-bbox="735 857 948 887">Procedimentos:</p> <ol data-bbox="735 896 1385 1877" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="735 896 1385 1106">1. Levou-se de casa várias bolas coloridas (impressas no computador) recortadas em papel, de diferentes tonalidades e diâmetros e, duas folhas de cartolina de cor preta. A tonalidade das bolas estava relacionada com a temperatura e, o tamanho, com a luminosidade. <li data-bbox="735 1151 1385 1361">2. Em aula, as duas folhas de cartolina foram fixadas no quadro branco e desenhados e indicados os significados físicos dos eixos vertical (luminosidade) e horizontal (temperatura), os quais foram feitos com caneta preta, no quadro branco, nas bordas das folhas. <li data-bbox="735 1406 1385 1473">3. Foi entregue para cada aluno um punhado de bolas coloridas, independente da cor e tamanho. <li data-bbox="735 1518 1385 1662">4. Uma explicação do diagrama foi feita, ressaltando que o mesmo possibilita identificar a fase da vida em que se encontra qualquer estrela que esteja em estudo. <li data-bbox="735 1706 1385 1877">5. Solicitou-se que os alunos fossem até o quadro e colassem as bolas nas folhas de cartolina conforme a explicação que tinha sido dada. O objetivo era de ao final da aula ter dois diagramas H-R construídos pelos mesmos. <p data-bbox="735 1921 1385 2056">A princípio os alunos estavam um pouco inibidos, porém, depois, lentamente foram se dirigindo para o quadro. Pelo que se pode observar, foi uma aula descontraída e motivadora. Os diagramas</p>
-------	----------------	---	---

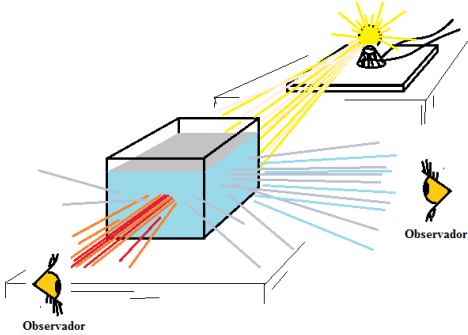
		Diagrama Hertzsprung-Russell (H-R)	foram guardados para a aula seguinte (11/11/2011) quando, então, faríamos uma discussão em grande grupo.
11/11	1 ^a	<p>Evolução Estelar</p> <p>Diagrama Hertzsprung-Russell (H-R)</p>	<p>A título de motivação e de reforço às aulas anteriores, foi apresentado um vídeo (THC – O Universo Episódio 07 – Vida e Morte de uma Estrela [Dublado] – Youtube) que tratava da evolução estelar. A duração do vídeo era de 45min, de modo que foram apresentados neste dia somente os primeiros 15min, deixando o restante para aulas seguintes.</p> <p>Após a apresentação do vídeo voltou-se ao assunto que estava em curso: o diagrama H-R. Começou-se analisando na forma de diálogo professor-aluno os diagramas que os alunos tinham montado na última aula; estavam fixados no quadro-branco. Ao mesmo tempo foi projetado através de <i>datashow</i> um <i>PowerPoint</i> sobre o assunto a fim de reforçar o conteúdo e, para que os alunos vissem onde que os seus diagramas deveriam ser corrigidos. Foi uma boa forma de os alunos compreenderem melhor a utilidade do diagrama H-R.</p>
	2 ^a	<p>Evolução Estelar</p> <p>Diagrama Hertzsprung-Russell (H-R)</p>	<p>Inicialmente, através de <i>slides</i> discutiu-se com os alunos o sistema exoplanetário 55-Cancri, em particular a estrela 55-Cancri f. Este sistema é particularmente interessante por ser binário, ou seja, tem dois sóis; uma anã vermelha e uma anã laranja, e o exoplaneta fica a maior parte do tempo dentro da zona habitável. Foi salientado sobre como deveria ser interessante o céu de um planeta com duas estrelas.</p> <p>Nesta mesma aula discutimos um pouco mais sobre as cores das estrelas e sua relação com a temperatura. O diagrama de corpo negro foi novamente trazido à tona e analisado com fins de, através dele, inferir a temperatura e a cor das estrelas, bem como a radiação mais intensa</p>

