



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

**Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía
Latin-American Journal of Astronomy Education**

n. 4, 2007

ISSN 1806-7573



REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

Editores

Paulo Sérgio Bretones (Inst. Sup. de Ciênc. Aplic.)
Luiz Carlos Jafelice (Depto. Fís./Univ. Fed. Rio Grande do Norte)
Jorge Horvath (Inst. Astr., Geof. e Ciênc. Atm./Univ. São Paulo)

Direitos

© by autores

Todos os direitos desta edição reservados

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

É permitida a reprodução para fins educacionais mencionando as fontes

Esta revista também é disponível no endereço: www.iscafaculdades.com.br/relea

Bibliotecária: Rosemeire Zambini CRB 5018

Diagramação: Antonio Mateus Locci

Felipe de Miranda e Souza

Ficha catalográfica elaborada pela
equipe técnica da Biblioteca do ISCA Faculdades

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA / Instituto
Superior de Ciências Aplicadas. n.4 2007 . Limeira, 2007 [online].

Irregular

ISSN 1806-7573

1. Astronomia – Periódicos. 2. Educação

CDD: 520

Editorial

Temos motivos para comemorar este quarto número da *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA), pois houve um sensível aumento no número de artigos submetidos. Vemos, assim, nossas melhores expectativas, conforme expressas no Editorial anterior, serem realizadas, mesmo no curto prazo de menos de um ano. Resta saber se isto se deve realmente à divulgação mais intensa e orientada que empreendemos, ou a uma nova realidade, de aumento estável na produção na área, ou, ainda, se é efeito espúrio de várias causas locais no tempo, sem perspectiva de continuidade.

Apesar da incerteza na avaliação dos principais motivos para o aumento das submissões, nos parece plausível atribuir parte dos mesmos à intensificação da divulgação que empreendemos da Revista. Neste sentido, merecem destaque contatos que estabelecemos durante a XXVI Assembléia Geral da União Astronômica Internacional, em Praga, em agosto de 2006. Naquela ocasião apresentamos trabalho divulgando a Revista, estabelecemos uma estratégia mais intensa para divulgação da Revista junto com os membros do corpo editorial de outros países lá presentes, além de contarmos potenciais autores e novos componentes para o corpo editorial.

É possível que nossa divulgação mais ampla e, ao mesmo tempo, orientada a setores de potencial produção na área, tenha interferido positivamente na habitual falta de tradição de publicações em ensino de astronomia, que já criticamos em editoriais anteriores. É possível, também, que houve um aumento independente da produção, devido, em parte, ao aumento de pessoas que, no Brasil, em particular, começam a ter mestrado e doutorado especificamente na área de educação em astronomia. Embora, como dissemos, é possível ainda que esse crescimento de produções seja transitório, devido a uma coleção de fatores ainda difíceis de discernir e avaliar.

Seja como for, o crescimento das submissões é motivo para celebração, mesmo que, por enquanto, com cautela. Como comentamos no editorial anterior, gostaríamos de estabilizar a publicação da Revista em dois números por ano, com cerca de cinco artigos por número – ou mais, se houver produção de qualidade para tal.

Neste aspecto, é preciso ter em mente que o crescimento das submissões mencionado não implica necessariamente em aumento direto nos artigos aceitos para publicação. Aqui, a falta de tradição na área se faz sentir. Ainda é comum a proposta de trabalhos que estão aquém do tipo de trabalho que se pretende publicar. Acreditamos, porém, que se o aumento dos artigos submetidos significar, por um lado, aumento de mestres e doutores na área e, por outro lado, maior penetração da RELEA entre aqueles que trabalham com educação em astronomia, também a qualidade dos artigos deverá aumentar e contribuir para o estabelecimento de parâmetros para publicações na área.

Contamos, mais uma vez, com o apoio dos interessados em educação em astronomia, tanto na submissão de trabalhos, como na divulgação da RELEA entre colegas, estudantes de pós-graduação e em seus setores de atuação profissional.

No presente número, contamos com cinco artigos, cobrindo vários assuntos na área, segundo diversos enfoques, visando diferentes finalidades, públicos e níveis de ensino.

O artigo *As Fases da Lua numa Caixa de Papelão*, de Maria de Fátima Oliveira Saraiva, Cláudio Beust Amador, Érico Kemper, Paulo Goulart e Angela Muller, propõe recursos instrucionais – material didático acompanhado de textos explicativos – para o ensino das fases da Lua. Os autores exploram a utilização desse material para se trabalhar vários aspectos associados às mudanças cíclicas na aparência da Lua para nós, na Terra. O artigo oferece discussão dos movimentos da Lua, em particular o de rotação em torno da Terra e o de precessão da órbita daquela, e está bastante ilustrado, facilitando a referência visual sobre o

que está sendo discutido e sobre a aplicação do material instrucional propriamente dito. Aspectos complexos e difíceis de se trabalhar em sala de aula, como a aparência da Lua no céu, em cada fase – dependendo se se olha para a direção norte ou sul, ou do hemisfério terrestre de onde ela é vista – pode ser abordada através do recurso proposto no trabalho. Os próprios autores, porém, chamam a atenção para dois inconvenientes associados ao recurso proposto: as fases lunares “mudam” devido ao movimento do observador, e não da “Lua” (em relação à “Terra”), e a face que a “Lua” mostra para a “Terra” é diferente de fase para fase. Além disto, o recurso proposto requer processos mentais complexos de abstração e de compreensão – relativos às mudanças de perspectiva necessárias na utilização do mesmo e ao entendimento das imagens visualizadas em comparação com as fases lunares reais observadas no dia-a-dia. Isto não impede, contudo, que o material seja utilizado com vantagens pedagógicas, embora mostrando que ele é mais indicado para uso nos níveis médio e superior de ensino.

No trabalho *Adaptando uma Câmera Fotográfica Manual Simples para Fotografar o Céu*, Marcos Cesar Danhoni Neves e Ricardo Francisco Pereira apresentam um método para fotografar os astros e, com isto, tornar mais concreto e contextualizado o ensino de astronomia, o qual envolve objetos, distâncias, fenômenos e concepções bastante distantes do que podemos conhecer cotidianamente. Os autores criticam a forma excessivamente teórica que o ensino de física costuma ser conduzido, colaborando para desmotivar os estudantes em relação àquela ciência, e visam, com este trabalho, auxiliar a deixar mais palpável o ensino de astronomia, o qual também lida com aspectos bastante subjetivos. Além disto, astrofotografia possui outras vantagens do ponto de vista educacional, ao contribuir para uma reaproximação das pessoas para a vasta e bela área da Astronomia, uma área central em termos culturais e na história da ciência; os autores exploram essas vantagens também. São fornecidas características técnicas de diferentes filmes e máquinas fotográficas. No artigo, contudo, visando tornar o processo de fotografar o céu mais acessível aos interessados, os autores se concentram em apresentar um método que permita tirar esse tipo de fotografia com uma máquina fotográfica comum (não reflex). São dadas várias orientações e recomendações detalhadas de como se fazer isso, com dois exemplos sobre os resultados que podem ser obtidos.

Em *Os Professores de Ciências e suas Formas de Pensar a Astronomia*, Cristina Leite e Yassuko Hosoume discutem resultado de pesquisa envolvendo o conhecimento de conceitos de astronomia por professores de ciências do nível fundamental. As autoras contrapõem a forte recomendação dos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) para o ensino daqueles conceitos, principalmente no terceiro e quatro ciclos desse nível de escolaridade, com a falta de formação desse professor no assunto. Uma das principais preocupações foi estudar as concepções que esses professores têm de universo e dos elementos que o compõe, explorando com particular atenção a tridimensionalidade, sempre associada ao espaço e objetos astronômicos, mas em geral pouco, ou nada, estudada. O artigo é fruto, em parte, da tese de doutorado defendida pela primeira autora (com orientação da segunda) em meados de 2006. As autoras fazem entrevistas semi-estruturadas com 17 professores, a grande maioria com formação em biologia. Os resultados são discutidos em detalhe para as várias categorias de análise criadas pelas autoras. Chama a atenção das mesmas a grande semelhança entre as concepções de professores e de crianças e a persistência de representações bidimensionais para os objetos astronômicos. As autoras criticam a forma exclusivamente conceitual com que astronomia é abordada no ensino fundamental, quando o é, e reforçam a importância pedagógica de se trabalhar a representação espacial em astronomia e a necessidade urgente de cursos de formação continuada que minimizem deficiências e distorções conceituais dos professores.

No artigo *De 9 a 12 y finalmente 8: ¿Cuántos Planetas Hay alrededor del Sol?*, Gonzalo Tancredi aborda o agitado episódio envolvendo o “rebaixamento” de Plutão à categoria, até então inédita, de planeta-anão, por resolução da XXVI Assembléia Geral da União Astronômica Internacional (UAI), em agosto de 2006. O autor resume o histórico da relação, no ocidente, dos seres humanos com os “astros errantes” e dos questionamentos, a partir de 1978, sobre se Plutão mereceria a denominação de “planeta”. Foram sempre questionamentos levantados em função de parâmetros físicos associados ao referido astro. Em particular, a descoberta do “cinturão de objetos transnetunianos”, a partir de 1992, contendo vários objetos de tamanho comparável ao de Plutão, contribuiu para abalar a posição planetária deste objeto. É apresentado também um breve histórico sobre a constituição da comissão, por parte da UAI, que estabeleceria os critérios para se definir planeta de um modo cientificamente aceitável. Estes critérios não foram acordados sem controvérsia na comunidade astronômica e o autor expõe sua contribuição pessoal decisiva na proposição de critérios que receberam maior aceitação que os da própria comissão. Este trabalho se concentra nos aspectos técnicos do embate, sem abordar implicações de caráter cultural vinculadas ao tão propalado episódio. O artigo traz o texto da resolução da UAI que especifica as definições oficiais atuais de planeta e de planeta-anão.

O trabalho *Percepção Astronômica de um Grupo de Alunos do Ensino Médio da Rede Estadual de São Paulo da Cidade de Suzano*, de Edilene F. de Oliveira, Marcos R. Voelzke e Luis H. Amaral, analisa o resultado de um levantamento junto a 344 estudantes do nível médio sobre seu conhecimento básico de fenômenos astronômicos. Os autores destacam que apesar de conteúdos de astronomia serem tema estruturador do ensino de física nos PCN+ (Parâmetros Curriculares Nacionais Mais), ele costuma dar ênfase a fórmulas, sem a necessária contextualização para com a vida e interesses desses jovens, e não atende seu interesse natural sobre enigmas do universo. Com exceção de gravitação – e mesmo assim abordada com os mesmos vieses já criticados – praticamente nada mais é trabalhado envolvendo astronomia no nível médio. Em que pese o método de pesquisa empregado – baseado em questionários e com pressupostos discutíveis no que concerne a aspectos culturais que afloram no tratamento das respostas e à gravidade das deficiências conceituais dos estudantes – o trabalho traz à tona falhas na formação e na percepção que os jovens têm de vários conteúdos em astronomia. São falhas básicas, mais preocupantes quando se constata – em outro resultado deste trabalho – que a escola é instância decisiva para aqueles jovens adquirirem os poucos e fracos conhecimentos astronômicos que possuem. A influência de outras mídias na aquisição desses conhecimentos também é quantificada no trabalho. Os autores dão sugestões específicas para a inserção e o aprimoramento do ensino de astronomia no nível médio.

Mais informações sobre a Revista e instruções para autores podem ser encontrados no endereço: www.iscafaculdades.com.br/relea. Os artigos poderão ser redigidos em português, castelhano ou inglês.

Nossos agradecimentos aos funcionários do ISCA e em especial à Diretora, Profa. Rosely Berwerth Pereira, pelo apoio a esta publicação. Também agradecemos ao Sr. Felipe de Miranda e Souza pela editoração dos artigos, aos autores, aos árbitros e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, nos auxiliaram na continuidade desta iniciativa e, em particular, na elaboração da presente edição.

Editores

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

We have reasons to celebrate in this fourth number of the *Latin-American Journal of Astronomy Education (RELEA)*, since there was a substantial increase in the number of submitted articles. We thus see materialized our best expectations, as expressed in the former Editorial, in a short timescale of less than one year. It remains to be seen whether this increase is due to a more intense and focused disclosure undertaken by us, to a new reality of a permanent increase of the scientific production in this area, or is just a spurious effect produced by several localized causes without a sustained perspective.

Despite the uncertainty in the evaluation of the main reasons for the increase of the submissions, it seems reasonable to attribute part of them to the intensification of the disclosure of the Journal. In this direction, we can stress the contacts we established during the XXVI General Assembly of International the Astronomical Union (Prague, August of 2006). In that occasion we presented a work discussing the Journal, establishing a more intense strategy for spreading the Journal together with members of the Editorial Board attending the event, besides contacting potentials authors and new members for the former.

It is possible that our more ample campaign, at the same time directed to the people with potential production in the area, had a positive effect on the habitual lack of publication tradition in astronomy education, that we already criticized in previous editorials. It is also possible, that an independent increase of the production happened, due in part to the increase of people graduated specifically (particularly in Brazil) with Masters and PhDs in the area of education in astronomy. However, as noted above, it is still possible that this growing in the number of articles is just transitory, due to a collection of factors which are still difficult to identify and evaluate.

In any case, the growth of the submissions is a reason for celebration, with some caution for the time being. As we commented in the previous editorial, we would like to stabilize the publication of the Journal at two numbers per year, with about five articles or so each - or even more if there is enough scientifically qualified production for such an increase.

