

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO: UM CAMINHO PARA O APRIMORAMENTO DA APRENDIZAGEM CONCEITUAL

Introduction of Astronomy topics to high school students: a way to improve conceptual learning

Paulo José Meira da Silva¹ [paulo.jose.ms@gmail.com]

Mauro Sérgio Teixeira de Araújo² [mstaraujo@uol.com.br]

Marcos Rincón Voelzke³ [mrvoelzke@hotmail.com]

^{1,2,3}Universidade Cruzeiro do Sul, Pró-Reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, Rua Galvão Bueno, 868, Liberdade, São Paulo-SP, CEP 01506-000.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo investigar e aprimorar os conhecimentos em Astronomia dos alunos do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual da cidade de Pirassununga, interior de São Paulo. Para isto, foram realizadas intervenções envolvendo alunos da Escola Estadual Nossa Senhora de Loreto, sendo utilizado, como parte do procedimento metodológico, o levantamento de conhecimentos prévios dos alunos, buscando identificar as principais dificuldades relacionadas a alguns conceitos básicos sobre Astronomia e também promover a melhoria na aprendizagem dos alunos no final do ciclo de aulas. Após essa etapa inicial, os alunos foram submetidos a um minicurso de Astronomia com duração de um bimestre, sendo empregados recursos audiovisuais, visando sanar suas dúvidas e contribuir para a construção de novos conhecimentos. Finalmente, uma avaliação bimestral foi utilizada para averiguar a aprendizagem conceitual dos alunos, constatando-se uma melhora significativa, com destaque para o entendimento dos eclipses lunares, as causas das estações do ano e as Leis de Kepler, entre outros. Assim, comparando-se os resultados do questionário inicial com os obtidos na avaliação, verificou-se que estudos contínuos e sistemáticos, com o emprego de recursos adequados, contribuíram grandemente para a disseminação do conhecimento em Astronomia entre os alunos envolvidos nesta investigação, apontando um caminho que pode ser seguido em outros contextos educacionais. Espera-se, com este relato, contribuir para a divulgação e aprendizagem da Astronomia nas escolas públicas e particulares.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Astronomia; Ensino de Física; Aprendizagem; Ensino Médio.

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...**ABSTRACT**

This work aims at investigating and improving the level of knowledge in Astronomy of high school students from a state school in the city of Pirassununga, state of São Paulo. Whence, some interventions were carried out involving students from 'Nossa Senhora de Loreto State School'. Students' prior knowledge was analyzed and worked with as part of the methodological procedures, with the purpose of identifying the main difficulties related to some basic concepts of Astronomy and improving students' learning success at the end of a lesson cycle. After this initial stage, the students took a mini-course, which made use of audio-visual resources, in Astronomy during two months, aiming at remedying doubts and gaining new knowledge. Finally, a bimonthly test was applied to evaluate students' learning conceptions. It evidenced a meaningful improvement highlighting the understanding of lunar eclipses, the causes of the seasons and the Laws of Kepler, among other aspects. Thus, comparing the results of the initial questionnaire to those obtained in the evaluation, it was found that continuous studies and the systematic use of adequate resources contributed greatly to the dissemination of the knowledge in Astronomy among the students involved in this research, indicating a path that can be followed in other educational settings. The hope is to contribute with this report to spread Astronomy studies and the learning of the subject in state and private schools.

KEYWORDS: *Teaching of Astronomy; Teaching of Physics; Learning; High School.*

INTRODUÇÃO

Constata-se atualmente que o conhecimento acerca de tópicos de Astronomia, entre os alunos do Ensino Médio, encontra-se em um patamar muito abaixo do desejado. Muitos alunos não têm o conhecimento sobre os conceitos mais elementares de Astronomia; conceitos estes pouco explorados nas disciplinas do Ensino Fundamental, muitas vezes, sendo encontrados dispersos entre as disciplinas de Geografia e Ciências.

Por não ser comum a cobrança de conhecimentos de Astronomia nos vestibulares, pouco valor se tem dado para esses conteúdos; situação é agravada pelo fato de muitos professores não apresentarem domínio satisfatório sobre os temas que compõem essa área de conhecimento, como citado por Kantor (2001, p. 7):

[...] a Astronomia está ausente das aulas do ensino médio e pouco presente nos cursos de licenciatura em física. A formação inadequada dos professores com relação a essa ciência é causa e consequência dessa ausência.

Apesar disso, existem algumas iniciativas que visam valorizar esses conhecimentos entre os estudantes, como a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), aplicada, sem caráter obrigatório, desde o ano de 1999 a todos os alunos de todas as redes de ensino e para todos os níveis de aprendizagem. A OBA tem por objetivos "fomentar o interesse dos jovens pela Astronomia e pela astronáutica e

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

ciências afins, promover a difusão dos conhecimentos básicos de uma forma lúdica e cooperativa” (SAB, 2011, p. 1).

Como citado por Dias e Rita (2008, p. 55), a Astronomia é uma das áreas de estudo mais fundamentais para a humanidade. Entretanto, segundo esses autores, esse conhecimento está muito aquém do esperado para os estudantes do Ensino Fundamental e Médio, pois “constata-se que grande parte dos alunos da rede pública de ensino deixam o ciclo básico de estudos sem conhecimento de assuntos de Astronomia que são pertinentes à sua formação”.

Desse modo, este trabalho visou contribuir para o aperfeiçoamento do processo de aprendizagem em Astronomia entre estudantes do Ensino Médio e, para isto, a primeira etapa consistiu em identificar as fragilidades nos conhecimentos astronômicos de 132 alunos do 1º e 3º anos do Ensino Médio da E. E. Nossa Senhora de Loreto, na cidade de Pirassununga, interior de São Paulo, envolvendo a disciplina de Física. A segunda parte destinou-se a aplicar um curso de Astronomia a esses alunos, com o objetivo de abordar e rever os conceitos fundamentais de Astronomia; grande parte desses conceitos estava presente no questionário inicial, além de averiguar, ao término do curso, as contribuições deste para o aprimoramento da aprendizagem dos estudantes participantes.