11/11		<p data-bbox="534 488 660 555">Evolução Estelar</p> <p data-bbox="507 958 689 1061">Diagrama Hertzsprung-Russell (H-R)</p>	<p data-bbox="735 232 1386 371">emitida por uma estrela. Um dos <i>slides</i> que foi projetado é o que está na figura 1. Através dele foram feitas algumas questões básicas, como por exemplo:</p> <div data-bbox="804 412 1315 790" style="text-align: center;">  <p data-bbox="858 701 1267 730">http://cienciaTube.blogspot.com/2008/10/porque-no-existem-estrelas-verdes.html</p> <p data-bbox="1002 719 1123 734">ESTRELAS VERDES</p> <p data-bbox="895 763 1214 779">THC - O Universo Espalado 07 - Vida e Morte de uma Estrela (Dubai) - 10/10/08</p> </div> <p data-bbox="786 831 1331 887">Figura 1. Diagrama de corpo negro de três tipos de estrelas⁸.</p> <p data-bbox="735 931 1386 1137">a. Baseando-se nos espectros de radiação de corpo negro, por que as estrelas apresentam as cores indicadas na figura? Em qual faixa do espectro eletromagnético estas estrelas estariam emitindo radiação com um máximo de intensidade?</p> <p data-bbox="735 1182 1246 1216">b. Por que não existem estrelas verdes?</p> <p data-bbox="735 1261 1386 1328">Obs. No endereço indicado na figura 1 tem uma boa apresentação sobre esta questão!</p> <p data-bbox="735 1373 1386 1585">c. Se um exoplaneta pertencesse a uma estrela que tivesse o espectro de radiação com um máximo no UV (por exemplo, a estrela azul na figura), poderia abrigar a vida tal como conhecemos na Terra? Se sim, em que condições isto seria possível?</p> <p data-bbox="735 1664 1386 1798">A segunda pergunta não foi respondida neste dia. Deixei como motivação para a próxima aula, pedindo que os alunos pesquisassem sobre o assunto.</p> <p data-bbox="735 1843 1386 1951">Achou-se também muito interessante questionar os alunos sobre o porquê de ao redor das árvores ilustradas na figura 2 a seguir a neve encontrar-se</p>
-------	--	--	---

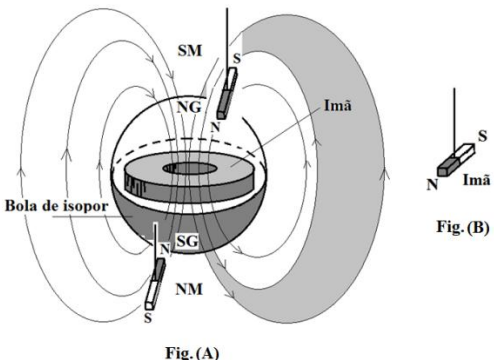
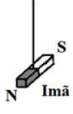
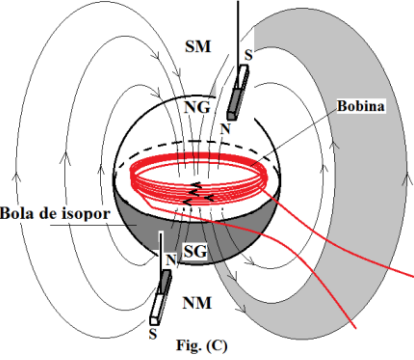
⁸ http://www.prof2000.pt/users/angelof/af16/ts_estrelas/biggest47.htm. Acesso em: 30 de agosto de 2012.