In this aspect, it is necessary to have in mind that the growth of the mentioned submissions does not automatically imply an increase in the accepted number of articles for publication. Here, the lack of tradition in the area is certainly a factor. It is still quite common the submission of works that have lower standards than the type of work we intend to publish. We believe, however, that if the increase of submitted articles reflects, on the one hand, an increase of masters and doctors in the area and, on the other hand, a greater penetration of the RELEA among those who work with education in astronomy, the intrinsic quality of the articles will increase and thus contribute for the establishment of robust standards for publications in the area.

Once more we count on the support of the interested people in education in astronomy, for the submission of new works as well as for the spreading of the RELEA among colleagues, graduate students and other sectors of their professional influence.

In the present number, we count on five articles, covering some subjects in the area according to a variety of approaches, aiming at different purposes, public and levels of education.

The article *The Moon Phases in a Paper Box*, by Maria de Fátima Oliveira Hail, Cláudio Amateur Beust, Érico Kemper, Pablo Goulart and Angela Muller, proposes teaching resources - didactic material and clarifying texts - for the teaching of the phases of the Moon. The authors explore the use of this material to work out some aspects associated to the cyclical changes in the appearance of the Moon for we observers at the Earth. The article discusses the movements of the Moon, in particular its rotation around the Earth and the precession of its

orbit, and is quite well illustrated, facilitating the visual reference about what is being discussed and on the very application of the teaching material. Complex and difficult aspects for working in the classroom, such as the appearance of the Moon in the sky in each phase (depending if one looks at it from the direction north or south, or from the terrestrial hemisphere of where it is seen) can be addressed through the resources considered in this work. The authors, however, call the attention for two inconveniences associated to the considered resource: the lunar phases "move" due to the movement of the observer, and not to the motion of the "Moon" (in relation to the "Earth"), and the face that the "Moon" shows towards the "Earth" is different from phase to phase. Moreover, the considered resource requires complex mental processes of abstraction and understanding (relative to the necessary changes of perspective with its use and to the understanding of the images visualized) in comparison with the observed real lunar phases day-by-day. This does not preclude, however, that the material can be used with pedagogical advantages, even acknowledging that it is more appropriated for use in the high-school and higher education levels.

In the work *Adapting a Common Photographic Camera to Take Pictures of the Sky*, Marcos Cesar Danhoni Neves and Ricardo Francisco Pereira present a method to photograph the astronomical bodies and aim with this to make more concrete and bring into a context the astronomy education, which involves sufficiently distant objects, distances, phenomena and concepts from the ones we use daily. The authors criticize the excessively theoretical form which the physics education often adopts, collaborating for the students' loss of motivation regarding that science, and attempt with this work to help leave the astronomy education more concrete, since the latter also deals with quite subjective aspects. Moreover, the astrophotography has other advantages from the educational point of view, when contributing for a re-approximation of the people for the vast and beautiful area of Astronomy, which is central in cultural terms and for the history of science; the authors also explore these advantages. The characteristic techniques of different films and photographic machines are supplied. In the article, however, and aiming to make the process of photographing the sky accessible to the interested parties, the authors concentrate in presenting a method that allows to take this type of photograph with a common photographic machine (not a reflex-type). Some detailed directions and recommendations are given to achieve this goal, with two examples on the results that can be obtained.

In the work *The Science Teachers and their Way of Thinking About Astronomy*, Cristina Leite and Yassuko Hosoume discuss the results of a research involving the knowledge of concepts of astronomy by science teachers of the elementary school level. The authors oppose the strong recommendation of the NCP (National Curricular Parameters of Brazil) for the teaching of those concepts, mainly in the third and four cycles of this level, with the lack of formation of the teachers in the subjects. One of the main concerns was to study the conceptions that these teachers have of the universe and its constituents, exploring with particular attention the 3-D view, always associated to the space and astronomical objects, but little or nothing studied in general. The article is a byproduct, in part, of the PhD thesis of the first author (with orientation of the second) in mid-2006. The authors perform half-structured interviews with 17 professors, the great majority with biology degrees. The results are discussed in detail for the various categories of analysis created by the authors. The great similarity between the conceptions of teachers and children and the persistence of bidimensional representations for astronomical objects are notable. The authors criticize the excessively conceptual form with which astronomy is taught in elementary education (when and if it happens), and strengthens the pedagogical importance of working the space representation in astronomy and the urgent need of courses for the continued formation that minimize deficiencies and conceptual distortions of the teachers.

In the article *From 9 to 12 and Finally 8: How Many Planets are Around the Sun?*, Gonzalo Tancredi addresses the troubled episode involving the "degradation" of Pluto to the category (until then unknown) of *dwarf planet*, following the resolution of the XXVI General Assembly of the International Astronomical Union (IAU), in August of 2006. The author summarizes the description of the Western relationship, of human beings with the "nomadic stars" and of the questionings, from 1978 on, whether Pluto would deserve the denomination of "planet". These questionings had been always raised because of physical parameters associated to the referred body. In particular, the discovery of the "transneptunian object belt", from 1992, containing some objects of comparable size to Pluto's, contributed to shake the planetary character of the latter. It is also presented a historical briefing on the constitution of the IAU commission that would establish the criteria to define planet in a scientifically acceptable way. These criteria had not been accepted without controversy in the astronomical community, and the author displays his decisive personal contribution to the proposal of the criteria which received even greater acceptance than that of the criteria of the commission itself. This work concentrates in the technical aspects of the debate, without discussing implications of cultural character entailed to the episode. The article features the text of the IAU resolution that specifies the current official definitions of planet and dwarf planet.

The work *Astronomical Perception of the Secondary School's Students in São Paulo's State School in Suzano City*, by Edilene F. de Oliveira, Marcos R. Voelzke and Luis H. Amaral, analyzes the result of a survey from 344 students of the high-school level about their basic knowledge of astronomical phenomena. The authors remark that although astronomy contents are a structural subject of physics teaching in NCP (National Curricular Parameters of Brazil), it is often given emphasis to formulas, without the necessary links to the life and interests of these youngsters, and does not satisfy their natural interest on the enigmas of the universe. With the possible exception of gravitation - and even if so addressed in a biased way as already criticized - practically nothing else is taught about astronomy at this school level. Despite of the employed methodology (based on questionnaires and questionable hypothesis in what concerns cultural aspects which emerge in the analysis of the answers and the gravity of the conceptual deficiencies of the students), the work brings up basic shortcomings in the knowledge and perception of the youngsters concerning several astronomical phenomena. These are basic shortcomings which become a matter of concern when one realizes (as one more result from this work) that high school is the decisive place for these youngsters to acquire the few and feeble astronomical concepts they have. The influence of other media in the acquisition of knowledge is also quantified in the work. The authors finally give specific suggestions for the insertion and improvement of the astronomy teaching in the high school.

More information about the Journal and instructions for the authors may be found at the address: www.iscafaculdades.com.br/relea. We remind that the articles may be written in Portuguese, Spanish or English.

Our acknowledgements to the personnel of ISCA, especially to the Director, Prof. Rosely Berwerth Pereira, for their support to this Journal. We also acknowledge Mr. Felipe de Miranda e Souza for his help with the handling of the papers, the authors, the referees, and all those who in some way helped us to continue with this project, and in particular with the preparation of this issue.

Editors:

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

Tenemos motivos para festejar en este cuarto número de la *Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía* (RELEA), ya que hubo un notable aumento en el número de artículos enviados. Vemos así realizadas nuestras mejores expectativas, como expresamos en el Editorial anterior, en un corto plazo de menos de un año. Nos resta saber si esto se debe realmente a la divulgación más intensa y direccionada que emprendimos, o a una nueva realidad de aumento estable de la producción en el área, o si se trata de un efecto espúreo de varias causas localizadas pero sin perspectiva de continuidad.

A pesar de la incertidumbre apuntada en la evaluación de los principales motivos para el aumento del número de artículos enviados, nos parece plausible atribuir una fracción del total a la intensificación de la divulgación de la RELEA que emprendimos. En este sentido, merecen destacarse los contactos que establecimos durante la XXVI Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional, realizada en Praga en agosto del 2006. Presentamos allí un trabajo divulgando la Revista y establecimos una estrategia más intensa para la divulgación de la Revista junto con los miembros del cuerpo editorial de otros países allí presentes, además de haber contactado autores en potencial y nuevos integrantes para el cuerpo editorial.

Es posible que nuestra estrategia de divulgación más amplia y al mismo tiempo, dirigida a sectores de potencial producción en el área haya interferido positivamente en la habitual falta de tradición de publicaciones en la enseñanza de la astronomía, que ya criticamos en editoriales anteriores. Es también posible que este aumento de la producción sea independiente de este factor, y tenga su raíz en el aumento de personas que (particularmente en Brasil), comienzan a obtener maestrías y doctorados específicamente en el área de enseñanza de la astronomía. Finalmente es aún posible que ese crecimiento de producción sea transitorio y debido a un conjunto de factores hoy difíciles de discernir y evaluar.

Sea como fuere, el crecimiento de los artículos enviados es motivo para celebración, por el momento con cierta cautela. Como comentamos en el editorial anterior, nos gustaría estabilizar la publicación de la Revista en dos números por año, con cerca de cinco artículos por número o más, si es que existe producción de calidad para tal frecuencia.

En este aspecto, es preciso recordar que el mencionado crecimiento de los artículos enviados no implica necesariamente un aumento directo de los artículos aceptados para publicación. Aquí la falta de tradición en el área se hace sentir. Aún resulta común la propuesta de trabajos que están por debajo del nivel que se pretende publicar. Creemos, sin embargo, que si el aumento de los artículos sometidos significa, por un lado, un aumento de masters y doctores en el área y, por otro lado, una mayor penetración de la RELEA entre aquellos que trabajan en la enseñanza de la astronomía, también la calidad de los artículos deberá aumentar y contribuir para establecer los parámetros para nuevas publicaciones. Contamos, una vez más, con el apoyo de los interesados en educación en astronomía, tanto para enviar trabajos, como en la divulgación de la RELEA entre colegas, estudiantes de post-grado y en sus sectores de actuación profesional.

En el presente número contamos con cinco artículos, cubriendo varios asuntos en el área según diversos enfoques, con diferentes finalidades, públicos y niveles de enseñanza.

El artículo *Las Fases de la Luna en una Caja de Cartón*, de Maria de Fátima Oliveira Saraiva, Cláudio Beust Amador, Érico Kemper, Paulo Goulart y Angela Muller, propone recursos didácticos – material acompañado de textos explicativos – para la enseñanza de las fases de la Luna. Los autores exploran la utilización de ese material para trabajar varios aspectos asociados a los cambios cíclicos de la apariencia de la Luna para nosotros, los observadores de la Tierra. El artículo ofrece una discusión de los movimientos de la Luna, en particular el de rotación en torno a la Tierra y el de precesión de la órbita lunar, y está bastante ilustrado, facilitando la referencia visual de lo que está siendo discutido y de la

aplicación del material didáctico propiamente dicho. Aspectos complejos y difíciles de trabajar en las aulas, tales como la apariencia de la Luna en el cielo en cada fase – dependiendo si se observa en la dirección norte o sur desde el hemisferio terrestre de donde es vista – pueden ser abordados a través de los recursos propuestos en este trabajo. Los propios autores, sin embargo, llaman la atención para dos inconvenientes asociados al recurso propuesto: las fases lunares “cambian” debido al movimiento del observador, y no de la “Luna” (en relación a la “Tierra”), y la cara que la “Luna” muestra para la “Tierra” es diferente para cada fase. Además de esto, el recurso propuesto requiere procesos mentales complejos de abstracción y de comprensión – relativos a las mudanzas de perspectiva necesarias en la utilización del mismo y al entendimiento de las imágenes visualizadas en comparación a las fases lunares reales observadas diariamente. Esto no impide, que el material sea utilizado con ventajas pedagógicas, si bien muestra que resulta más indicado para uso en los niveles medio y superior.

En el trabajo *Adaptando una cámara fotográfica común para obtener fotografías del cielo*, Marcos Cesar Danhoni Neves y Ricardo Francisco Pereira presentan un método para fotografiar los astros, y con esto tornar más concreta y contextualizada la enseñanza de la astronomía, que involucra objetos, distancias, fenómenos y conceptos bastante distantes de lo que podemos conocer cotidianamente. Los autores critican la forma excesivamente teórica con la cual la enseñanza de la física acostumbra a ser conducida, colaborando para desmotivar a los estudiantes en relación a aquella ciencia, y buscan con este trabajo ayudar a dejar más palpable la enseñanza de la astronomía, la cual también lidia con aspectos bastante subjetivos. Además de esto, la astrofotografía posee otras ventajas desde el punto de vista educacional, al contribuir para una reaproximación de las personas para la vasta y bella área de la Astronomía, central en términos culturales y en la historia de la ciencia; los autores explotan también esas ventajas. Son provistas las características técnicas de diferentes películas y máquinas fotográficas. En el artículo, sin embargo, y con la intención de tornar el proceso de fotografiar el cielo más accesible a los interesados, los autores se concentran en presentar un método que permite obtener ese tipo de fotografía con una máquina fotográfica común (no reflex). Son dadas varias orientaciones y recomendaciones detalladas de cómo realizar esto, con dos ejemplos sobre los resultados que pueden ser obtenidos.