ASPECTOS DA METODOLOGIA EMPREGADA

No início desta investigação, foi realizado um levantamento de concepções prévias entre os alunos com o intuito de averiguar seus conhecimentos em Astronomia. Esse levantamento serviu de parâmetro de comparação com os dados que foram obtidos na avaliação final do curso. Segundo Sobrinho (2005, p. 20), esse tipo de levantamento é necessário para nortear os rumos a serem tomados nas atividades educacionais, visto que

A ideia de conhecer a concepção prévia dos estudantes é de fundamental importância para o início de qualquer atividade educacional. Esse trabalho pode ser feito em forma de questionários, diálogo aberto ou qualquer outra forma da qual seja possível obter informações dos estudantes.

Para isto, foi empregada, como parte da metodologia, a aplicação de um questionário onde, em cada pergunta, solicitava-se o fornecimento de uma justificativa ou explicação para o que estava sendo respondido, possibilitando uma análise qualitativa mais adequada acerca do domínio ou não de determinados conhecimentos específicos de Astronomia. Diversos pesquisadores usam questionários como ferramenta de investigação, sendo esse instrumento definido por Gil (1999, p. 128) como

[...] a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

Para esse autor, é importante que sejam tomados alguns cuidados na elaboração das perguntas que integram o questionário, como a clareza e precisão nos enunciados, de modo que elas possibilitem apenas uma interpretação, não induzam respostas e estejam relacionadas com uma única ideia de cada vez (GIL, 1999). Esses elementos foram considerados na elaboração do questionário desta pesquisa.

Por sua vez, Ribeiro (2008) aponta outras vantagens no uso dos questionários, como a possibilidade de se manter o anonimato dos respondentes, o oferecimento de tempo para as pessoas fornecerem suas respostas e o custo acessível.

Como base teórica para as aulas que compuseram o curso ministrado, foram utilizados os livros **Astronomia e Astrofísica**, de Kepler e Saraiva (2000), e **Conceitos de Astronomia**, de Boczek (1984).

Participaram deste trabalho 132 alunos da Escola Estadual Nossa Senhora de Loreto, na cidade de Pirassununga, interior do Estado de São Paulo. Esse grupo de alunos apresentava faixa etária entre 15 e 18 anos e era composto por estudantes de Ensino Médio dos 1^{os} anos A, B e C (36, 34 e 32 alunos, respectivamente) e do 3^{os} anos A e B (39 e 21 alunos). Cabe destacar que 30 alunos faltaram no dia da aplicação do questionário inicial. Todas as questões abrangiam alguma área da Astronomia que, em princípio, deveria ter sido estudada anteriormente, ou questões que envolviam conceitos mais avançados, para averiguar um possível interesse do aluno por essa área.

Escolheu-se desenvolver este trabalho na escola pública, pois, nesse espaço, há uma maior liberdade para abordar os conteúdos astronômicos escolhidos, ao contrário das escolas particulares, onde normalmente há maior rigidez no cumprimento dos conteúdos programáticos. No 1º ano, o assunto tratado na apostila do aluno da Secretaria do Estado de Educação é justamente a Astronomia, o que permitiu que fossem abordados todos os temas presentes nas apostilas 3 e 4, além de uma complementação envolvendo alguns tópicos ausentes. Os conteúdos também foram trabalhados com o 3º Ano, na condição de professor corrente da disciplina DAC – Matemática (Disciplina de Apoio Curricular em Matemática). Com a autorização da coordenadora pedagógica e do diretor, foi utilizado o 3º bimestre para as aulas de Astronomia, substituindo-se temporariamente o conteúdo previsto.

O conteúdo abordado com os alunos tinha por objetivo revisar alguns conceitos que já deveriam ter sido adquiridos anteriormente e, a partir deles, aproximar os estudantes do conhecimento mais estruturado e científico. Essa estratégia didática é defendida também por Leite (2002, p. 108), ao apontar que

Acreditamos que os cursos de Astronomia devem, sobretudo, levar em conta a experiência concreta e as concepções prévias dos alunos para, a partir daí, reestruturá-lo na direção do conhecimento científico.

As aulas foram ministradas utilizando-se *slides* projetados com um *data show*, tanto na sala de aula convencional, quanto na sala de vídeo ou de informática disponíveis na escola. Todas as aulas tinham duração de 50 minutos, embora deva ser considerado o tempo de deslocamento e alocação dos alunos, de cerca de cinco

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

minutos. A ideia de se utilizar o máximo de ilustrações possíveis deveu-se ao objetivo de corrigir as concepções equivocadas normalmente encontradas entre os alunos e mesmo em livros didáticos (ANDRADE, CANALLE, 2005; LANGHI, NARDI, 2007; PAULA, OLIVEIRA, 2002; FERREIRA, SELLES, 2003). Um globo terrestre fez-se necessário para facilitar a demonstração da inclinação do eixo terrestre e a definição de polos celestes.

No final do bimestre, após a realização das aulas de Astronomia, uma avaliação foi aplicada com o intuito de verificar se os alunos construíram novos conhecimentos relacionados aos conteúdos estudados, sendo retomada a maioria dos temas propostos nas questões abordadas no questionário inicial.

ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Como primeiro passo do desenvolvimento das atividades planejadas, aplicou-se um questionário nas cinco turmas onde o conteúdo de Astronomia seria abordado, ou seja, nas três do 1º ano e nas duas do 3º ano do Ensino Médio, tendo como objetivo obter dados sobre os conhecimentos iniciais dos alunos.

O questionário para levantamento das concepções prévias

Foram selecionadas algumas questões consideradas relevantes e que abrangiam basicamente todos os temas a serem trabalhados. Elas foram aplicadas a 132 alunos presentes na escola, de um total de 162 alunos, visto que 30 alunos estavam ausentes no dia da aplicação do questionário. Seguem-se as questões com os comentários relativos às suas opções e às respostas dos alunos.

1) Você sabe por que ocorrem eclipses lunares?

() Não () Sim.

Explique: _____

Eclipses são fenômenos que acontecem periodicamente na Terra, às vezes sendo interpretados como místicos ou misteriosos. Os eclipses lunares foram escolhidos, pois, apesar de acontecerem com mais periodicidade, geralmente passam despercebidos para o público, em oposição aos aclamados eclipses solares. Cabe ressaltar que um eclipse lunar ocorreu semanas antes da aplicação do questionário, no dia 15 de junho de 2011.