11/11		<p>Evolução Estelar</p> <p>Diagrama Hertzsprung-Russell (H-R)</p>	<p>em menor quantidade (emissão de infravermelho-IV pelos troncos, certo?).</p>  <p>Figura 2. Neve derretida ao redor de troncos de árvore⁹.</p>
14/11	-	-	Não ocorreram atividades na Instituição.
18/11	1 ^a	Atmosferas planetárias	<p>Inicialmente o professor conversou com os alunos para situá-los no que ia ser apresentado neste dia. O foco das aulas foi a atmosfera terrestre. Comentei com os alunos que, para estudarmos a possibilidade de vida em planetas extrassolares, é muito importante sabermos se os mesmos apresentam atmosferas e qual a sua composição química e que, para isto, compreendermos as características da atmosfera terrestre torna-se fundamental.</p> <p>Com este propósito, foram apresentados inicialmente dois vídeos sobre a nossa atmosfera.</p> <p>Os alunos acompanharam a apresentação dos vídeos e posso dizer que colaboraram!</p> <p>Interrompi algumas vezes, de forma breve, a apresentação, pois achei oportuno explicar e comentar alguns dos fenômenos ilustrados nos vídeos, tais como as camadas da atmosfera, composição química e a influência da mesma sobre o relevo, fatores importantes que podem ajudar a inferir sobre a possibilidade de vida em outros planetas; por exemplo, encontramos na superfície terrestre inúmeras regiões desérticas moldadas pelos ventos e por rios que já não</p>

⁹ <http://www.proclira.uevora.pt/modulos/modulo3.pdf>. Acesso em: 30 de agosto de 2012.

		Atmosferas planetárias	<p>existem mais. Em Marte encontram-se muitas regiões parecidas, o que pode ser um indício de que já possuiu uma atmosfera mais densa e água sobre a sua superfície. Fiz questão de salientar que nosso planeta é semelhante a um ser vivo, que se molda com a passagem do tempo, mas que não percebemos porque o ser humano vive muito pouco e, de como é importante cuidarmos do nosso planeta. Depois disso, adentramos no segundo período de aula.</p>
18/11	2 ^a	Atmosferas planetárias e a cor do céu	<p>Começou-se mostrando alguns <i>slides</i> em PowerPoint sobre a atmosfera terrestre, porém, para que os alunos não ficassem entediados e cansados, em seguida passei para uma atividade mais dinâmica, a saber, experimental; ainda ligada com a atmosfera.</p> <p>a. Por que o céu é azul e, porque fica avermelhado no amanhecer e entardecer?</p> <p>Foi feita uma atividade experimental utilizando um aquário com água. Uma pequena porção de leite foi colocada na água para deixá-la turva. Em seguida, observou-se a luz proveniente de uma lâmpada incandescente, de duas linhas de visada diferentes; uma transversalmente ao aquário, a outra, através do aquário (Ver figura 3). Na primeira situação, o objetivo era observar o espalhamento da luz pelas partículas de leite dando a impressão de uma água cinza-azulada; na segunda, observou-se diretamente a lâmpada através da água, verificando-se que a mesma apresentou-se avermelhada.</p>  <p>Figura 3. Simulação experimental do espalhamento da luz solar pela atmosfera terrestre¹⁰.</p>

¹⁰ Fonte: Desenho. Mauricio H. de Andrade. IFRS. Campus Bento Gonçalves. RS. Novembro de 2011.

18/11		<p>Atmosferas planetárias e o campo magnético terrestre</p>	<p>b. Qual a origem das auroras boreais e austrais?</p> <p>A figura 4, (A), (B) e (C), ilustra os materiais usados e a estratégia para a compreensão dos alunos a respeito do campo magnético terrestre. Imãs e bobinas condutoras reforçaram a origem do magnetismo como sendo devido a correntes elétricas. A bola de isopor simulou o planeta Terra.</p>
	<p>Auroras boreais e austrais</p>	<p>O objetivo deste experimento demonstrativo foi divulgar aos alunos que o campo magnético da Terra funciona como um escudo protetor das partículas carregadas emitidas pelo Sol, conhecidas como “vento solar” e que, como consequência, proporciona o aparecimento das auroras boreais e austrais.</p>  <p>Fig. (A)</p>  <p>Fig. (B)</p>	
	<p>Atmosferas planetárias e o campo magnético terrestre</p>	 <p>Fig. (C)</p> <p>Figura 4. Simulação experimental do campo magnético terrestre. (A) Campo magnético gerado por um ímã em forma de anel. (B) Ímã em forma de barra simulando uma bússola. (C) Campo magnético gerado por uma espira de corrente elétrica¹¹.</p>	

¹¹ Fonte: Desenho. Mauricio H. de Andrade. IFRS. Campus Bento Gonçalves. RS. Novembro de 2011.