En *Los Profesores de Ciencias y sus Formas de Pensar la Astronomía*, Cristina Leite y Yassuko Hosoume discuten los resultados de una investigación sobre el conocimiento de conceptos de astronomía de los profesores de ciencias de nivel primario. Las autoras contraponen la fuerte recomendación de los PCN (Parámetros Curriculares Nacionales de Brasil) para la enseñanza de aquellos conceptos (principalmente en el tercer y cuarto ciclo de ese nivel de escolaridad), con la falta de formación de los profesores en esos asuntos. Una de las principales preocupaciones fue la de estudiar las concepciones que los profesores tienen del universo y de los elementos que lo componen, explorando con particular atención la tridimensionalidad, siempre asociada al espacio y objetos astronómicos, pero en general poco (o nada) estudiada. El artículo es fruto, en parte, de la tesis de doctorado defendida por la primera autora (con la dirección de la segunda) a mediados de 2006. Las autoras conducen entrevistas semiestructuradas con 17 profesores, la gran mayoría con formación en biología. Los resultados son discutidos en detalle para las varias categorías de análisis creadas por las autoras. Llama la atención de ellas mismas la gran semejanza entre las concepciones de los profesores y de los niños, y la persistencia de representaciones bidimensionales para los objetos astronómicos. Las autoras critican la forma exclusivamente conceptual con la cual la astronomía es abordada en la enseñanza primaria (cuando lo es), y refuerzan la importancia pedagógica de trabajar la representación espacial en astronomía y la necesidad urgente de cursos de formación continuada que minimicen las deficiencias y distorsiones conceptuales de los profesores.

En el artículo *De 9 a 12 y finalmente 8: ¿Cuántos Planetas Hay Alrededor del Sol?*, Gonzalo Tancredi aborda el agitado episodio del “rebajamiento” de Plutón a la categoría, hasta entonces inédita, de *planeta enano*, por resolución de la XXVI Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional (UAI), en agosto de 2006. El autor resume la historia de la relación, en Occidente, de los seres humanos con los “astros errantes” y de los cuestionamientos, a partir de 1978, sobre si Plutón merecería la denominación de “planeta”. Fueron siempre cuestionamientos formulados en función de parámetros físicos asociados al referido astro. En particular, el descubrimiento del “cinturón de objetos transneptunianos”, a partir de 1992, conteniendo varios objetos de tamaño comparable al de Plutón, contribuyó para minar la posición “planetaria” de este objeto. Es presentado también un breve relato sobre la constitución de la comisión, por parte de la UAI, que establecería los criterios para definir “planeta” de un modo científicamente aceptable. Estos criterios no fueron consensuados sin controversias en la comunidad astronómica y el autor expone su contribución personal, decisiva en la proposición de criterios que recibieron mayor aceptación que los de la propia comisión. Este trabajo se concentra en los aspectos técnicos del debate, sin abordar implicaciones de carácter cultural vinculadas al tan propalado episodio. El artículo trae el texto de la resolución de la UAI que especifica las definiciones oficiales actuales de planeta y de planeta enano.

El trabajo *Percepción Astronómica de Alumnos de la Enseñanza Media de la Red Estatal de San Pablo en la Ciudad de Suzano*, de Edilene F. de Oliveira, Marcos R. Voelzke y Luis H. Amaral, analiza el resultado de una encuesta a 344 estudiantes de nivel medio sobre su conocimiento básico de fenómenos astronómicos. Los autores destacan que a pesar de que los contenidos de astronomía son tema estructurador de la enseñanza de la física según los PCN (Parámetros Curriculares Nacionales de Brasil), se acostumbra a dar énfasis a las fórmulas, sin la necesaria contextualización con las vidas e intereses de esos jóvenes, y no se atienden sus intereses naturales sobre los enigmas del universo. Con excepción de la gravitación – y aún así tratada con los mismos problemas ya criticados – prácticamente nada más es trabajado que involucre a la astronomía en el nivel medio. A pesar del método de trabajo empleado – basado en cuestionarios y con presupuestos discutibles en lo que concierne a aspectos culturales que afloran en el tratamiento de las respuestas y a la seriedad de las deficiencias conceptuales de los estudiantes – el trabajo revela fallas en la formación y en la percepción que los jóvenes tienen de varios contenidos en astronomía. Son fallas básicas, más preocupantes cuando se constata – en otro resultado de este trabajo – que la escuela es la instancia decisiva para que aquellos jóvenes adquieran los pocos y endebles conocimientos astronómicos que poseen. La influencia de otros medios de comunicación en la adquisición de esos conocimientos también es cuantificada en este trabajo. Los autores dan sugerencias específicas para la inserción y el perfeccionamiento de la enseñanza de la astronomía en el nivel medio.

Más informaciones sobre la Revista e instrucciones para los autores pueden ser encontradas en el site: www.iscafaculdades.com.br/relea. Los artículos podrán ser redactados en portugués, castellano o inglés. Nuestros agradecimientos a los funcionarios del ISCA y en especial a su Directora, Profa. Rosely Berwerth Pereira, por el apoyo a esta publicación. También agradecemos al Sr. Felipe de Miranda e Souza por la editoración de los artículos, a los autores, a los árbitros y a todos aquellos que, directa o indirectamente, nos ayudaron en la continuidad de esta iniciativa y, en particular, en la elaboración de la presente edición.

Editores:

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

SUMÁRIO

1. AS FASES DA LUA NUMA CAIXA DE PAPELÃO

*Maria de Fátima Oliveira Saraiva/ Cláudio Beust Amador/ Érico Kemper/ Paulo Goulart/
Angela Muller* _____ 9

2. ADAPTANDO UMA CÂMERA FOTOGRÁFICA MANUAL SIMPLES PARA FOTOGRAFAR O CÉU

Marcos Cesar Danhoni Neves/ Ricardo Francisco Pereira _____ 25

3. OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS E SUAS FORMAS DE PENSAR A ASTRONOMIA

Cristina Leite/ Yassuko Hosoume _____ 45

4. DE 9 A 12 Y FINALMENTE 8: ¿CUÁNTOS PLANETAS HAY ALREDEDOR DEL SOL?

Gonzalo Tancredi _____ 67

5. PERCEPÇÃO ASTRONÔMICA DE UM GRUPO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA REDE ESTADUAL DE SÃO PAULO DA CIDADE DE SUZANO

Edilene F. de Oliveira, Marcos R. Voelzke, Luis H. Amaral _____ 77

CONTENTS

1. THE MOON PHASES IN A PAPER BOX

*Maria de Fátima Oliveira Saraiva/ Cláudio Beust Amador/ Érico Kemper/ Paulo Goulart/
Angela Muller* _____ 9

2. ADAPTING A COMMON PHOTOGRAPHIC CAMERA TO TAKE PICTURES OF THE SKY

Marcos Cesar Danhoni Neves/ Ricardo Francisco Pereira _____ 25

3. THE SCIENCE TEACHERS AND THEIR WAY OF THINKING ABOUT ASTRONOMY

Cristina Leite/ Yassuko Hosoume _____ 45

4. FROM 9 TO 12 AND FINALLY 8: HOW MANY PLANETS ARE AROUND THE SUN?

Gonzalo Tancredi _____ 67

5. ASTRONOMICAL PERCEPTION OF THE SECONDARY SCHOOL'S STUDENTS IN SÃO PAULO'S STATE SCHOOL IN SUZANO CITY

Edilene F. de Oliveira, Marcos R. Voelzke, Luis H. Amaral _____ 77

SUMARIO

1. LAS FASES DE LA LUNA EN UNA CAJA DE CARTÓN

*Maria de Fátima Oliveira Saraiva/ Cláudio Beust Amador/ Érico Kemper/ Paulo Goulart/
Angela Muller* _____ 9

2. ADAPTANDO UNA CAMARA FOTOGRAFICA COMUN PARA OBTENER FOTOGRAFIAS DEL CIELO

Marcos Cesar Danhoni Neves/ Ricardo Francisco Pereira _____ 25

3. LOS PROFESORES DE CIENCIAS Y SUS FORMAS DE PENSAR LA ASTRONOMÍA

Cristina Leite/ Yassuko Hosoume _____ 45

4. DE 9 A 12 Y FINALMENTE 8: ¿CUÁNTOS PLANETAS HAY ALREDEDOR DEL SOL?

Gonzalo Tancredi _____ 67

5. PERCEPCIÓN ASTRONÓMICA DE ALUMNOS DE LA ENSEÑANZA MEDIA DE LA RED ESTATAL DE SAN PABLO EN LA CIUDAD DE SUZANO

Edilene F. de Oliveira, Marcos R. Voelzke, Luis H. Amaral _____ 77

AS FASES DA LUA NUMA CAIXA DE PAPELÃO

Maria de Fátima O. Saraiva^{1,2}

Cláudio B. Amador¹

Érico Kemper¹

Paulo Goulart¹

Angela Muller¹

Resumo: Neste trabalho propomos a construção de material didático de baixo custo para demonstração do conceito de fases de um corpo iluminado. O principal objetivo de nosso material é facilitar a compreensão das fases da Lua da perspectiva de um observador na Terra. O material ajuda na visualização de dois efeitos importantes: (1º) mesmo tendo sempre a metade da "Lua" (representada por uma bolinha de isopor ou de ping-pong) iluminada pelo "Sol" (representado por uma fonte de luz natural ou artificial), nós vemos diferentes frações de sua superfície iluminada, dependendo do ângulo pelo qual a olhamos; (2º) a orientação da borda convexa da Lua nas fases Crescente e Minguante também depende da perspectiva pela qual a olhamos da Terra. O uso de uma caixa fechada permite observar o contraste entre as diferentes fases sem necessidade de estar em uma sala escurecida. Apresentamos também um texto explicativo sobre fases da Lua, enfatizando a dependência da aparência da parte iluminada com o ângulo de visada.

Palavras-chave: ensino de astronomia, material didático, fases da Lua.

LAS FASES DE LA LUNA EN UNA CAJA DE CARTÓN

Resumen: En este trabajo proponemos la construcción de material didático de bajo costo para demostración del concepto de fases de un cuerpo iluminado. El principal objetivo de nuestro material es facilitar la comprensión de las fases de la Luna desde la perspectiva de un observador en la Tierra. El material ayuda la visualización de dos efectos importantes: (1º) a pesar de tener siempre la mitad de la Luna (representada por una bolita de espuma plástica o de ping-pong), iluminada por el Sol (representado por una fuente de luz natural o artificial), vemos diferentes fracciones de su superficie iluminada, dependiendo del ángulo por el cual la vemos; (2º) la orientación del borde convexo de la Luna en las fases Creciente y Menguante también depende de la perspectiva por la cual la miramos desde la Tierra. El uso de una caja cerrada permite observar el contraste entre las diferentes fases sin necesidad de estar en un recinto oscuro. Presentamos también un texto explicativo sobre las fases de la Luna, enfatizando la dependencia de la apariencia de la parte iluminada con el ángulo de visión.

Palabras clave: enseñanza de astronomia, material didático, fases de la Luna.

THE MOON PHASES IN A PAPER BOX

Abstract: We present a very simple concrete model to demonstrate the concept of phases of an illuminated body. The main objective of our model is to help the understanding of the Moon phases as viewed from the perspective of an observer on Earth. The material allows the visualization of two important effects: (1st) even though all the time half Moon is illuminated by the Sun, we see different fractions of the illuminated Moon surface, depending on our angle of sight; (2nd) the orientation of the convex part of the Moon in the crescent and waning phases on the sky also depends on our perspective from Earth. The use of a closed box allows one to see the contrast among the different phases with no need of a dark room. We also present a text on the Moon phases, emphasizing the dependence of the aspect of the bright part on the angle of sight.

Keywords: astronomy teaching, didactic material, Moon phases.

¹ Mestrado Profissional em Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS - Porto Alegre, RS.

² Departamento de Astronomia, Instituto de Física, UFRGS - Porto Alegre, RS, e-mail - fatima@if.ufrgs.br

1. Introdução

As fases da Lua constituem um dos fenômenos astronômicos mais familiares à maioria das pessoas, mas nem por isso são bem compreendidas. Um tipo de confusão conceitual comumente encontrada mesmo entre estudantes universitários (Comins 2001, citado por Kavanagh, Agan e Sneider 2005, Pedrochi e Neves 2005) e professores de Ciências (Leite 2005, citado por Langhi 2005) é a crença de elas são causadas pela sombra da Terra. Em geral a explicação do fenômeno consiste de duas partes: a primeira envolve apenas a iluminação da Terra e da Lua pela luz solar, independentemente da posição do observador; a segunda parte envolve a visualização da face iluminada da Lua por um observador na Terra. Como observa Camino (1995), a explicação da primeira parte não oferece dificuldade; é a nossa perspectiva geocêntrica que complica o fenômeno. A elaboração de materiais didáticos que permitam substituir o exercício da abstração pela visualização de um modelo concreto pode ser um auxiliar importante na aprendizagem. Além de facilitar a compreensão do assunto, a manipulação, pelo aluno, de modelos elaborados para tentar descrever o comportamento da natureza, estimula-o a envolver-se mais com o assunto e a portar-se de maneira mais ativa na construção de seu próprio conhecimento. Um dos materiais instrucionais mais utilizados para ensinar as fases da Lua e as estações do ano é a maquete do sistema solar; esse material, embora seja excelente para auxiliar na compreensão do fenômeno da perspectiva de um observador externo, não é completo, pois não permite reproduzir as fases como o observador na Terra as percebe.

Neste trabalho propomos um experimento de construção muito simples e barato, imaginado para ser usado em complemento à maquete anteriormente citada, se disponível, com a finalidade específica de mostrar como as fases da Lua estão relacionadas à posição relativa entre a Terra, a Lua e o Sol. Embora outros tipos de materiais instrucionais de baixo custo já tenham sido propostos anteriormente com o mesmo objetivo (eg. Canalle 1997, Mees 2005) nosso material tem a vantagem de permitir visualizar com maior contraste as diferentes fases, sem necessidade de estar em ambiente escurecido, o que muitas vezes é impraticável em uma sala de aula. O trabalho foi desenvolvido como uma das atividades propostas na disciplina de Ensino de Astronomia (MEF008) do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (IF/UFRGS), no semestre 2006/1.