Uma parcela relevante dos alunos, aproximadamente 34%, respondeu essa primeira questão com conceitos próximos ao considerado cientificamente correto. Alguns alunos responderam que o eclipse ocorre devido a um alinhamento entre o Sol, a Terra e a Lua, enquanto outros responderam que é a movimentação da Lua em direção à sombra da Terra. Questões com respostas erradas foram consideradas como um “não” para efeito de levantamento de dados neste trabalho. Seguem alguns exemplos de respostas dadas pelos alunos:

Resposta correta:

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

“Os eclipses lunares acontecem quando a Lua, na translação, atravessa a sombra da Terra.”

Resposta considerada parcialmente correta:

“É um alinhamento entre o Sol, a Terra e a Lua.”

Resposta identificada como errada:

“Eclipse lunar acontece quando a Lua fica na frente do Sol.”

2) Você sabe o que são constelações?

() Não () Sim.

Explique: _____

Muito se houve falar de constelações, principalmente relacionadas com o zodíaco. Mas será que os alunos sabem a real definição de constelações? Foi constatado nesta investigação que 69% dos alunos participantes responderam que sim. Contudo, todas as respostas eram baseadas no senso comum ou gramatical, onde constelação é um conjunto de estrelas que forma imagens ou o coletivo de estrelas. Não houve nenhuma resposta apontando para a definição astronômica, em que constelação é uma região do céu, como definido pela União Astronômica Internacional (UAI, 2012, p. 1):

Originalmente, as constelações foram informalmente definidas pelas formas feitas por um padrão de estrelas, mas, como o ritmo de descobertas celestes se acelerou no início do século 20, os astrônomos decidiram que seria útil ter um conjunto oficial de limites das constelações [...], portanto é importante concordar onde termina uma constelação e onde começa a próxima.

Alguns exemplos de respostas dos alunos são reproduzidos a seguir:

Resposta parcialmente correta:

“É um conjunto de estrelas.”

Resposta errada:

“É o que forma o Zodíaco.”

3) Você sabe por que existem as estações do ano?

() Não () Sim.

Explique: _____

Essa questão justifica-se pelo fato de estar na prova da OBA e por abordar um tema diretamente relacionado à vida cotidiana dos estudantes. Embora as estações do ano sejam um fenômeno vivenciado pelos alunos durante todo o ano, poucos sabem o que causa essa variação no clima. Uma pequena parcela dos alunos, 30%, respondeu que as estações do ano são causadas pela translação ou rotação da Terra, principalmente pelo caráter cíclico das mudanças. Somente dois alunos, 1,5%,

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

responderam corretamente a pergunta, apontando que a real causa para as estações do ano era o eixo de inclinação da Terra, como mostrado abaixo.

Resposta correta:

"As estações acontecem devido à inclinação do eixo da Terra e o seu movimento de translação."

Resposta parcialmente correta:

"As estações ocorrem por causa da translação da Terra ao redor do Sol."

Resposta entendida como errada:

"Para ter mudança de temperatura."

4) Você sabe o que é a Via Láctea?

() Não () Sim.

Explique: _____

O intuito dessa questão era verificar se os alunos possuíam conhecimentos sobre o conceito de galáxias. Por essa razão, qualquer resposta que não havia ligação com esse conceito foi considerada errada, embora alguns alunos tenham respondido que a Terra se situa na Via Láctea. Constatou-se que 81% dos alunos não sabiam que a Via Láctea é o nome da galáxia onde se situa o sistema solar. A seguir, algumas respostas obtidas:

Resposta correta:

"A Via Láctea é a nossa galáxia, onde fica o sistema solar."

Resposta considerada errada:

"É onde fica a Terra."

5) Você sabe qual é a fonte de energia do Sol?

() Não () Sim.

Explique: _____

Essa questão apresentou somente duas respostas certas, aproximadamente 1,5% do total de alunos pesquisados. Ainda assim, foram respostas incompletas, que mencionavam somente que a fonte de energia é o hidrogênio. Não houve nenhuma resposta relacionada à fusão nuclear. Esse assunto não é normalmente tratado nos ambientes escolares até o final do 3º ano do Ensino Médio, portanto, a grande quantidade de abstenções já era esperada. Contudo, o objetivo da questão era averiguar se algum aluno possuía algum conhecimento mais avançado em Astronomia/Astrofísica. Algumas repostas dadas incluíam desde "gases" até reações químicas, conforme as reproduções a seguir:

Resposta parcialmente correta:

"A fonte de energia é o hidrogênio."

Respostas erradas:

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

“Os gases que formam o Sol.”

“Calor.”

6) Você sabe o que são polos celestes?

() Não () Sim.

Explique: _____

Essa questão aborda um assunto que também não é recorrente no ensino de Astronomia nas escolas. Novamente, o índice de abstenção esperado era alto, sendo obtidas somente duas respostas corretas, em que polo celeste é a projeção dos polos geográficos no céu, reproduzidas abaixo:

“Polo celeste é o prolongamento dos polos.”

“É o prolongamento dos polos, no eixo de rotação da Terra.”

7) Você sabe quais são as leis de Kepler?

() Não () Sim.

Explique: _____

Houve uma única resposta correta, a saber:

“São a lei das órbitas, lei das áreas e lei do período.”

As leis do movimento planetário são um assunto tratado no segundo semestre do 1º ano do Ensino Médio, consistindo em lei das órbitas, lei das áreas e lei dos períodos (ou lei harmônica). Constatou-se que somente um aluno do 3º ano respondeu essa pergunta corretamente, o que se deve, provavelmente, ao fato de o conteúdo abordado em Física no 1º ano ter sido insuficiente, provavelmente devido à falta de professores ou ao fato de nenhum dos professores terem chegado a aprofundar conteúdos além de cinemática ou dinâmica. Os demais alunos se abstiveram da resposta, o que era esperado em relação aos alunos do 1º ano do Ensino Médio, visto que ainda não haviam estudado tal conteúdo.

8) Você sabe quem foi Galileu?

() Não () Sim.

Explique: _____

Nessa questão, era esperado um número mais expressivo de acertos pelos alunos do 1º ano, visto que uma das atividades avaliativas realizadas no fechamento do 1º bimestre envolvia o estudo da biografia de Galileu Galilei. Desse modo, verificou-se que 62% dos alunos, incluindo os do 3º ano, responderam variadamente que Galileu foi um filósofo, físico, matemático ou astrônomo. Alguns poucos responderam que foi o inventor do telescópio, e ainda alguns responderam que era um astrólogo. Apesar de 62% dos alunos terem respondido essa questão, verificou-se que as respostas foram, em geral, muito vagas, principalmente em relação aos alunos que já haviam pesquisado sobre o assunto. Talvez a razão desse problema tenha sido a liberdade dada aos alunos para entregarem o questionário na forma escrita sem nenhuma

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

apresentação oral ou debate sobre o que foi pesquisado, visto que a grande maioria entregou o conteúdo impresso provavelmente extraído diretamente de *sites* encontrados na *internet*, sem o devido estudo e aprofundamento desse conteúdo.