21/11	1 ^a	-	A aula não foi dada. Ausência do professor.
25/11	1 ^a	Atmosferas planetárias	Sequência do PowerPoint iniciado na semana anterior sobre atmosferas. Tinha menos alunos em aula em vista de uma apresentação artística que aconteceu nesta tarde; alguns alunos da turma participaram desta apresentação.
		Efeito estufa e camada de ozônio	Foram apresentados <i>slides</i> sobre o efeito estufa e a camada de ozônio , sempre acompanhados de algumas simulações correspondentes. Sempre que achei oportuno, interrompi a apresentação para questionar os alunos, a fim de incentivar a interação professor-aluno e tornar a aula mais dinâmica.
25/11	2 ^a	Atmosferas planetárias	Apresentaram-se dois vídeos sobre a origem e manutenção da água no planeta Terra, assim como outros vídeos sobre o magnetismo terrestre e as auroras boreais e austrais , sempre incentivando a interação professor-aluno através de questionamentos.
			Foi comunicado aos alunos que seria colocado no sistema acadêmico da instituição o PowerPoint e a Atividade Prática no. 8 sobre atmosferas planetárias, incluindo a atmosfera terrestre.
28/11	1 ^a	Evolução estelar	Apresentação do vídeo (45min) " THC - Vida e Morte de uma Estrela ". Este vídeo faz um resumo de grande parte do trabalho que foi feito durante a experiência didática relativa às estrelas.
			Foi importante, segundo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, como reconciliação integradora dos conteúdos relativos à evolução estelar.
02/12	1 ^a	A vida no planeta Terra e em outros planetas	Foi realizada uma apresentação em PowerPoint e através de vídeos das características do planeta Terra que proporcionaram o surgimento da vida. Em destaque os estromatólitos (praia da Austrália) e, a liberação de oxigênio na atmosfera como resultado do processo conhecido como fotossíntese realizado pelos micro-organismos clorofilados formadores dos estromatólitos.

		<p>Seres extremófilos</p> <p>Bioassinaturas</p>	<p>Nesta aula, também, foi reforçado alguns itens importantes para a possível existência de vida em planetas e luas do sistema solar, assim como em planetas extrassolares; por exemplo, as condições em que vivem os organismos ditos extremófilos que vivem em condições extremas de sobrevivência no planeta Terra, assim como os elementos químicos que devem ser encontrados nas atmosferas dos exoplanetas que podem ser tomados como bioassinaturas indicativas da existência de vida.</p>
	2ª	<p>A vida no planeta Terra e em outros planetas</p> <p>Bioassinaturas</p>	<p>Foi realizada uma apresentação em PowerPoint e através de vídeos das características do planeta Terra que proporcionaram o surgimento da vida. Em destaque os estromatólitos (encontrados em praia da Austrália) e, a liberação de oxigênio na atmosfera como resultado do processo conhecido como fotossíntese realizado pelos micro-organismos clorofilados formadores dos estromatólitos.</p> <p>Nesta aula, também, foi reforçado alguns itens importantes para a possível existência de vida em planetas e luas do sistema solar, assim como em planetas extrassolares; por exemplo, as condições em que vivem os organismos ditos extremófilos que vivem em condições extremas de sobrevivência no planeta Terra, assim como os elementos químicos que devem ser encontrados nas atmosferas dos exoplanetas que podem ser tomados como bioassinaturas indicativas da existência de vida.</p>
05/12	1ª	<p>Método de detecção de exoplanetas pelo trânsito</p> <p>Telescópio espacial Kepler</p>	<p>Apresentou-se através de PowerPoint o método de detecção de exoplanetas pelo trânsito intercalado com simulações correspondentes, com destaque para o telescópio Kepler que faz uso desta técnica.</p>
06/12	-	<p>Método de detecção de exoplanetas pelo trânsito</p>	<p>Como atividade pertinente ao assunto foi sugerida a leitura da notícia da descoberta de um exoplaneta conhecido por Kepler 22b divulgada em 05/12/2011. Essa atividade foi considerada como sendo a Atividade Prática no. 9.</p>