Na seção 2 apresentamos um texto explicativo sobre as fases da Lua, abordando as definições das fases em si e a razão de porque a Lua Crescente e a Lua Minguante aparecem "invertidas" nos hemisférios norte e sul; na seção 3 explicamos como construir o material didático e mostramos alguns exemplos e na seção 4 concluímos com alguns comentários sobre o uso do material.

2. As fases da Lua

A Lua é certamente o objeto mais admirado do céu noturno. O fascínio que ela desperta nas pessoas talvez esteja associado à sua aparente inconstância³ (Pinheiro 2005) pois, a cada dia, porções diferentes de sua face visível são gradualmente iluminadas e vistas por nós. Ao aspecto da face iluminada da Lua quando vista da Terra

³ Um exemplo da associação de "inconstância" à Lua está no romance "Romeu e Julieta", de William Shakespeare, onde a heroína pede ao amado que "Não jures pela Lua, essa inconstante..." (Mores 2006).

chamamos de "fase" (Boczko 1984). O ciclo de fases, comumente chamado de "lunação", dura aproximadamente 29,5 dias⁴.

É interessante notar que, apesar de a Lua apresentar muitas *fases* ela mostra para nós sempre a mesma *face*, ou seja, vemos praticamente⁵ a mesma metade da superfície lunar o tempo todo; a outra metade está sempre voltada para o lado oposto ao da Terra. Isso se deve a que a Lua dá uma volta completa em torno do próprio eixo de rotação no mesmo tempo em que dá uma volta completa em torno da Terra, ou seja, a rotação da Lua em torno de seu próprio eixo é sincronizada com a revolução em torno da Terra. Essa sincronização foi causada pelas marés no sistema Terra-Lua (Oliveira Filho e Saraiva 2004, Ferraz-Mello e Klafke 2000).

A explicação das fases da Lua é bem conhecida desde a antiguidade, conforme é evidenciado pelos registros de Aristóteles, que viveu nos anos 384-322 a.C. (Berry 1961): elas resultam do fato de que a Lua não é um corpo luminoso, e sim um corpo *iluminado* pela luz do Sol. À medida que a Lua orbita a Terra, ela mantém sempre metade de sua superfície voltada para o Sol (a face iluminada), e a outra metade voltada na direção oposta (a face que fica escura). A *fase da Lua* é determinada pela porção da face iluminada que está voltada também para a Terra (a face visível). Durante metade do ciclo essa porção está aumentando (Lua Crescente) e durante a outra metade ela está diminuindo (Lua Minguante). Tradicionalmente, apenas as quatro fases mais características do ciclo - Nova, Quarto Crescente, Cheia e Quarto Minguante - recebem nomes, mas a porção da Lua que vemos iluminada, que é a sua fase, varia de dia para dia. Por essa razão, os astrônomos definem a fase da Lua em termos de número de dias decorridos desde a Lua Nova (de 0 a 29,5) e em termos de fração iluminada da face visível (0% a 100%).

⁴ Esse ciclo tem duração um pouquinho maior do que o período orbital da Lua em torno do Terra, de aproximadamente 27,3 dias.

⁵ Existe um conjunto de efeitos, chamados "librações", que fazem com que o hemisfério lunar voltado para a Terra pareça oscilar ligeiramente, para a frente e para trás, à medida que a Lua orbita a Terra. Em consequência desse movimento, 59% da superfície lunar pode ser observada da Terra olhando em diferentes datas do mês, embora apenas 50% dessa superfície seja visível de cada vez (Mitton 1991, Bennet et al. 2002).

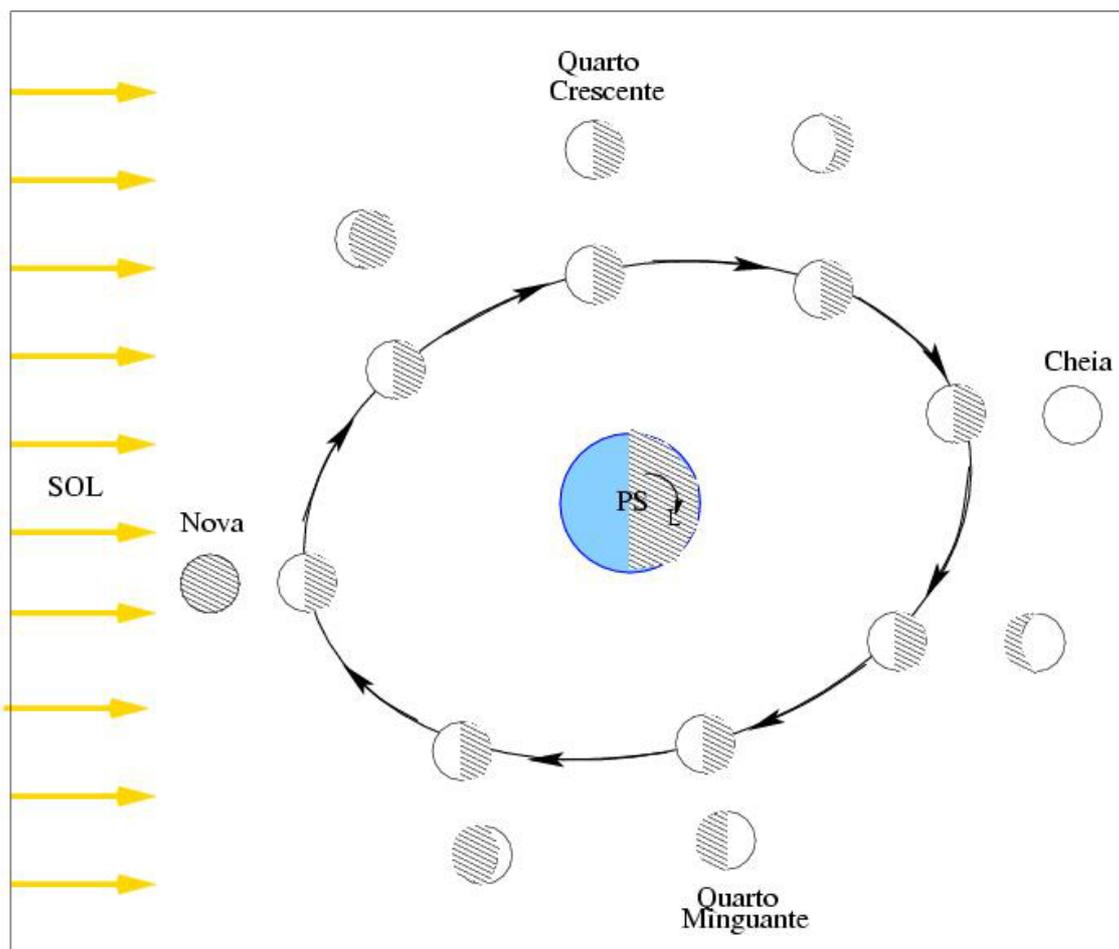


Figura 1. Fases da Lua: ao longo da elipse, está representada a separação entre a parte escura e a parte iluminada da Lua em diferentes posições de sua órbita, como visualizada por um observador externo olhando diretamente para o Pólo Sul da Terra; as figuras externas à elipse representam as aparências da Lua correspondentes a essas posições, do ponto de vista de um observador no hemisfério sul da Terra. A direção dos raios solares (que, por simplicidade, foram desenhados no mesmo plano do equador da Terra) é indicada pelas setas amarelas

A **Lua Nova** acontece quando a face visível da Lua não recebe luz do Sol, pois os dois astros estão na mesma direção, e a face iluminada está oposta à Terra. Nesse dia⁶, a Lua nasce e se põe aproximadamente junto com o Sol. No dia seguinte a Lua inicia a fase Crescente, ficando cada vez mais a leste do Sol, e portanto "atrasando-se" cada vez mais em relação a ele. Ela aparece mais brilhante no início da noite, no lado oeste do céu, como um arco luminoso⁷ com a borda convexa (a borda externa do arco) voltada para o oeste. Esse arco vai ficando a cada dia mais largo, até que, aproximadamente 1 semana⁸ depois, assume a forma de meio-disco, com 50% da face iluminada voltada

⁶ Na verdade, a Lua Nova não dura um dia inteiro, pois trata-se de um evento momentâneo, com horário definido, o qual podemos presenciar ou não; no entanto, como a variação da fase não é muito grande em um intervalo de 24 horas, em geral se fala no "dia da Lua Nova" em vez de "instante da Lua Nova". A mesma observação vale para as demais fases.

⁷ Nos primeiros dias da Lua Crescente, quando ela é visível no horizonte ao pôr do Sol, como um Crescente fino, é possível ver todo o disco lunar brilhando fracamente entre as "cuias" do crescente. A iluminação da Lua se dá pela luz solar refletida pela Terra, conforme foi explicado por Leonardo da Vinci, no século XVI (Berry 1961, NASA 2005).

⁸ Devido à elipticidade da órbita da Lua em torno da Terra, o número de dias entre duas fases "principais" (Nova, Quarto Crescente, Cheia e Quarto Minguante) é de 7,38 em média, mas varia entre aproximadamente 6,5 e 8,3 dias (Silveira 2001).

para a Terra - é o **Quarto Crescente**⁹. Nesse dia, toda a metade oeste¹⁰ da face visível da Lua está iluminada, ou seja, o semi-círculo lunar tem a borda curva voltada para o oeste. Lua e Sol, vistos da Terra, estão separados de aproximadamente 90°. A Lua nasce aproximadamente ao meio-dia e se põe aproximadamente à meia-noite. Após esse dia, a fração iluminada da face visível continua a crescer de oeste para leste, pois a Lua continua a leste do Sol, até assumir a forma de um disco completo- a **Lua Cheia**, quando 100% da face visível está iluminada. Nessa fase, a Lua está acima do horizonte durante toda a noite, nasce quando o Sol se põe e se põe ao nascer do Sol. Lua e Sol, vistos da Terra, estão em direções opostas, separados de aproximadamente 180°. A partir desse dia, a Lua entra em fase Minguante, quando começa novamente a se mover aparentemente em direção ao Sol, pelo lado oeste, nascendo e se pondo antes dele; a borda oeste do disco lunar vai ficando cada vez mais retraída e, aproximadamente 7 dias depois, a fração iluminada já se reduziu novamente a 50%, atingindo o **Quarto Minguante**. Nesse dia, a Lua está aproximadamente 90° a oeste do Sol, e vemos iluminada toda a metade leste de sua face visível, isto é, o semi-círculo agora tem a borda curva voltada para o leste. A Lua nasce aproximadamente à meia-noite e se põe aproximadamente ao meio-dia. Nos dias subsequentes a Lua continua a minguar, até atingir o dia 0 do novo ciclo.

2.1 A forma aparente da Lua nas fases Crescente e Minguante em diferentes locais da Terra

É comum, no hemisfério sul, representarmos a fase Quarto Crescente por um disco com a metade esquerda iluminada (lembrando a letra C) e a fase Quarto Minguante por um disco com a metade direita iluminada (lembrando a letra D). No hemisfério norte se faz o inverso: a Lua Quarto Crescente é representada por uma figura lembrando a letra D e a Lua Quarto Minguante é representada por uma figura lembrando a letra C. Isso gera, em muitas pessoas, a idéia de que o lado iluminado da Lua muda de um hemisfério ao outro, o que não é verdade: entre as fases Nova e Cheia, a Lua sempre vai "crescendo" a partir do lado oeste, e entre as fases Cheia e Nova ela vai "minguando" a partir do lado leste, independentemente de estarmos no hemisfério norte ou sul da Terra. O que depende da nossa localização na Terra é se o lado leste da Lua é o que vemos como seu lado esquerdo, ou direito, ou de cima, ou de baixo.

A trajetória diurna da Lua no céu, assim como de qualquer astro, depende da declinação¹¹ do astro e da latitude do lugar. Como a declinação da Lua varia ao longo do mês, de uma distância máxima ao norte do equador celeste a uma distância máxima ao sul do equador celeste, em um intervalo de aproximadamente 13,5 dias, sua trajetória aparente no céu também varia (ver figura 2). Na seção 2.2 veremos com mais detalhe por que isso acontece.

⁹ O uso da palavra "quarto" designando quando vemos exatamente metade da face visível é atribuído tanto ao fato de que nessas fases a Lua está em posição de 1/4 ou 3/4 do ciclo lunar (Zeilik 1982), como ao fato de que nessas fases estamos vendo apenas 1/4 da superfície total da Lua (CDA 2004).

¹⁰ Aqui estamos chamando de lado oeste da Lua o lado que está voltado para o horizonte oeste local, e lado leste da Lua o lado voltado para o horizonte leste local. Note que essa não é a convenção adotada nas cartas selenográficas, usadas para mapear o relevo da superfície lunar (ver, por exemplo, a Carta Lunar em <http://www.lpi.usra.edu/resources/mapcatalog/LC1/>). Nessas cartas, o lado da Lua que vemos voltado para o horizonte oeste é definido como leste selenográfico, e o lado que vemos voltado para o horizonte leste é definido como oeste selenográfico. Uma explicação mais detalhada pode ser encontrada em <http://www.astrosurf.com/astronosur/luna.htm>.

¹¹ A declinação de um astro é uma coordenada medida na esfera celeste análoga à latitude medida na Terra. É definida como o ângulo, medido sobre o círculo perpendicular ao equador celeste, entre o equador e o astro.

Em lugares de latitude norte acima de 29° , a trajetória aparente da Lua no céu, durante o dia, é um círculo com uma inclinação para o sul, em relação à vertical, tal que, no topo da trajetória (na passagem meridiana) ela está sempre ao sul do zênite¹² [ver figura 2(a)]. Um observador que se volte para o sul para olhar a Lua, tendo o oeste à direita e o leste à esquerda, verá a Lua Quarto Crescente (que está mais alta no céu ao pôr do Sol) com a metade direita do disco iluminado (figura 3(a)) e verá a Lua Quarto Minguante (que está mais alta no céu ao nascer do Sol) com a metade esquerda do disco iluminado (figura 3(b)).