Como foi possível perceber, através das respostas às questões propostas, os alunos não tinham uma base conceitual adequada acerca de conhecimentos de Astronomia.

As próximas questões não são relativas ao conteúdo de Astronomia, mas sim ao conhecimento e interesse no estudo e aprendizagem de conceitos astronômicos.

9) Você já teve aulas, ou estudou Astronomia antes?

() Não () Sim.

Quando? _____

Onde? _____

10) Você considera o estudo da Astronomia importante?

() Sim () Não

Por quê? _____

11) Você tem algum contato com Astronomia?

() Não () Sim

Quando? Onde? _____

Somente alguns poucos alunos, cerca de 4%, afirmaram que estudaram algum tópico de Astronomia no Ensino Fundamental. É uma porcentagem baixa, considerando-se que o ensino de Astronomia é esperado nas disciplinas de Geografia ou Ciências.

Aproximadamente 84% dos alunos consideram o estudo da Astronomia importante, mas somente alguns poucos justificaram o motivo dessa alegada importância. Muitos consideraram que a Astronomia é importante para se conhecer o universo em que se vive, o planeta Terra ou os demais astros, ou também simplesmente por que acham o assunto interessante, conforme ilustram algumas respostas reproduzidas abaixo:

“Estudar Astronomia é importante por que descobrimos como funciona o mundo e as estrelas.”

“Gosto de Astronomia para saber sobre as descobertas no universo.”

“A Astronomia é importante para estudarmos os fenômenos do nosso planeta.”

Por fim, uma parcela de 80% dos alunos respondeu ter algum contato com conteúdos de Astronomia, normalmente em revistas, jornais ou *internet*. Entretanto, nenhum aluno tem contato regularmente através de *sites* ou revistas específicas.

Contudo, a pergunta mais interessante foi feita por diversos alunos, no decorrer do curso, direcionada ao próprio investigador, visto que muitos questionaram qual é

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

a relação entre Astronomia e a Física. Essa pergunta foi respondida posteriormente no início do curso de Astronomia.

O minicurso bimestral de Astronomia

Antes de se fornecerem maiores detalhes sobre o curso ministrado, serão analisadas algumas dificuldades que ocorreram no decorrer das aulas e os principais motivos por não ter sido possível terminar o conteúdo previsto em todas as salas.

A primeira e principal razão foi a disponibilidade do *data show* da escola. Todas as aulas de Astronomia foram preparadas em apresentação *power point*, portanto, projetá-las era essencial. Contudo, algumas vezes os monitores do laboratório de informática não estavam presentes para instalá-lo. Sem os monitores, a utilização do *data show* era vetada. Apesar de o equipamento de *data show* ter sido agendado pelos pesquisadores para o bimestre inteiro, houve uma confusão com o agendamento feito por alguns professores, monitores e pela secretaria da escola. Alguns professores acabaram agendando o projetor nos horários das aulas anteriormente marcadas para o curso de Astronomia e isso acarretou a desmarcação de todas as aulas no final do bimestre.

Outro problema muito comum no ensino público é o índice de falta dos alunos. Com o segundo semestre letivo marcado para começar dia 27 de julho, só foi possível começar as aulas de Astronomia, efetivamente, no dia 9 de agosto, perdendo-se, portanto, duas semanas de aulas devido às faltas. Houve algumas outras datas em que ocorreu o mesmo problema, como após o feriado da Independência, quando grande parte dos alunos faltou.

Por meio da utilização de recursos tecnológicos baseados na apresentação dos conteúdos e imagens em *slides*, constatou-se um sensível aprimoramento da dinâmica das aulas, que se tornaram mais ilustrativas e capazes de atrair a atenção e o interesse dos estudantes, ainda que, em alguns momentos, o tempo de explanação tenha sido longo, aspecto que pode ser aperfeiçoado em futuras intervenções. Como diferencial, podem – se destacar as discussões subsequentes e o grande número de perguntas formuladas pelos alunos, que se mostraram bastante participativos e interessados, o que contribuiu positivamente para o atraso na abordagem dos conteúdos.

Uma das discussões mais acaloradas foi relativa à evolução estelar do Sol, onde foi mostrado aos alunos que o Sol tem um tempo de vida finito e que, no final de seu estágio evolutivo, o seu raio estará maior que o raio orbital da Terra, aniquilando todo tipo de vida existente nesse planeta.

Na introdução da disciplina, deixou-se claro que a Astronomia e a Física são áreas intimamente ligadas e que se utilizam de procedimentos e metodologias semelhantes, tanto no que diz respeito aos aspectos teóricos quanto experimentais. A esse respeito, Feynman, Leighton e Sands (2009, p. 1-2) asseveram que

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

Não conhecemos as regras do jogo; tudo o que podemos fazer é observar. Claro que se observarmos por um tempo suficiente, poderemos eventualmente aprender algumas regras. As *regras do jogo* são o que queremos dizer por *física fundamental*.

A Astronomia é, notadamente, uma ciência observacional. Definir as suas regras e leis, portanto, é parte da Física.

Na primeira aula também foi explicitada a atual distinção entre a superstição da Astrologia e a ciência da Astronomia, a exemplo do que é abordado por Wuensche (2009). Embora a maioria dos astrônomos antigos fossem também astrólogos, a distinção entre esses dois ramos começou na época de Johannes Kepler. No dicionário online Michaelis (2012), fonte escolhida por ser de fácil acesso e apresentar verbetes com conceitos que estão de acordo com outros referenciais acadêmicos, há as seguintes definições:

Astrologia: Pretensa ciência de predizer o futuro pela influência dos astros. A. judiciária ou mundana: parte da astrologia que tem por fim predizer o futuro das nações e dos indivíduos. A. natural: parte da astrologia que prediz os fenômenos da natureza, como mudança de tempo, secas, tempestades, vendavais etc. A astrologia teve muita voga entre babilônios, egípcios, gregos, romanos etc. e ainda na Europa medieval e moderna, até o século XVII, tendo ainda hoje muitos cultores. (MICHAELIS, 2012a).