			<p>Tomou-se conhecimento da descoberta desse exoplaneta através do jornal da Globo e, no dia seguinte (06/12), os alunos foram comunicados do fato. Foi solicitado, então, que eles buscassem na internet no endereço http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/nasa-descobre-primeiro-planeta-na-zona-habitavel-de-uma-estrela-parecida-com-o-sol a notícia correspondente.</p> <p>Os alunos foram avisados de que, na avaliação marcada para o dia 16/12/2011, seria feita alguma pergunta corresponde a esta descoberta.</p>
09/12	1ª	Avaliação (pós-teste)	Aplicação do pós-teste a fim de verificar a melhora de aprendizado dos alunos com assuntos ligados a Astronomia, em particular os tópicos abordados durante a experiência didática. Este pós-teste foi praticamente igual ao pré-teste aplicado no início das atividades programadas, a saber, em 03/08/2011.
	2ª	Pesquisa de opinião	Solicitou-se que os alunos expressassem sua opinião a respeito da experiência didática que foi desenvolvida.
16/12	1ª	2ª avaliação	<p style="text-align: center;">Avaliação Bimestral – Prova</p> <p>Foi realizada uma avaliação em dupla correspondente aos assuntos tratados a partir da técnica de detecção de exoplanetas pelo Método da Velocidade Radial/Doppler até o final da experiência didática.</p>
	2ª	2ª avaliação	Continuidade da avaliação iniciada no primeiro período de aula e término da experiência didática ¹² .

¹² É importante lembrar que todas as atividades que foram realizadas com os alunos durante a experiência didática podem ser encontradas no hipertexto gravado em DVD.

APÊNDICE H

Atividade de pesquisa sobre o *conhecimento prévio* dos alunos sobre alguns tópicos de Astronomia

Responda as questões individualmente, baseando-se somente no conhecimento que você já tem ou que você pensa a respeito destes assuntos ligados com Astronomia, em particular com o estudo dos Exoplanetas. Procure realmente responder de forma individual, pois estas perguntas fazem parte da experiência didática que será realizada na disciplina de Física durante os próximos meses. Procure justificar as suas respostas.

1. Você já ouviu falar em **exoplanetas**? Justifique.
2. Qual a concepção que você faz de um **sistema exoplanetário** constituído de cinco (5) planetas? Faça um desenho.
3. Dois métodos de **detecção de exoplanetas** muito utilizados em função das novas tecnologias desenvolvidas são o **Método do Trânsito** e o **Método da Velocidade Radial (Método Doppler)**.
Você tem algum conhecimento de como funciona cada um destes métodos?
Procure explicar sucintamente cada um dos dois métodos.
4. Para um exoplaneta ter condições de manter uma **atmosfera** dois fatores devem ser levados em consideração:
A. não estar tão próximo da sua estrela-mãe;
B. a gravidade do exoplaneta.

Procure justificar de que forma cada um destes fatores influenciam na existência de uma atmosfera exoplanetária.
5. Você tem alguma noção de como se forma um **sistema planetário**? Considere como exemplo, o nosso Sistema Solar?
6. A pesquisa em Astrofísica está fundamentada no estudo das radiações eletromagnéticas que chegam à Terra provenientes de estrelas, galáxias, planetas do sistema solar, exoplanetas, etc. A **espectroscopia** é o método mais utilizado.