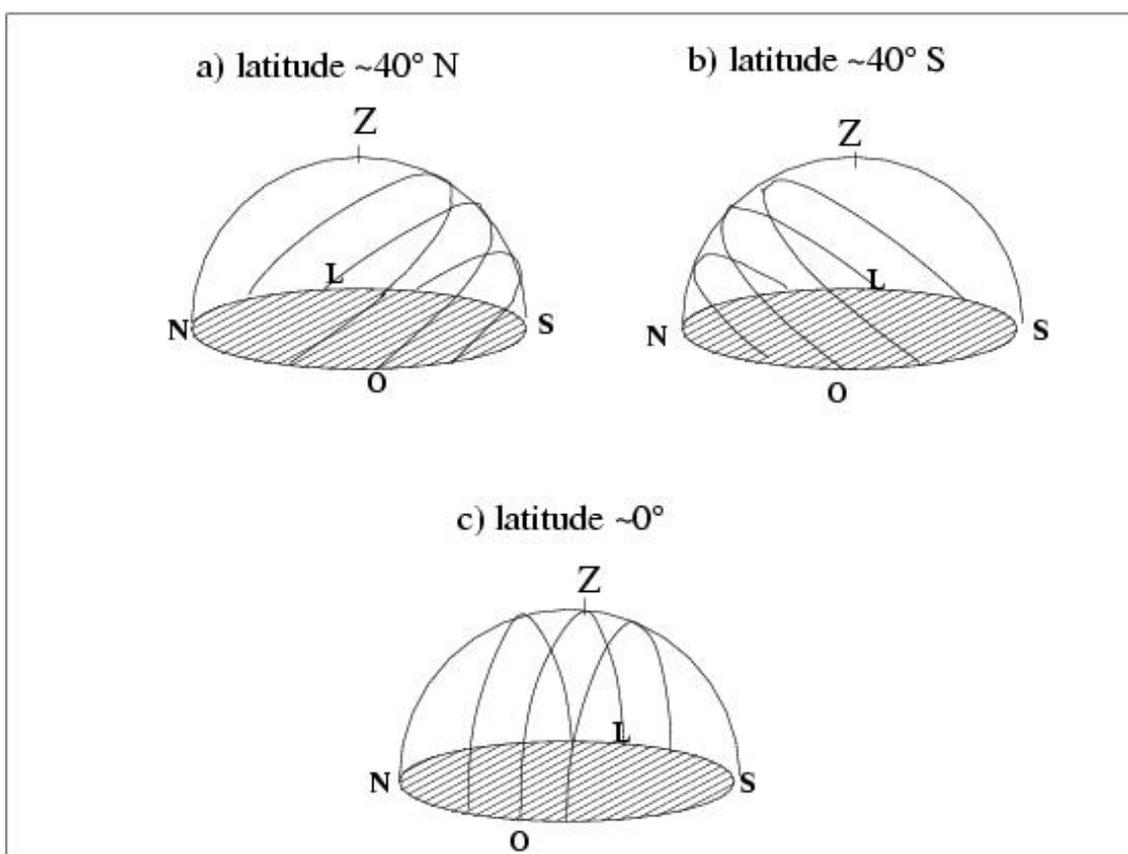


Figura 2 Círculos diurnos da Lua em três dias diferentes do mês (três diferentes declinações da Lua). São mostradas as orientações dos círculos diurnos em relação ao horizonte em latitudes de, aproximadamente, 40°N (a), 40°S (b) e 0° (c). Em cada figura, o círculo central coincide com o equador celeste, correspondendo ao círculo diurno da Lua nos dois dias do mês em que ela está no equador celeste. Os círculos extremos correspondem aos círculos diurnos nos dias em que ela está em máximo afastamento do equador, para o norte e para o sul. O zênite do lugar está indicado pela letra Z.

Em todos os lugares de latitude sul acima de 29° acontece o contrário: a trajetória da lua no céu é um círculo inclinado para o norte, de forma que a passagem meridiana sempre se dá ao norte do zênite [ver figura 2(b)], portanto para vê-la no instante em que está mais alta no céu as pessoas se voltam para o norte, ficando com o leste à direita e o oeste à esquerda. Nesse caso, quando a metade oeste do disco lunar aparece iluminado (Quarto Crescente), ela fica voltada para a esquerda (figura 3(c)), e quando a metade leste está iluminada (Quarto Minguante) ela fica voltada para a direita (figura 3(d)).

¹² Zênite é o ponto da abóboda celeste que fica acima da cabeça do observador.

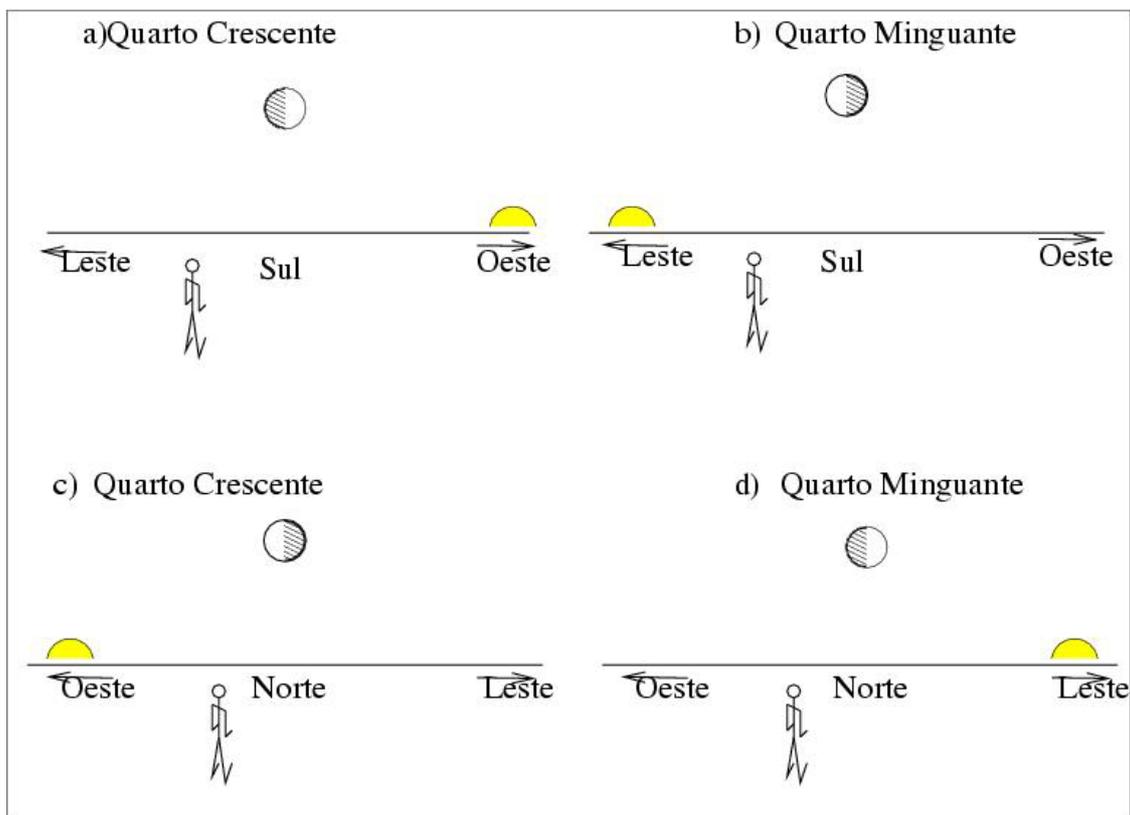


Figura 3 Figura esquemática mostrando como a orientação aparente da Lua, nas fases de Quarto Crescente e Quarto Minguante, depende de se a Lua faz a passagem meridiana ao sul ou ao norte do zênite do lugar, o que determina se o observador deve se voltar para o sul ou para o norte para vê-la. (a) Lua Quarto Crescente, que faz a passagem meridiana num instante próximo ao do pôr do Sol, como vista por um observador voltado para o sul; (b) Lua Quarto Minguante, que faz a passagem meridiana num instante próximo ao do nascer do Sol, como vista por um observador voltado para o sul; (c) Lua Quarto Crescente, como vista por um observador voltado para o norte; (d) Lua Quarto Minguante, como vista por um observador voltado para o norte.

Nos lugares da Terra com latitudes entre 29°N e 29°S a trajetória diurna da Lua no céu é quase perpendicular ao horizonte [ver figura 2(c)], e a Lua faz sua passagem meridiana muito perto do zênite, podendo passar tanto ao norte quanto ao sul dele. Nessas latitudes, os desenhos usados convencionalmente nos calendários locais para representar as fases da Lua podem diferir bastante da forma realmente observada para o astro, pois a linha de separação entre a parte clara e escura da Lua assume diferentes orientações em pois a Lua entre Nova e Quarto Crescente, por exemplo, pode aparentar formas lembrando um "C", ou um "D", ou, mais freqüentemente, em latitudes próximas ao equador, um "U" em posição direita ou invertida, dependendo da trajetória diurna que ela faz no céu e do instante em que a observamos. As fotos mostradas no calendário lunar do CDCC-USP (2007) ilustram bem esse fato.

A figura 4 representa a aparência típica da Lua, em uma fase entre Nova e Quarto Crescente, para observadores voltados para o oeste, em três latitudes diferentes: aproximadamente 40°S , aproximadamente 40°N e 0° (equador). Por simplicidade, a Lua e o Sol foram representados numa situação em que ambos se encontram no equador celeste¹³. Em cada figura, a linha horizontal representa o horizonte e a linha vertical representa o plano perpendicular a ele. O equador celeste (representado pela reta na qual

¹³ Equador celeste é a projeção, na abóbada celeste, do equador geográfico.

foram desenhados o Sol e a Lua) tem uma inclinação, em relação à vertical, igual à latitude do lugar. Não é difícil imaginar, pelas situações apresentadas, que, quanto maior a latitude, mais inclinado para a direção norte (se for latitude sul) ou para a direção sul (se for latitude norte) se encontrará o equador celeste, e o arco brilhante da Lua Crescente ficará cada vez mais "em pé" em relação ao horizonte, lembrando mais a letra "C", se a latitude for sul, ou "D", se for norte.

As figuras 5 e 6 representam a aparência típica da Lua aproximadamente três semanas mais tarde, (ou uma semana antes), quando estiver em fase entre Quarto Minguante e Nova, para observadores nas mesmas latitudes da figura 4, nos casos de observarem a Lua quando ela estiver a oeste (figura 5) e a leste (figura 6).

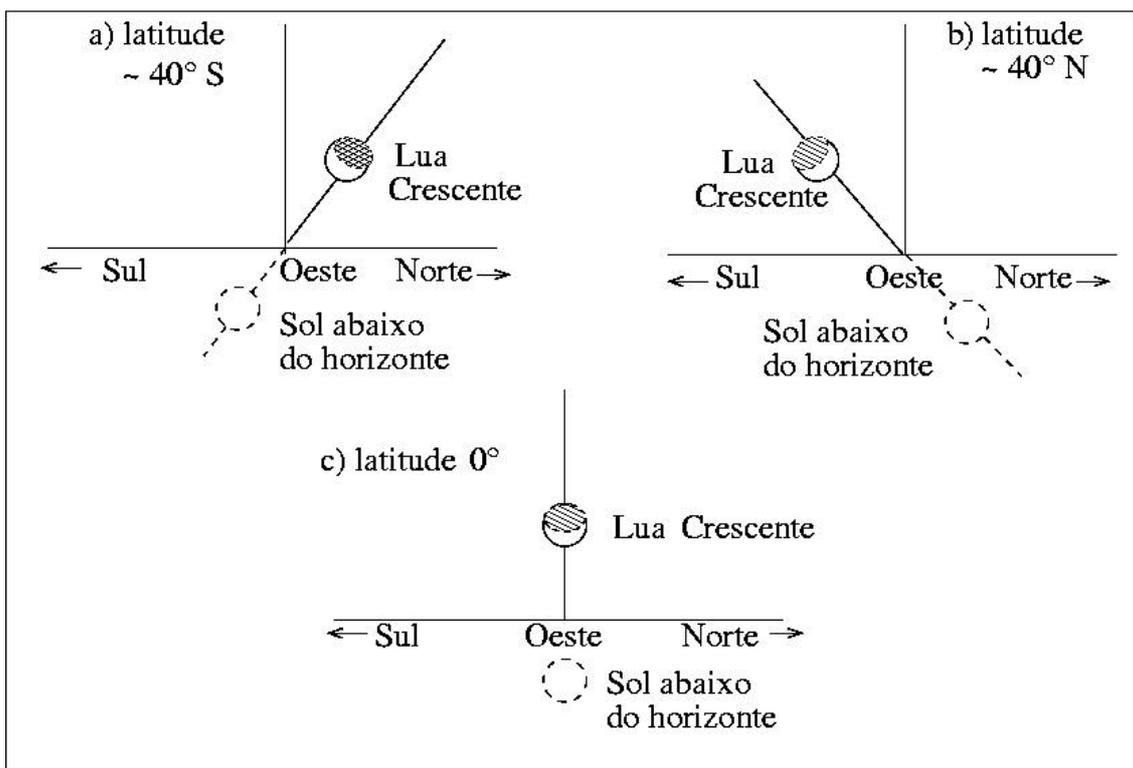


Figura 4. Figura esquemática representando a aparência típica da Lua, em uma fase entre Nova e Quarto Crescente (por simplicidade indicada como "Lua Crescente"), num instante em que se encontra no lado oeste do céu (acima do horizonte oeste), em três latitudes diferentes: (a) aproximadamente 40°S, (b) aproximadamente 40°N e (c) 0°(equador). Note como a porção iluminada da Lua está voltada para a direção do Sol, que está a oeste da Lua.