Astronomia: Ciência que se ocupa da constituição e do movimento dos astros, suas posições relativas e as leis dos seus movimentos. A. esférica: ramo da Astronomia que trata principalmente de problemas relacionados à esfera celeste. A. física: a que estuda as condições físicas dos astros; o mesmo que mecânica celeste. A. matemática: a que trata do cálculo das forças que atuam sobre os astros. A. náutica: conhecimento da posição e movimento dos astros aplicado à navegação. A. sideral: parte da Astronomia que se ocupa das estrelas. (MICHAELIS, 2012b).

A primeira parte do curso foi iniciada com a abordagem histórica da evolução da Astronomia antiga, desde os modelos geocêntricos e heliocêntricos até finalizar com a lei da gravitação universal, proposta por Isaac Newton (KEPLER; SARAIVA, 2000), sendo ainda abordadas algumas técnicas de observações modernas. Nesse conjunto de aulas foram introduzidos os conceitos envolvendo as três leis do movimento planetário de Johannes Kepler, contudo, não houve aprofundamento com os alunos do 1º ano acerca da aplicação da terceira lei. Foi realizada também uma abordagem geral sobre as observações de Galileu e a relação quase inexistente com seu contemporâneo Kepler. Os alunos demonstraram interesse pelos diversos tipos de observação, principalmente pela imagem da foto da Via Láctea vista por diversas frequências de onda (Figura 1). Constatou-se que, inicialmente, eles só imaginavam existir observações com o telescópio a partir do espectro da luz visível.

A segunda parte da abordagem foi focada nas interações entre o Sol, a Terra e a Lua e as suas consequências. Destaque importante foi dado para a descrição das marés e das fases da Lua. Houve muitas questões dos alunos sobre o crescimento do

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

cabelo, a definição do sexo dos bebês, a quantidade de nascimentos em função da fase da Lua (SILVEIRA, 2003) e outras superstições relacionadas com as fases lunares. É interessante notar como a Astronomia pode gerar tanta crença sobrenatural nas pessoas, o que envolve os signos dos zodíacos e a exploração de temas em filmes, como é o caso da transformação dos lobisomens nas luas cheias.

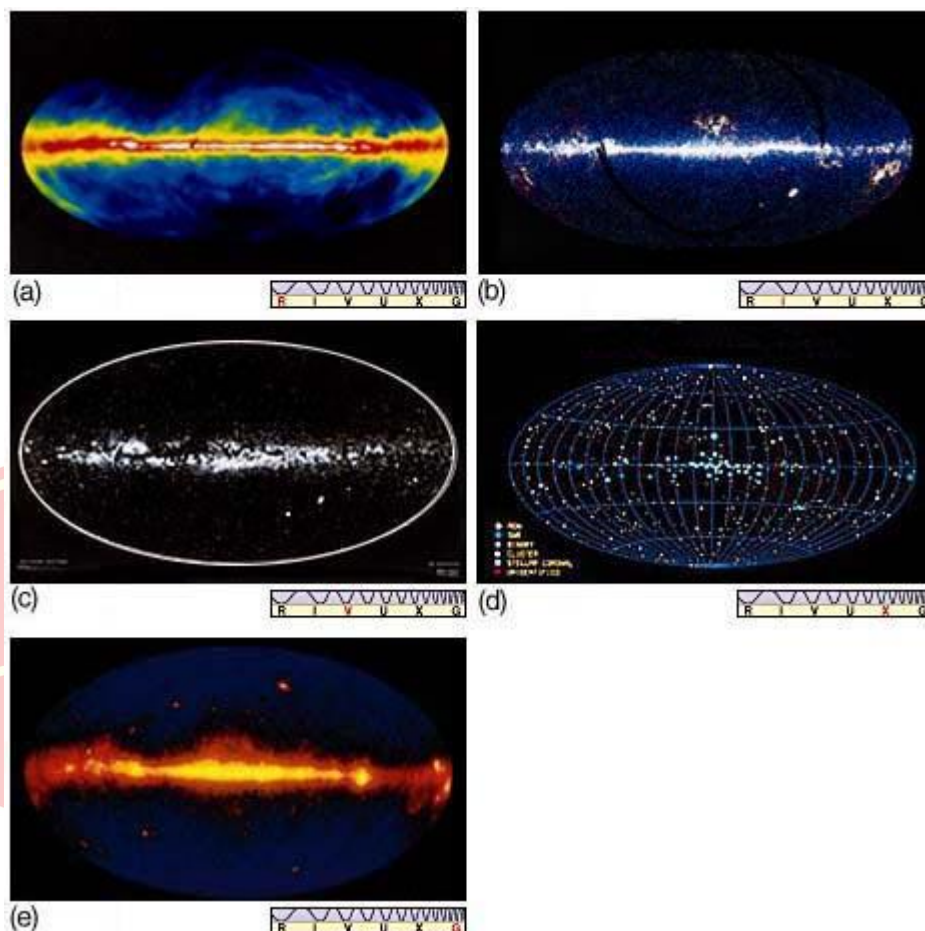


Figura 1 - Via láctea vista por diversos espectros de onda.

Fonte: Prentice-Hall, Inc.

Disponível em: <http://staff.on.br/jlkm/astron2e/AT_MEDIA/CH05/CHAP05AT.HTM/>. Acesso em: out. 2011

Também houve discussões sobre a controvérsia do homem ter ou não ido à Lua. Novamente constatou-se algum nível de distorção, porém, nesse caso, vinculado à “teoria da conspiração”, o que corrobora para a má informação científica a respeito dessa conquista do programa espacial norte americano.

Uma especial importância foi dada para as causas das estações do ano, as quais são explicadas pela inclinação do eixo orbital da Terra. Para isto, utilizou-se um globo terrestre para demonstrar tal inclinação e seu efeito sobre a incidência da radiação solar nos dois hemisférios. Também foi introduzida a noção de polo celeste e, em

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

algumas turmas, utilizou-se o *software* Stellarium¹ para mostrar a rotação das estrelas em torno desse polo.