Você tem alguma noção do que seja a espectroscopia e de como os Astrofísicos a utilizam para estudar os corpos celestes?
7. Quais as **influências que o Sol** tem sobre o planeta Terra?
8. Qual a concepção que você tem do que seja um **ser vivo**?
Podemos acreditar que exista vida em outros lugares do Universo?
9. Você tem alguma noção de como surgiram a maioria dos **elementos químicos** que estão presentes na tabela periódica? Eles estão presentes em nosso corpo?

10. Quais as condições que você acha que deveriam existir para que um planeta extrassolar pudesse abrigar a vida tal como é em nosso planeta?

APÊNDICE I

Atividade de pesquisa sobre o *conhecimento adquirido* pelos alunos sobre alguns tópicos de Astronomia

Responda as questões individualmente, baseando-se no conhecimento que você adquiriu a respeito destes assuntos ligados com Astronomia, em particular com o estudo dos Exoplanetas. Procure realmente responder de forma individual, pois estas perguntas fazem parte da experiência didática que foi desenvolvida na disciplina de Física durante os meses de agosto a dezembro de 2011. Procure justificar as suas respostas.

1. Você já ouviu falar em **exoplanetas**? Justifique.
2. Qual a concepção que você faz de um **sistema exoplanetário** constituído de cinco (5) planetas para uma estrela **anã vermelha, amarela** (como o Sol) e **azul**, colocando dois deles dentro da chamada **zona habitável**. Procure fazer um desenho obedecendo a uma escala de proporções.
3. Dois métodos de **detecção de exoplanetas** muito utilizados em função das novas tecnologias desenvolvidas são o **Método do Trânsito** e o **Método da Velocidade Radial (Método Doppler)**.

Você tem algum conhecimento de como funciona cada um destes métodos?
Procure explicar sucintamente cada um dos dois métodos.

4. Para um exoplaneta ter condições de manter uma **atmosfera** dois fatores importantes devem ser levados em consideração:
A. proximidade da sua estrela-mãe;
B. a gravidade do exoplaneta.

Procure justificar de que forma cada um destes fatores influenciam na existência de uma atmosfera exoplanetária.

5. Você tem alguma noção de como se forma um **sistema planetário**? Considere como exemplo, o nosso Sistema Solar?
6. A pesquisa em Astrofísica está fundamentada no estudo das radiações eletromagnéticas que chegam à Terra provenientes de estrelas, galáxias, planetas do sistema solar, exoplanetas, etc. A **espectroscopia na faixa visível do espectro eletromagnético** é um dos métodos utilizados.

Você tem alguma noção do que seja a espectroscopia e de como os Astrofísicos a utilizam para estudar os corpos celestes?

7. Quais as **influências que o Sol** tem sobre o planeta Terra? Cite alguns, justificando.
8. Qual a concepção que você tem do que seja um **ser vivo**?
Podemos acreditar que exista vida em outros lugares do Universo? Justifique.
9. Você tem alguma noção de como surgiram a maioria dos **elementos químicos** que estão presentes na tabela periódica? Eles estão presentes em nosso corpo? Justifique.

10. Quais as condições que você acha que deveriam existir para que um planeta extrassolar pudesse abrigar a vida tal como é em nosso planeta?

APÊNDICE J

Opinião a respeito do trabalho que foi desenvolvido durante a experiência didática

1. O que você achou de usar como tema de estudo da Física tópicos relacionados com Astronomia?
2. De que forma a metodologia influenciou no seu interesse pela disciplina e no aprendizado?
3. Qual o assunto que foi desenvolvido que você mais gostou? Justifique.

Sugestões:

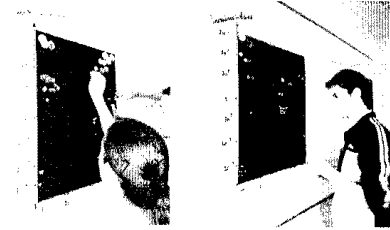
AUTORIZAÇÃO

Nós, abaixo assinados, alunos do Ensino Médio do IFRS – Campus Bento Gonçalves/RS, em 2011, alunos do Prof. Mauricio Henrique de Andrade, concordamos que o mesmo disponibilize algumas das fotos (ver abaixo) que foram feitas durante as aulas de Física (2011), referentes a Tópicos de Astronomia com ênfase em Exoplanetas, e que possibilitou ao professor realizar a sua dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