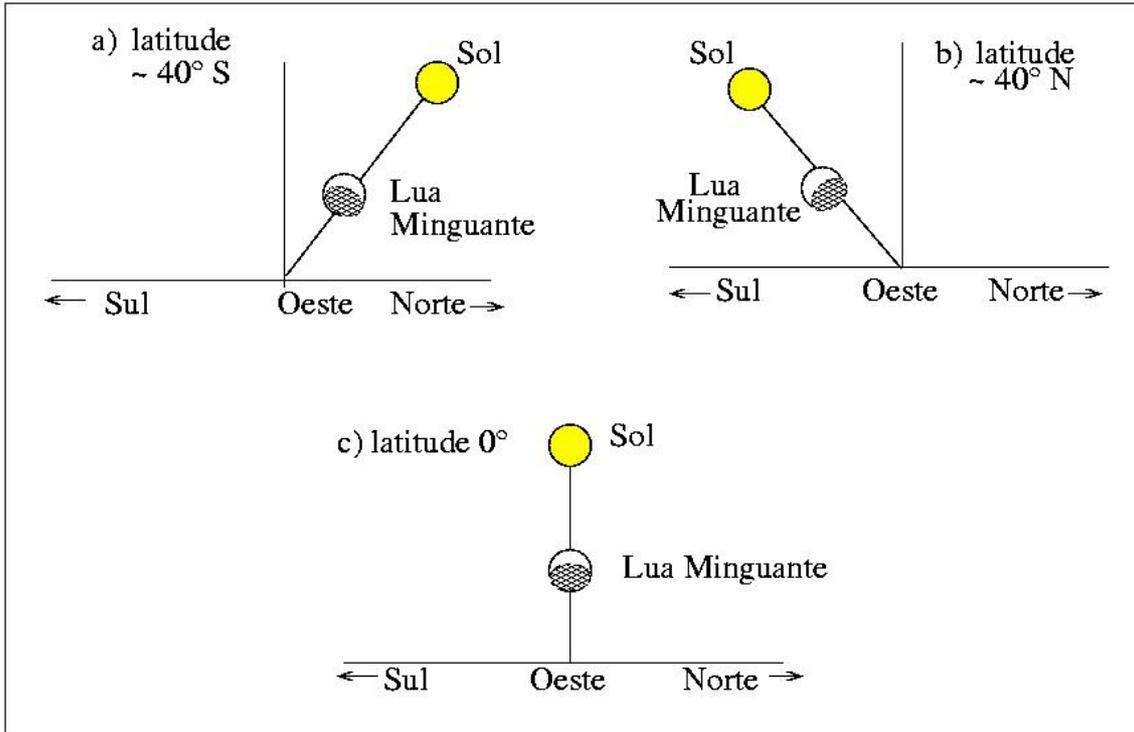


Figura 5. Figura esquemática representando a aparência típica da Lua, em uma fase entre Quarto Minguante e Nova (por simplicidade indicada como "Lua Minguante"), num instante em que se encontra acima do horizonte oeste, em três latitudes diferentes: (a) aproximadamente 40° S, (b) aproximadamente 40° N e (c) 0° (equador). Note que a porção iluminada da Lua está voltada para a direção do Sol, que agora está a leste da Lua.

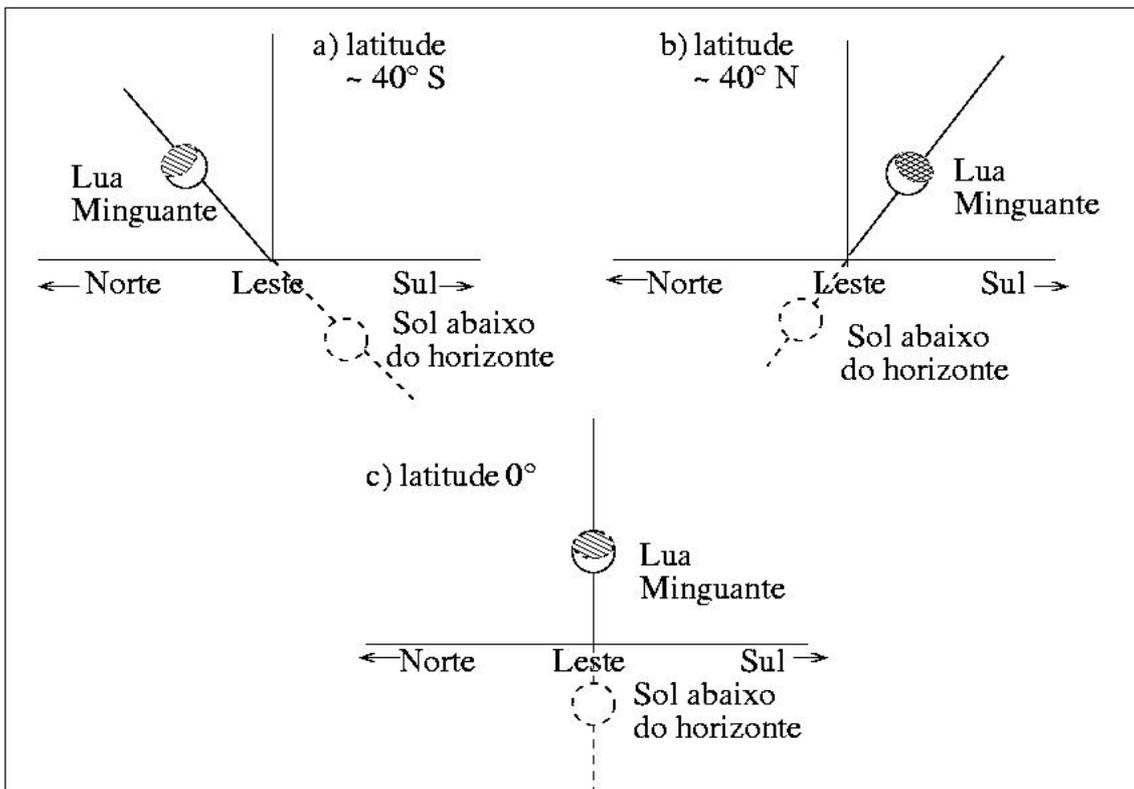


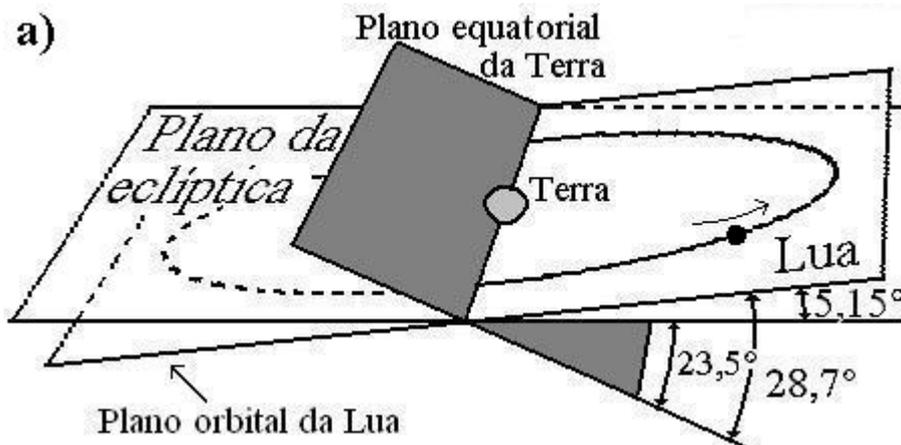
Figura 6. Figura esquemática representando a aparência típica da Lua, em uma fase entre Quarto Minguante e Nova (por simplicidade indicada como "Lua Minguante"), vista por um observador voltado para o leste.

para o leste, antes do nascer do Sol, em três latitudes diferentes: (a) aproximadamente 40° S, (b) aproximadamente 40° N e (c) 0° (equador).

2.2 Variações na declinação da Lua

Se o plano orbital da Lua coincidissem com a eclíptica, a variação da declinação da Lua durante o mês seria igual à variação da declinação do Sol durante o ano, ou seja, de $-23^\circ 27'$ a $+23^\circ 27'$. Sabemos que, se fosse assim, teríamos eclipses a cada Lua Nova e a cada Lua Cheia, pois a Lua e o Sol estariam na mesma direção e no mesmo plano.

No entanto, o plano orbital da Lua em torno da Terra tem uma inclinação de $i = 5^\circ 8'$ em relação à eclíptica. Apesar desse ângulo permanecer aproximadamente constante¹⁴, o plano orbital não é fixo, movendo-se de maneira que a linha de interseção entre os dois planos (linha dos nodos) executa uma volta completa em um período de 18,6 anos. Portanto, em relação ao equador da Terra, a órbita da Lua tem uma inclinação que varia de $23^\circ 27' + i$ a $23^\circ 27' - i$ (Krasavtev e Khlyustin 1970), ou de $18^\circ 19' (23^\circ 27' - 5^\circ 8')$ a $28^\circ 35' (23^\circ 27' + 5^\circ 8')$ (ver figura 7). Atualmente (início de 2007) o ângulo entre o plano orbital da Lua e o equador da Terra é máximo, ou seja, próximo de $28,5^\circ$, e portanto, a declinação da Lua, ao longo do mês, varia entre os limites aproximados de $[-28,5^\circ, +28,5^\circ]$ (ON-DAED). Há 9 anos atrás, esse ângulo estava no seu valor mínimo, 18° , e a declinação da Lua ao longo do mês variava menos, entre os limites $[+18,4^\circ, -18,4^\circ]$ (Espenak 1999).



¹⁴ O ângulo de inclinação i entre o plano orbital da Lua e o plano orbital da Terra sofre oscilações periódicas de $4^\circ 59'$ a $5^\circ 17'$ (Krasavtev e Khlyustin 1970).

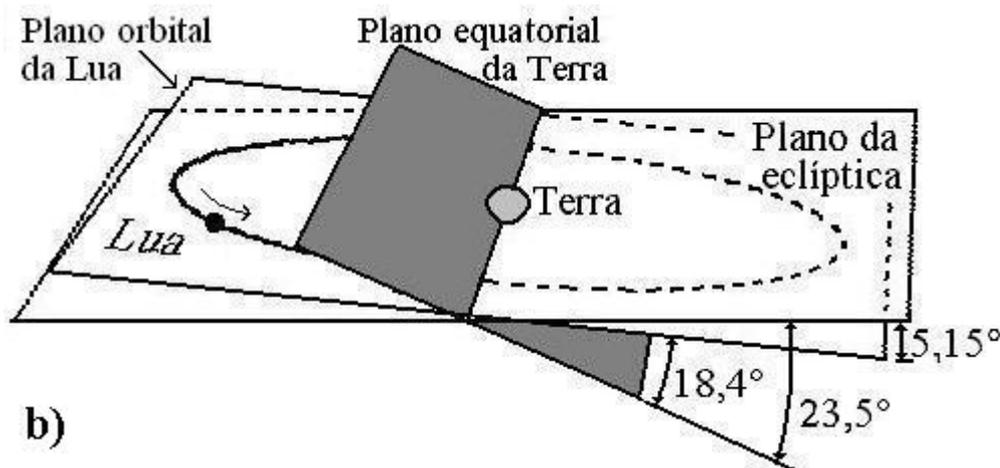


Figura 7. Variação das coordenadas lunares devido ao movimento da linha dos nodos. Em (a) está representado o caso em que a inclinação da órbita da Lua em relação ao equador terrestre é máxima ($23,5^\circ + 5,15^\circ$) e em (b) está representado o caso em que essa inclinação é mínima ($23,5^\circ - 5,15^\circ$). Estas figuras foram baseadas em outras mostradas no site <http://www.lettras.up.pt/geograf/seminario/Aula4.htm>.

3. O material didático

A idéia do experimento é mostrar como a Lua, tendo sempre metade de sua superfície iluminada pelo Sol e a outra metade escura (como mostram as imagens ao longo da elipse na figura 1), ao ser observada da Terra, aparece com diferentes porções iluminadas (como mostram as imagens externas à elipse na mesma figura).

3.1 Material básico

1. Uma caixa de papelão do tamanho de uma caixa de sapatos ou maior;
2. Bola de isopor de aproximadamente 2cm de diâmetro ou bolinha de ping-pong para simular a Lua;
3. Fonte de luz (lanterna, lâmpada de baixa potência ou luz natural) para simular o Sol.

3.2 Montagem e utilização

No centro de uma das laterais da caixa, abre-se um orifício de tamanho suficiente para encaixar uma lanterna ou lâmpada de baixa potência¹⁵. Orifícios menores, de aproximadamente 0,8 cm de diâmetro, serão feitos em posição deslocada do centro, na lateral em que foi acoplada a lanterna ou lâmpada, e em posição central em cada uma das demais laterais. Esses orifícios pequenos são as "janelas" através das quais se visualizará o interior da caixa. Convém identificá-los por letras diferentes, de maneira a poder se referir a cada orifício de maneira mais clara. Uma variação possível é substituir a lâmpada ou lanterna por luz natural, fazendo o orifício que serve de fonte de luz grande o suficiente (diâmetro de até o dobro do diâmetro da bolinha que representa a Lua). Nesse caso não há necessidade de abrir o orifício menor ao lado dele, pois ele serve também para visualização da bolinha a partir desse lado da caixa. As paredes

¹⁵ Convém lembrar que, se for usada uma lâmpada forte demais, existe o risco de queimar a caixa de papelão ou aquecer demais a tinta da caixa, liberando gases tóxicos; mesmo com baixa potência, a lâmpada precisa ter um suporte adequado para o soquete, que afaste suficientemente a lâmpada do papelão.

internas da caixa devem ser pintadas de preto para evitar a reflexão e realçar a visualização da "Lua". A bolinha representando a Lua deve ser fixada, através de um fio de linha preso ao topo da caixa ou através de um suporte preso à base da mesma, à altura dos orifícios pequenos. A figura 8 apresenta um desenho esquemático do modelo, e as figuras 9, 10, 11 e 12 mostram exemplos dos 4 tipos diferentes de modelos construídos pelos alunos-professores da turma de MEF008, assim como as diferentes "fases" visualizadas dentro das caixas.