A última parte do curso focou a origem do sistema solar, a formação do Sol e dos corpos celestes que o compõem, explicando a divisão de planetas entre telúricos, jovianos e anões. Resumidamente, todo planeta no sistema solar orbita em torno do Sol, tem massa suficiente para que sua autogravitação o torne aproximadamente esférico e absorva grande parte da massa previamente existente em toda a região contígua à sua órbita. Os planetas telúricos são rochosos, tem grande densidade e orbitam o interior do sistema solar. Os planetas jovianos são gasosos, tem baixa densidade e orbitam o exterior do sistema solar. Por fim, os planetas anões são corpos celestes muito semelhantes a um planeta, porém, muito menor, mas não possuem uma órbita desimpedida, ou seja, não limpam completamente a região ao longo de sua órbita, havendo ali, portanto, outros corpos celestes, tais como asteroides.

No término da aula, mostrou-se aos alunos, utilizando-se imagens projetadas, a comparação de tamanho entre os planetas, o Sol e outras estrelas da Via Láctea.

Infelizmente não foi possível realizar uma noite de observações com os alunos da escola, pois esta fica situada em uma área de difícil acesso, onde não há mais ônibus após o período escolar diurno. Como essa escola não possui período noturno, havia também o problema da falta de funcionários para dar apoio no horário das atividades. Embora observações diurnas sejam viáveis, não havia equipamento necessário para uma observação solar. Por falta de tempo devido ao atraso do conteúdo e por questões de segurança, optou-se, então, por descartar uma observação diurna da Lua.

Análises das avaliações bimestrais

Com o término do bimestre, a aplicação de uma avaliação foi considerada oportuna e necessária. As questões foram parecidas, mas não exatamente idênticas, com as que compunham o questionário do levantamento de concepções prévias dos estudantes. Nesse sentido, algumas questões foram transformadas para o formato dissertativo e outras para o de teste, ou seja, objetivas.

Nas salas onde nem todo conteúdo pode ser abordado a tempo da avaliação, foi necessária a omissão de algumas questões ou substituição por outras. Assim, inicialmente, foram consideradas somente questões que estavam contidas no questionário original.

1) Por que ocorrem eclipses lunares?

Comparativamente ao questionário inicial, onde o índice de acerto para essa questão foi de aproximadamente 34%, na avaliação bimestral, o índice subiu para 65%, sendo que a maioria das respostas envolvia a Lua transitar na sombra da

¹ Software disponível em <<http://www.stellarium.org/>>. Acesso em: jan. 2012.

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

Terra. Algumas respostas incompletas citavam que os eclipses lunares resultam da translação da Lua ao redor da Terra. Contudo, a mesma translação ainda é responsável pelos eclipses solares. Exemplos de respostas são fornecidos abaixo, ilustrando a boa aprendizagem desse conceito:

“Os eclipses lunares são causados pela translação da Lua ao redor da Terra, quando a Lua entra na sombra da Terra. Os eclipses não acontecem sempre por causa da inclinação da órbita da Lua.”

“Ocorre porque a Lua atravessa a sombra da Terra no seu movimento de translação.”

2) A Via Láctea é:

- a) Um caminho para o leite.
- b) Um aglomerado de planetas.
- c) Um aglomerado de sistemas solares.
- d) Um aglomerado de estrelas.

Porcentagens de respostas por alternativa			
a)	b)	c)	d)
0,75%	9,09%	14,40%	75,76%

O índice de acerto dessa questão foi de 76%, contrastando com os 81% de abstenção no questionário inicial. A Via Láctea é uma galáxia, portando, um aglomerado de estrelas e outros objetos astronômicos, como as nebulosas. O termo “Via Láctea” tem origem do latim e significa “caminho do leite”.

3) Descreva brevemente quem foi Galileu e as suas principais descobertas.

O índice de acertos para essa questão variou muito. Qualquer resposta citando que Galileu foi um físico, matemático, filósofo ou astrônomo foi considerada certa. Sobre as suas principais descobertas relacionadas à Astronomia, considerou-se como certas as respostas dos alunos que indicaram observações com o telescópio: as Luas de Júpiter, fases de Vênus, crateras da Lua, anéis de Saturno e a miríade de estrelas da Via Láctea. Vale lembrar que Galileu contribuiu de várias formas com a ciência, porém, o intuito da questão era relacionar as principais descobertas voltadas para a Astronomia. Cerca de 2% dos alunos responderam que Galileu era um astrólogo.

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

4) Relacione as colunas sobre as Leis de Kepler.

(a) As órbitas não são circulares.

(A) Lei das órbitas.

(b) A velocidade de um planeta muda no decorrer de sua órbita.

(C) Lei dos períodos.

(c) Os períodos e os raios orbitais são relacionados.

(B) Lei das áreas.

Embora essa questão pareça simples se comparada à do questionário inicial em que somente um aluno respondeu à pergunta, o índice de acerto total da questão, ou seja, relacionar as três leis corretamente, foi baixo. Cerca de 30% dos alunos conseguiram responder corretamente essa questão, acertando a combinação das três leis, enquanto 50% dos alunos efetuaram a correspondência correta de somente uma das leis.

5) Assinale uma das principais causas das estações do ano.

a) A mudança de temperatura.

b) O eixo de translação da Terra.

c) O eixo de rotação da Terra.

d) O eixo de inclinação da Terra.

Porcentagens de respostas por alternativa			
a)	b)	c)	d)
0%	22,73%	5,68%	71,59%

Essa questão foi aplicada somente a uma das turmas do 1º ano e a duas turmas do 3º, totalizando aproximadamente 88 alunos. Nas outras duas turmas, foi substituída por uma questão envolvendo as camadas da atmosfera terrestre, pois houve um atraso na aplicação do conteúdo, principalmente pela indisponibilidade do *data show*, que havia sido reservado por outros professores. O índice de acerto foi de aproximadamente 72%, o que pode ser considerado um ótimo resultado quando comparado com as duas respostas corretas dadas no questionário inicial (0,75% de acerto). A inclinação do eixo da Terra é responsável pela diferença na incidência da luz solar no decorrer do ano. Devido à inclinação, um dos hemisférios será mais iluminado (Fig. 2), portanto, será verão. A maioria dos alunos que errou a questão (aproximadamente 23%) assinalou a alternativa b. Como as estações do ano são cíclicas, é comum o aluno associar a translação da Terra com a mudança climática, perpetuando o erro mostrado no levantamento inicial, mesmo após as aulas do curso.