201120073	Anderson Zomer Dalmina	Anderson Zomer Dalmina
201120251	Andressa Santin	Andressa Santin
201120057	Barbara Martin Bianco	Barbara Martin Bianco
201120120	Bibiano Nunes Viriato dos Santos	Bibiano Nunes Viriato dos Santos
201120030	Caroline Girardi Ferrari	Caroline Girardi Ferrari
201120065	Cassiano da Silva Carraro	Cassiano da Silva Carraro
201120308	Cristiano Sulzbach	Cristiano Sulzbach
201120103	Daniel Trost	Daniel Trost
201120146	Danielle Marcon	Danielle Marcon
201120278	Douglas Ecker	Douglas Ecker
201120189	Gilberto Antonio Lemos Junior	Gilberto Antonio Lemos Junior
201120227	Gregoryde Souza Fontoura	Gregoryde Souza Fontoura
201120213	Guilherme Benini	Guilherme Benini
201120090	João Pedro Benedetti Misturini	João Pedro Benedetti Misturini
201120200	Júnior Henrique Löff	Júnior Henrique Löff
2009120017	Lorenza Augusta Belitzki Ferrari	Lorenza Augusta Ferrari
201120162	Lucas Cavagnoli	Lucas Cavagnoli
201120111	Lucas de Anhaia	Lucas de Anhaia
201120197	Lucas Lima de Oliveira	Lucas Lima de Oliveira
201120049	Nicolas Vincent Dall Bello Pessutto	Nicolas Vincent Dall Bello Pessutto
201120235	Paula Dalla Costa Siqueira	Paula Dalla Costa Siqueira
201120294	Pedro Stringhini	Pedro Stringhini
201120058	Samanta Goim	Samanta Goim
201120091	Stéfani Bumier Facchin	Stéfani Bumier Facchin
201120022	Thais Mezadin	Thais Mezadin

Fotos presentes na dissertação de Mestrado e no hipertexto construído com as atividades que foram desenvolvidas com os alunos





Bento Gonçalves, 24 de setembro de 2012.

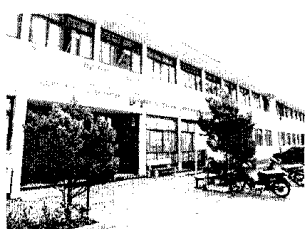
- Cristiano Subzoch
- Yimenes Henrique Daag
- Lucas Cavagnoli
- Anderson Senti
- Gilberto A. Gomes Jr.
- Paula Dalla Costa Siqueira
- Leonardo Barros
- Daniel Daag
- Douglas Ecker
- Nicolas ~~Daag~~
- Anderson Palmina
- ~~João~~
- Guilherme Anhaiz
- Pedro Stungim
- Samanta Goin
- Stefani Bernier Facchin
- Caroline Girardi Fenoni
- ~~Arthur Jr. Mincelo~~
- Lucas Lima de Oliveira
- ~~OTB~~

- Thais Rogério
- Daniele Moron
- Gregory Fontoura

Guilherme Barros

AUTORIZAÇÃO

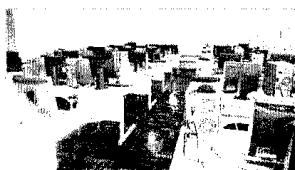
Autorizo que o Prof. Mauricio Henrique de Andrade, disponibilize as fotos abaixo, do IFRS – Campus Bento Gonçalves/RS, em sua dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).



Fachada frontal do IFRS



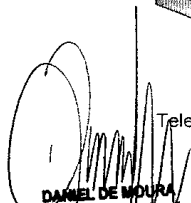
Sala de aula



Laboratório de Informática



Telescópio Celetron


DANIEL DE MOURA
Assessor de Comunicação
IFRS - Campus Bento Gonçalves
Portaria Nº 353/2011

Bento Gonçalves, 24 de setembro de 2012.