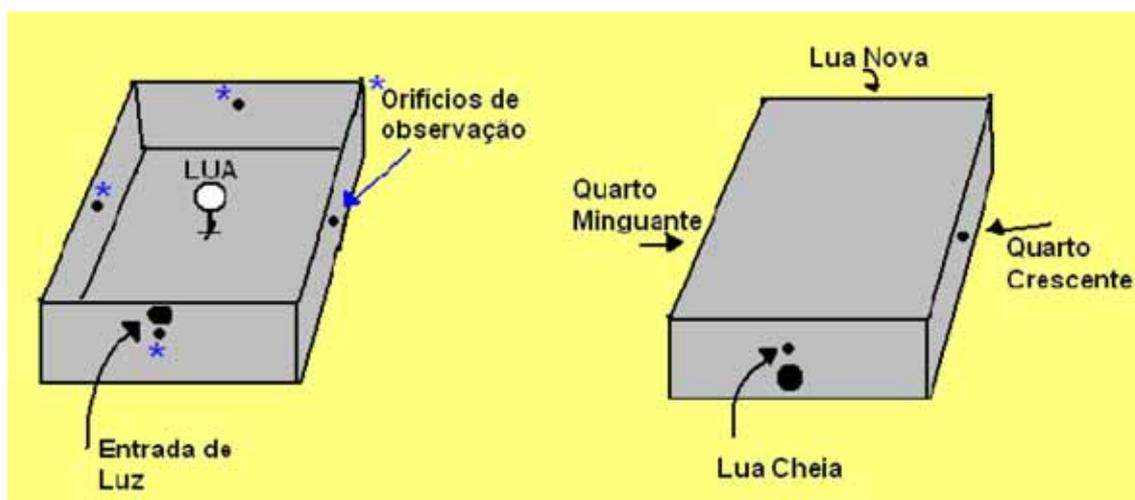


Figura 8. Um esquema da caixa.

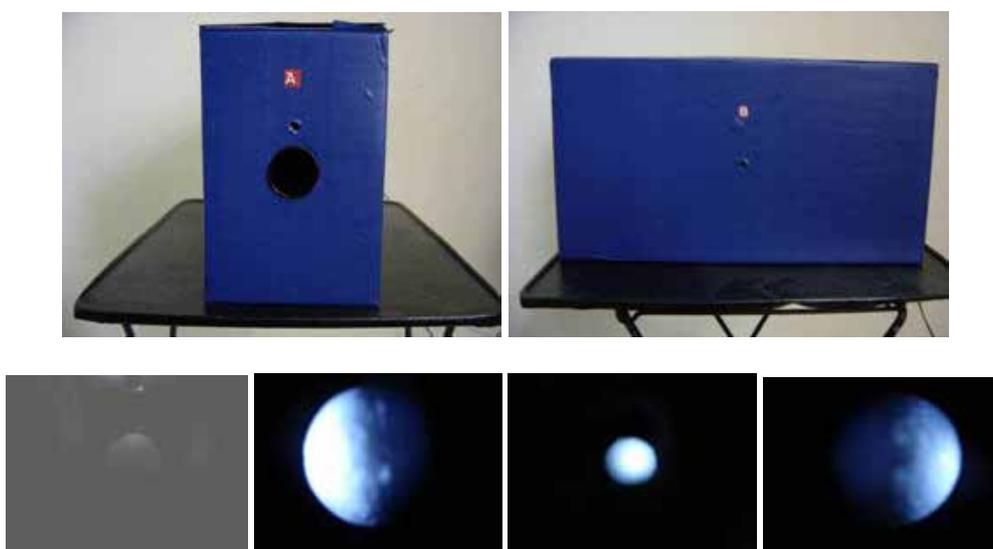


Figura 9. Modelo utilizando uma caixa retangular e uma lanterna. Os painéis superiores mostram duas laterais da caixa: a da esquerda mostra o orifício grande para acoplar a lanterna e o orifício pequeno para visualização da bolinha; a da direita só tem o orifício para visualização da bolinha. Os painéis inferiores mostram imagens da bolinha vistas a partir de quatro diferentes orifícios, simulando as quatro fases mais características. A "Lua" aparece menor nas fases Nova e Cheia devido ao fato da bolinha ficar mais próxima das laterais perpendiculares ao fecho da luz do que das laterais alinhadas com ele.



Figura 10. Modelo de uma caixa em que foi usada uma lâmpada incandescente de 15 W ligada à rede elétrica, acionada por um interruptor (painel superior esquerdo). O suporte da lâmpada é de porcelana, e possui um furo bem no centro, pelo qual foi passado o parafuso para prendê-lo à caixa. A lâmpada e o suporte foram envolvidos por uma armação de papelão (painel superior central), internamente revestida de papel alumínio e externamente pintada de preto, visando direcionar o foco da luz. Por segurança, a distância da lâmpada às paredes laterais da armação não deve ser inferior a 2 cm. A bolinha é presa por um fio à tampa da caixa (painel superior direito). Os painéis inferiores mostram imagens da bolinha visualizada através de 3 orifícios diferentes, simulando a Lua nas fases Crescente, Cheia e Minguante.



Figura 11. Um modelo de caixa em que é usado um orifício maior para entrada de luz natural para simular o Sol. No painel superior vemos uma foto da caixa aberta, mostrando a bolinha presa por um palito ao fundo da caixa. Os painéis inferiores mostram imagens da bolinha em fases “Nova”, “Crescente”, “Cheia” e “Minguante”.

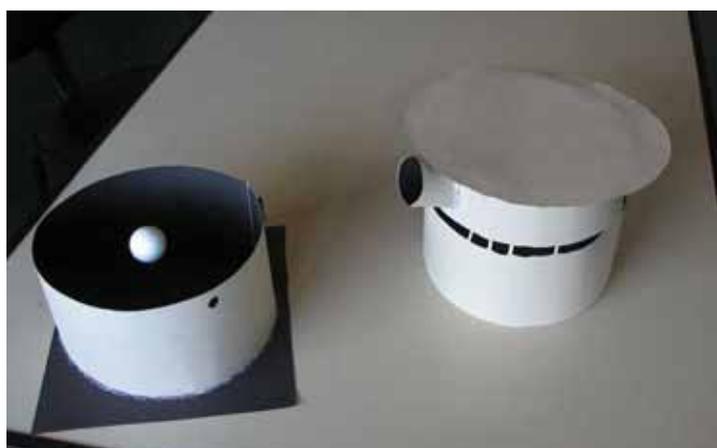
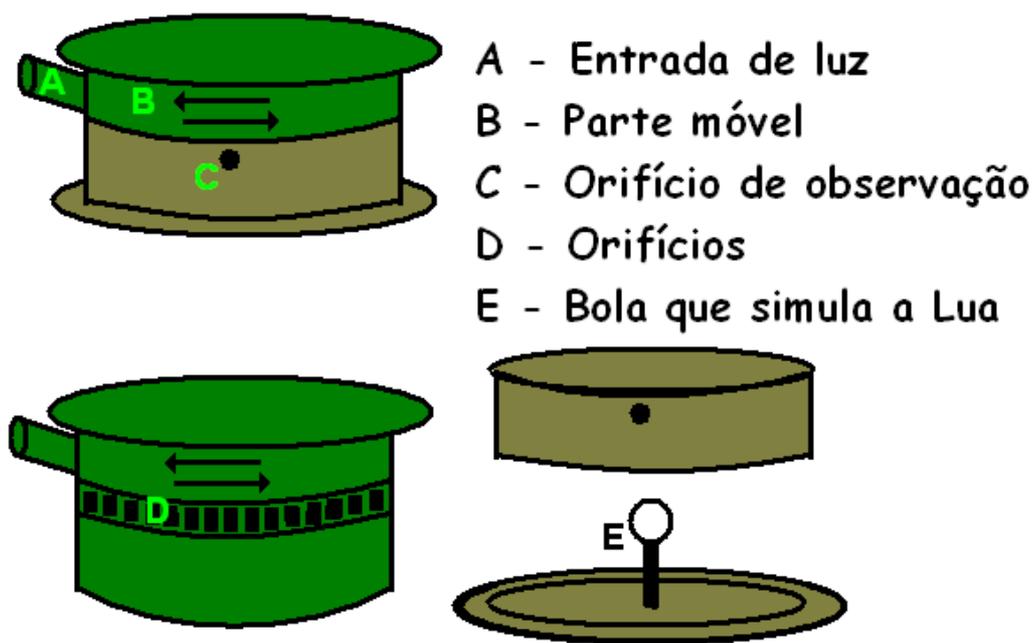


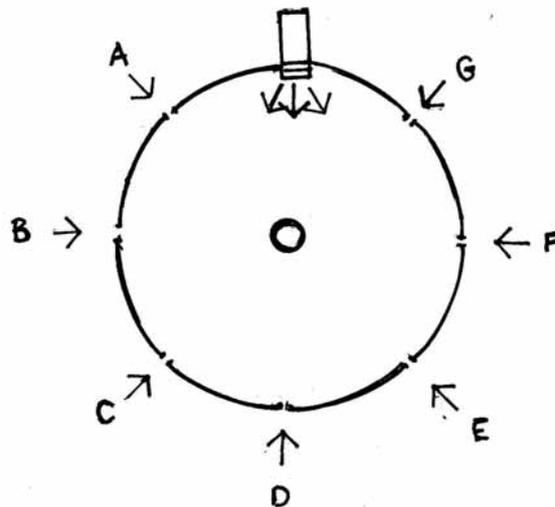
Figura 12. Uma variação do experimento, que permite uma melhor visualização das fases intermediárias, utilizando uma caixa cilíndrica, com diversos orifícios de observação. O painel superior apresenta um esquema da montagem da caixa. O painel do meio mostra uma foto das duas partes que compõem a caixa, e o painel inferior mostra imagens da bolinha vista de diferentes orifícios, simulando diferentes fases da Lua, desde Crescente de poucos dias (Nova-Crescente) até Minguante de vários dias (Minguante-Nova).

3.3 Utilização da caixa e sugestões de exercícios

O aluno deve olhar a "Lua" no interior da caixa através de cada um dos orifícios pequenos laterais, observando como muda a forma de sua parte iluminada de acordo com o orifício através do qual está olhando. Em cada caso, identificar os ângulos entre o

orifício, o "Sol" e a "Lua", e associar com as quatro fases mais características da Lua. É interessante identificar cada orifício através de uma letra, de maneira a poder se referir a eles de maneira mais clara. Abaixo propomos alguns exercícios que permitem explorar melhor o material didático construído.

1. Desenhe a bolinha como você a observa através de cada orifício, e identifique a fase da Lua representada em cada caso.
2. Faça um desenho esquematizando a configuração Sol-Lua-observador representada em cada um dos casos acima.
3. Coloque a caixa em uma cadeira e se debruce sobre ela para fazer a observação "de ponta cabeça". Desenhe a bolinha como você a enxerga através de cada orifício. Compare com os desenhos feitos no item 1. A forma do desenho relativo a cada orifício mudou? O pedaço da bolinha visto através do mesmo orifício, você estando na posição "em pé" ou "de ponta cabeça", é diferente ou é o mesmo?
4. Abra a tampa da caixa e cole uma figura não simétrica na bolinha de isopor, de frente para um dos orifícios. Observe a bolinha através desse orifício, primeiro na posição "em pé" e depois "de ponta cabeça". Desenhe a figura que você prendeu à bolinha, tal como você a enxerga nas posições "em pé" e "de ponta cabeça".
5. O conjunto dos aspectos do relevo lunar visíveis na Lua Cheia lembra, para muitos moradores do hemisfério sul da Terra, a imagem de um coelho. Como fica a imagem desse coelho para os moradores do hemisfério norte? Para responder, pense na questão anterior.
6. A figura abaixo esquematiza uma caixa cilíndrica, tendo no interior uma bolinha, a qual é iluminada por uma lanterna acoplada à lateral da caixa à altura da bolinha. As letras A, B, C, D, E, F e G indicam orifícios na caixa, também à mesma altura da bolinha, através dos quais pode-se visualizá-la. Desenhe como ela seria vista através de cada um dos orifícios. Identifique a parte do ciclo que corresponde à fase Crescente e a parte que corresponde à fase Minguante.



7. Em que fase a Lua fica entre o Sol e a Terra? Que tipo de fenômeno pode acontecer se, nessa fase, a Lua ficar exatamente na frente do Sol?

4. Comentários Finais

O modelo experimental aqui proposto, cujo objetivo é facilitar a compreensão do fenômeno das fases da Lua do ponto de vista do observador na Terra, também pode

auxiliar na compreensão do fenômeno de eclipses solares, pois o fato de verificar que, no experimento, a "Lua Nova" acontece quando a bolinha que representa a Lua fica contra a entrada de luz, faz os alunos perceberem que a configuração Sol-Lua-Terra necessária para que a Lua encubra o Sol acontece na Lua Nova.

É importante salientar que o nosso modelo se restringe ao conceito de "fases" de um corpo iluminado; ele não dispensa o uso de outros recursos visuais, como uma boa figura ou uma maquete do sistema Sol-Terra-Lua, para a descrição de porque a Lua passa por um ciclo de fases.