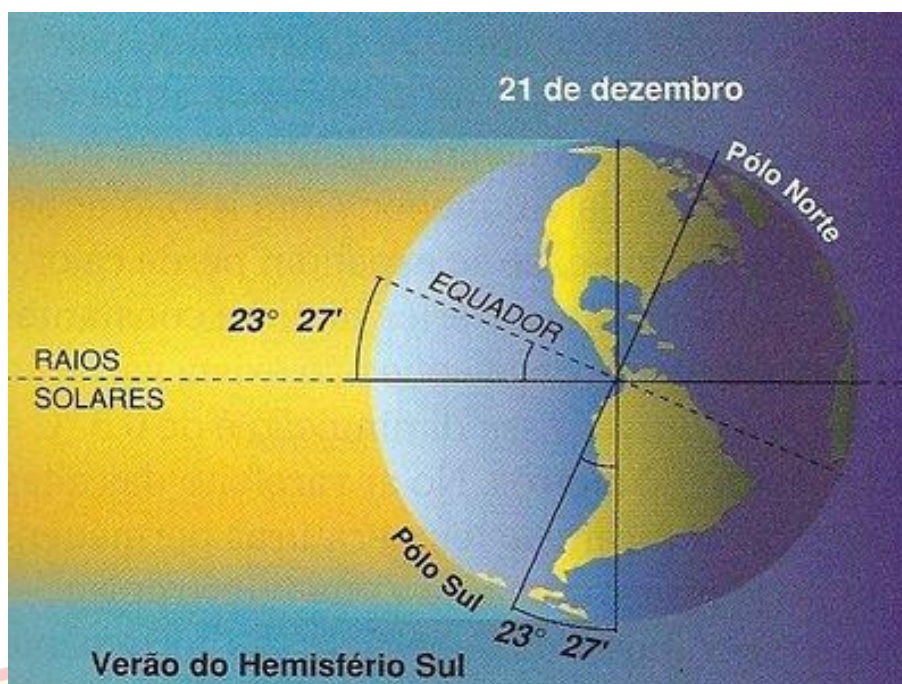


Figura 2 - Inclinação do eixo da Terra: verão no Hemisfério Sul.

Fonte: Scientia & Scire.

Disponível em <<http://scientiascire.blogspot.com.br/>>. Acesso em: out. 2011

6) Qual é a fonte de energia do Sol?

Essa questão não pode ser aplicada a todas as turmas, como a anterior, devido aos problemas da disponibilidade do *data show*. Comparando-se com as duas respostas corretas observadas no questionário inicial, aqui houve uma maior quantidade de acertos. Contudo, poucos alunos responderam completamente à questão, ou seja, que a principal fonte de energia solar é a fusão nuclear de dois átomos de hidrogênio formando um átomo de hélio. Apenas cerca de 6% dos alunos responderam dessa forma. Outros 60% responderam que a fonte de energia é o hidrogênio ou fusão nuclear, conforme frases reproduzidas abaixo:

"A fonte de energia do Sol é a reação nuclear entre quatro átomos de H para formar um de He."

"A fonte de energia do Sol é a fusão nuclear."

Do questionário original, as perguntas relativas às constelações e aos polos celestes não foram aplicadas, pois seu conteúdo não foi alcançado a tempo de serem inseridas na avaliação. Apesar disso, em todas as avaliações foi acrescentada a questão abaixo:

7) Assinale a alternativa correta:

a) O sistema geocêntrico colocou o Sol como o centro do universo.

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

- b) O sistema heliocêntrico colocou o Sol como centro da galáxia.
- c) O sistema geocêntrico colocou a Terra como o centro do universo.
- d) O sistema heliocêntrico colocou a Terra como o centro do universo.

Porcentagens de respostas por alternativa			
a)	b)	c)	d)
7,57%	21,21%	62,12%	9,1%

O índice de acerto para essa questão foi de aproximadamente 62%. O modelo geocêntrico situou a Terra como centro do universo, por motivos referenciais na observação dos astros. O sistema heliocêntrico colocou o Sol como o centro do universo, porém essa concepção não é tida atualmente como correta, pois o Sol orbita o centro de nossa galáxia. A confusão entre o centro da galáxia e o centro do universo pode ser a causa de 21% de alunos assinalarem a alternativa b.

Seguem-se as questões que foram substituídas na avaliação para as turmas que não alcançaram o conteúdo total (duas turmas do 1º ano), totalizando 72 alunos.

8) Relacione as colunas sobre a estrutura da atmosfera terrestre.

- | | |
|---|------------------|
| (a) Nessa camada se encontra a camada de ozônio. | (B) Troposfera |
| (b) Essa camada é responsável pela respiração. | (A) Estratosfera |
| (c) Nessa camada, ocorre a combustão de meteoritos. | (C) Mesosfera |
| (d) É nessa camada que se situam os satélites e ônibus espaciais. | (D) Termosfera |

As camadas externas da Terra, formando a atmosfera, também foram estudadas no decorrer do curso. O índice de acerto total para essa questão foi baixo: cerca de 5%. Entre os demais, cerca de 80% acertaram ao menos um dos itens. Provavelmente, poucos alunos se focaram nessa questão devido à similaridade dos nomes das camadas atmosféricas, acabando por marcar as alternativas aleatoriamente.

9) Quais são as quatro camadas principais da estrutura interna da Terra?

Além das camadas atmosféricas, o interior do planeta Terra também foi objeto de estudo no curso, pois a morfologia dos planetas também faz parte da Astronomia.

As quatro camadas são: crosta, manto, núcleo interno e núcleo externo. 39% dos alunos responderam corretamente. Uma parte dos alunos, contudo, respondeu somente crosta, manto e núcleo.

CONCLUSÕES

A partir da análise dos dados obtidos no questionário inicial, pode-se concluir que os alunos tinham pouco ou nenhum conhecimento sobre alguns conceitos importantes da Astronomia. Contudo, acredita-se que muitos dos erros apontados decorrem da falta de interesse dos alunos em observar características do mundo ao seu redor, como apontado por Iachel, Langhi e Scalvi (2008, p. 36), ao afirmar que “Outra informação que talvez possamos tirar desta análise é que ocorre, por parte dos alunos, a falta do hábito de observação da natureza”.

Muitos alunos investigados não possuíam concepções anteriores sobre Astronomia, e muitos dos que possuíam alguma noção preliminar demonstraram incorreções conceituais. Pode-se associar esse problema com os livros didáticos, que, muitas vezes, apresentam erros conceituais, como citado por Andrade e Canalle (2005, p. 4):

[...] vários conceitos básicos de Astronomia são transmitidos de forma errônea ou incompleta pelos livros didáticos, os quais, em geral, são as únicas fontes de informações da maioria dos professores do ensino fundamental ou médio.

Cabe também destacar a má preparação dos professores do Ensino Fundamental, como apontado por Canalle et al. (1994), citado em Leite (2006).

O levantamento das concepções prévias dos estudantes indicou ainda que muitos alunos possuem ideias supersticiosas em relação à Astronomia, mesmo excluindo-se as obviamente astrológicas, como o horóscopo. Isso ocorre, por exemplo, quando o ser humano procura estabelecer inadequadamente padrões no cotidiano, como relacionar as fases da Lua com a natalidade (SILVEIRA, 2003).

As aulas apoiadas em recursos tecnológicos, utilizando imagens apresentadas com um *data show* para representar os conceitos astronômicos, desenvolveram-se de maneira bastante satisfatória, fornecendo resultados muito melhores do que se fosse utilizado apenas o modelo giz e lousa, sendo o recurso do *data show* também empregado por outros pesquisadores (SILVA et al., 2002). Muitas ilustrações que dificilmente poderiam ser esboçadas no quadro-negro puderam ser projetadas para os alunos, facilitando significativamente a sua aprendizagem. Esse recurso propiciou mais tempo para as discussões com os alunos e, conseqüentemente, os conceitos foram mais bem assimilados. Isto ficava evidente, por exemplo, quando se lembravam de algum tópico estudado através das imagens mostradas.

Pode-se notar que estudos em Astronomia contínuos, sistemáticos e com o emprego de recursos adequados puderam contribuir grandemente para a disseminação do conhecimento relativo a essa área entre os alunos envolvidos nesta investigação, apontando um caminho que pode ser seguido em outros contextos educacionais.

Contudo, acredita-se que alguns aperfeiçoamentos possam ser implementados. Uma possível sugestão é a utilização de textos complementares aos encontrados nos

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

livros didáticos. O curso não apresentou livro ou apostila, de modo que grande parte do conteúdo a ser abordado sofreu atrasos, pois os alunos necessitavam de tempo para anotar as principais informações em seu caderno. Assim, o fornecimento de cópias impressas poderia contornar esse problema.

Outra contribuição interessante e praticamente obrigatória são as observações noturnas ou mesmo diurnas, dependendo do fenômeno abordado. Além de trabalhar com telescópios na prática, as observações também aumentam consideravelmente o interesse dos alunos pela Astronomia. Vislumbrar os astros diretamente, através do telescópio, proporciona uma experiência muito mais gratificante e fascinante se comparada com as imagens somente mostradas em apresentações com base no uso do *data show*.

Como se pode constatar, ainda há muito a ser feito para que se consigam aperfeiçoar os processos de ensino e de aprendizagem de conceitos astronômicos, principalmente nos primeiros anos do ensino básico. Os alunos ingressam no Ensino Médio sem possuir os conhecimentos necessários de Astronomia, que deveriam ser abordados no Ensino Fundamental. Assim, espera-se que este trabalho possa contribuir para uma maior divulgação da Astronomia nos diversos ciclos de ensino e entre os educadores, apontando algumas possibilidades e encaminhamentos metodológicos capazes de minimizar as deficiências formativas e de aprendizagem normalmente observadas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, B. L. L., CANALLE, J. B. G. Dia e noite sem rotação e outras dúvidas conceituais sobre Astronomia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16, Rio de Janeiro, 2005. **Anais** Rio de Janeiro: SBF, 2005.

ASTROLOGIA. In: MICHAELIS online. Disponível em <<http://michaelis.uol.com.br/>>. Acesso em: jan. 2012a.

ASTRONOMIA. In: MICHAELIS online. Disponível em <<http://michaelis.uol.com.br/>>. Acesso em: jan. 2012b.

BOCZKO, R. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1984.

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

FERREIRA, M. S.; SELLES, S. E. A produção acadêmica brasileira sobre livros didáticos em ciências: uma análise em periódicos nacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, Bauru, 2003. **Anais ...** São Paulo: ABRAPEC, 2003.

FEYNMAN, R. P., LEIGHTON, R., SANDS, M. **Lições de Física de Feynman**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

INTRODUÇÃO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA...

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

KANTOR, C. **A Ciência do céu**: uma proposta para o ensino médio. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, Instituto de Física/ Faculdade de Educação, 2001.

KEPLER, O. F., SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e astrofísica**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000.

LANGHI, R., NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n.1, p. 87-111, 2007.

LEITE, C. **Os professores de ciências e as suas formas de pensar a Astronomia**. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, Instituto de Física/Faculdade de Educação, 2002.

LEITE, C. **Formação dos professores de Ciências em Astronomia**: uma proposta com enfoque na espacialidade. Tese de Doutorado – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2006.

PAULA, A. S. P.; OLIVEIRA, H. J. Q. **Análises e propostas para o ensino de Astronomia**. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93/>>. Acesso em: jan. 2012.

RIBEIRO, E. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. In: **Evidência, olhares e pesquisas em saberes educacionais**. n. 4. Araxá: Centro Universitário do Planalto de Araxá, maio de 2008.

SILVA, W. P. C., SILVA, M. D. P. S., SILVA, C. D. P. S., SOARES, I. B., SILVA, D. D. P. S. Apresentação do software educacional "Vest21 Mecânica". **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 221-231, 2002.

SILVEIRA, F. L. Marés, fases principais da lua e bebês. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p.10-29, 2003.

SOBRINHO, A. A. **O Olho e o céu**: contextualizando o ensino de Astronomia no nível médio. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, 2005.

SOCIEDADE ASTRONÔMICA BRASILEIRA (SAB). **Regulamento da XIV Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica** – XIV OBA, 2011.

UNIÃO ASTRONÔMICA INTERNACIONAL (IAU). **The Constellations**. Disponível em: <<http://www.iau.org/public/constellations/>>. Acesso em: jan. 2012.

WUENSCHÉ, C. A. Astronomia versus Astrologia. **Revista Ciência Hoje**, v. 43, n. 256, p. 24-29, 2009.