Duas restrições do modelo ao qual o professor que o utilizar deve estar atento são: primeira: nele, o observador vê a "Lua" passar por um ciclo de fases devido ao movimento do observador; o professor deve se certificar de que os alunos entendam que, na realidade, é a Lua que gira em torno da Terra¹⁶, e todos os observadores na Terra vêem a mesma fase; segunda: no modelo a "Lua" mantém sempre a mesma face voltada para o "Sol", e a face voltada para a "Terra" muda. Na realidade, a Lua mantém sempre a mesma face voltada para a Terra, a face voltada para o Sol varia. Essas restrições podem ser contornadas fazendo a seguinte variação: aumentar todos os orifícios de observação e providenciar "cortinas" para todos eles (por exemplo, quadrados de papelão preto fixados na parte superior dos orifícios com fita adesiva). Para olhar através de um orifício, basta levantar a "cortina". Nesse caso, o estudante deve ficar parado com a caixa na mão, à altura dos olhos, e olhar pelo orifício oposto à fonte de luz, para que veja a "Lua Nova"; à medida que ele gira em torno de si mesmo com a caixa nas mãos, simulando grupos de aproximadamente 7 dias de rotação da Terra a cada quarto de volta com relação à sala de aula, seus colegas vão abrindo e fechando as cortinas dos orifícios que lhe permitem visualizar as outras fases; dessa forma, a Lua gira em torno da Terra e, por construção, mostra sempre a mesma face para o estudante.

Os pontos fortes do experimento são o seu aspecto lúdico, que desperta o interesse pelo assunto, e os bons resultados que ele apresenta quanto à visualização das fases, como comprovam as fotos apresentadas.

Agradecimentos:

Agradecemos aos pareceristas anônimos pela cuidadosa e paciente revisão do artigo e pelas suas valiosas sugestões para melhorá-lo. A variação do experimento apresentada na última seção é contribuição de um dos pareceristas. M.F.S. agradece aos colegas Fernando Lang da Silveira e Kepler de Souza Oliveira Filho pela leitura crítica do trabalho, ao colega Gerardo Martinez pela ajuda com o resumo em espanhol e a todos os alunos da disciplina MEF008 do semestre 2006/1 pelo entusiasmo no desempenho da atividade sugerida, o que motivou a realização deste trabalho.

Referências:

BENNET, Jeffrey; DONAHUE, Megan; SCHNEIDER, Nicholas; VOIT, Mark. **The cosmic perspective** São Francisco: Pearson Education, Inc. 2002. 666p.

¹⁶ Na verdade, Terra e Lua giram em torno de um centro de massa comum mas, como a Terra é cerca de 80 vezes mais massiva do que a Lua, o raio da órbita da Terra em torno do centro de massa é cerca de 80 vezes menor do que o raio da órbita da Lua em torno dele, de forma que o centro de massa do sistema fica dentro da Terra.

- BERRY, A. **A short history of Astronomy**. New York: Dover Publications, Inc, 1961. 440p.
- BOCZKO, Roberto. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1984. 429p.
- CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en Astronomia. Un estudio com maestros de primaria sobre el dia y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. **Enseñanza de las Ciências**, v.13, n.1, p.81-96, 1995.
- CANALLE, João B. Explicando Astronomia com uma bola de isopor. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n.3, p.314-331, 1999.
- CDA. As fases da Lua. 2004. Disponível em:
<http://www.cdcc.usp.br/cda/aprendendo-basico/fases-lunares/fases-lunares.html>
Acesso em setembro de 2006.
- CDCC-USP. Calendário das Fases da Lua em 2007 para São Carlos - SP. 2007. Disponível em:
<http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/efemerides/2007/calendario-lunar-2007/fases-sc-sp-2007/calendario-lunar-2007.html>
Acesso em janeiro de 2007.
- COMINS, N. **Heavenly Errors: Misconceptions about the Real Nature of the Universe**, New York: Columbia University Press, 2003.
- ESPENAK, F. **NASA eclipse home page**, 1999. Disponível em:
<http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/TYPE/moon1.html>
Acesso em agosto de 2006.
- FERRAZ-MELLO, S.; KLAFKE, J. C., A Mecânica Celeste. In: FRIAÇA, Amâncio C.S., DAL PINO, Elisabete, SODRÉ JR., Laerte, JATENCO-PEREIRA, Vera (Org.). **Astronomia: Uma Visão Geral do Universo**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. Cap. 4, p. 65.
- KAVANAGH C.; AGAN, L.; SNEIDER, C. Learning about Phases of the Moon and Eclipses: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. **Astronomy Education Review**, v. 4, n. 1, p. 19-52, 2005.
- KRASAVTSEV, B.; KHLIYUSTIN, B. **Nautical Astronomy**. Moscou: Mir Publishers, 1970. 615p.
- LANGHI, R. Idéias de Senso Comum em Astronomia. Disponível em:
<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/langhi.pdf>
Acesso em janeiro de 2007.
- LEITE, C. **Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia**. Dissertação (mestrado em Educação), Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.
- MEES, Alberto; STEFFANI; Maria Helena. Astronomia: Motivação para o ensino de Física. **Hipermídias de Apoio ao professor de Física**. Porto Alegre, n.1, março 2005.
- MITTON, J. **A Concise dictionary of Astronomy**. New York: Oxford University Press, 1991. 423 p.
- MORES, Ridendo C. Romeu e Julieta. Versão digital disponível em
<http://www.culturabrasil.org/romeuejulieta/>
Acesso em jan 2007.
- NASA. The Da Vinci Glow. ScienceatNasa, 2005. Disponível em:
http://science.nasa.gov/headlines/y2005/04oct_leonardo.htm
Acesso em janeiro de 2007.
- OLIVEIRA FILHO, Kepler S., SARAIVA, Maria de Fátima O. **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004. 557p.

Maria de Fátima O. Saraiva, Cláudio B. Amador, Érico Kemper, Paulo Goulart e Angela Muller

ON-DAED. **Anuário do Observatório Nacional 2007**. Disponível em:

http://www.on.br/institucional/portuguese/biblioteca/anuario_2007/anuario-menu.html

PINHEIRO, L. Roteiro para uma aula sobre as fases da Lua. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/trabalhos.htm>. Acesso em agosto de 2006.

PEDROCHI; Franciana; NEVES, Marcos C. D. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior, **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, p. 2005. Disponível em:

http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART1_Vol4_N2.pdf

Acesso em janeiro de 2007.

SILVEIRA, Fernando L. As variações dos intervalos de tempo entre as fases principais da Lua. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.23. n.3, p.300-307, 2001.

ZEILIK, Michael. 1982. **Astronomy: the evolving universe**. New York: Harper& Row, 1982, 623p.

ADAPTANDO UMA CÂMERA FOTOGRÁFICA MANUAL SIMPLES PARA FOTOGRAFAR O CÉU

Marcos Cesar Danhoni Neves¹

Ricardo Francisco Pereira²

Resumo. O presente artigo procura introduzir um método de astrofotografia utilizando uma câmera fotográfica não reflex, de baixo custo. É feita uma revisão do processo fotográfico comumente empregado para fins de comparação com os objetivos pretendidos no presente trabalho.

Palavras-chave: Astrofotografia, máquina reflex, filme fotográfico, referencial geocêntrico.

ADAPTANDO UNA CAMARA FOTOGRAFICA COMUN PARA OBTENER FOTOGRAFIAS DEL CIELO

Resumen. En este trabajo será introducido un método de astrofotografía que utiliza una cámara fotográfica non-reflex (un método de bajo costo). Serán revisados algunos procesos fotográficos comúnmente utilizados actualmente para comparación con los objetivos de este trabajo.

Palabras clave: Astrofotografía, cámara reflex, película fotográfica, referencial geocéntrico.

ADAPTING A COMMON PHOTOGRAPHIC CAMERA TO TAKE PICTURES OF THE SKY

Abstract. In this paper will be introduced a method of astrophotography using a non-reflex photographic camera (a low-cost method). It will be revised some photographic processes commonly used nowadays for comparison with the aims of this paper.

Keywords: Astrophotography, reflex camera, photographic film, geocentric referential.

1. Introdução

A Astronomia é, provavelmente, a mais antiga e a mais bela ciência desenvolvida pela civilização humana. Segundo Filho e Saraiva (2004):

“O estudo da Astronomia tem fascinado as pessoas desde os tempos mais remotos. A razão para isso se torna evidente para qualquer um que contemple o céu em uma noite limpa e escura. Depois que o Sol – nossa fonte de vida – se põe, as belezas do céu noturno surgem em todo o seu esplendor”.

Além da beleza, outros sentimentos podem surgir quando se estuda Astronomia. De acordo com Neves e Argüello (2001): *“Observar os céus, tem produzido e continua*

¹ Programa de Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática. Centro de Ciências Exatas. Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Maringá-PR, 87020-900. e-mail: macedane@yahoo.com

² Programa de Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática. Centro de Ciências Exatas. Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Maringá-PR, 87020-900. e-mail: ricardoastronomo@gmail.com

produzindo no homem, sensações de imensidão, solidão, beleza, mistério e induzem profundos sentimentos, religiosos ou românticos”. De maneira similar, Moreno (em: http://gedal.astrodatabase.net/artigos_e_textos_ensinoedivulgacaodaastronomia.html) escreve: “*Certamente, não há aquele que, ante a primeira observação por um telescópio, mostre-se indiferente. As reações são as mais diversas possíveis. O entusiasmo dos jovens, a estupefação dos adultos ou o incredulismo dos mais velhos, não importa, o primeiro contato com o Cosmos é sempre algo especial e marcante*”.

A Astronomia, apesar de ser considerada a mais antiga das ciências, é a “grande desconhecida” de nossos alunos nas escolas e da população em geral (LANGHI, 2004; PEDROCHI e NEVES, 2005). Falta uma boa divulgação (e ensino) dessa ciência tanto nas escolas de Ensino Fundamental e Médio e nas Universidades quanto na imprensa de um modo geral. A esse respeito, escreve Moreno (2006):

“O único elo com o conhecimento mencionado será aquele exposto, brevemente, nas salas de aula ou de forma ainda mais efêmera pela imprensa. E, o que é ainda pior, não raramente as informações passadas dessas formas acabam se mostrando confusas, distantes e, o que é ainda mais lastimável, expostas de forma incorreta” [MORENO, 2006, em http://gedal.astrodatabase.net/artigos_e_textos_ensinoedivulgacaodaastronomia.html]

Menezes, professor do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) e um dos coordenadores dos Parâmetros Curriculares Nacionais, assim aludiu ao aprendizado da Astronomia:

“É interessante olhar para o céu e identificar partícipes do nosso pequeno condomínio, o Sistema Solar. Ah, aquilo não é uma estrela, é Vênus, um planeta. Reconhecer a Via Láctea, nossa metrópole. O barato é dominar isso, não para repetir na prova, mas para debater e filosofar sobre. Não é verdade que a criança não se interessa por filosofar. Ela só não quer ser incomodada”. (MENEZES, 2003)

Reeves, astrofísico canadense e autor de livros de divulgação científica, afirma:

“Pode-se desejar reconhecer as estrelas e as constelações. Mas, de início, podemos perguntar por quê. Por que nos dar a esse trabalho? Por que investir esforços nesse sentido? Reconhecer as estrelas talvez seja tão útil (ou inútil...) quanto saber dar os nomes das flores selvagens nos bosques. Hoje, a navegação é feita com satélites apropriados. Só mesmo quem gosta de velejar é que às vezes levanta os olhos aos céus para se guiar; e uma ou duas constelações são suficientes para se encontrar a Estrela Polar [no Hemisfério Norte]. A verdadeira motivação é outra. Ela diz respeito ao prazer, ao prazer de transformar um mundo desconhecido e indiferente em um mundo maravilhoso e familiar. Trata-se de “domesticar” o céu para habitá-lo e, nele, sentir-se em casa”. (REEVES apud PELLEQUER, 1991)

Para expressar a importância da observação do céu e realçar esse entusiasmo, hoje quase perdido, o presente artigo busca explorar as possibilidades de fotografar o céu

(Astrofotografia) de forma simples e que pode servir como um suporte razoável para o ensino de Astronomia no nível Fundamental (5ª a 8ª séries) e no Ensino Médio.

Para tal fim, podemos utilizar uma analogia com um caso conhecido de ensino de Física. Um professor dessa disciplina, quando pretende ensinar aos seus alunos sobre lançamento de projéteis, normalmente desenha a trajetória no quadro e se apropria das imagens do livro didático. O problema é que nesse caso, os alunos não têm contato nenhum com a tridimensionalidade da situação. Há praticamente um ‘exílio’ da situação real. Quando um professor realiza com seus alunos experiências práticas com lançamento de projéteis, esses alunos passam a ter um contato direto com a situação, tornando a atividade como um fato “palpável”, concreto.

Como o ensino de Física envolve muita subjetividade, seu aprendizado, na escola atual, é sempre realizado de forma teórica, quase sempre desmotivante. Quando utilizamos experimentos, simulações, softwares e outros recursos do gênero no ensino de Física, transformamos essa subjetividade em um tipo de objetividade que pode colaborar de maneira mais eficaz na aprendizagem dos alunos. Com a Astronomia não é diferente. Os astrônomos estudam objetos que estão a milhares, milhões ou bilhões de quilômetros de distância (Sistema Solar) e objetos que estão a milhares, milhões e bilhões de anos-luz de distância (nossa galáxia, outras galáxias e aglomerados de galáxias). Motivar as pessoas a estudar ou analisar objetos que estão a distâncias inimagináveis para os padrões humanos é tarefa muito árdua. Como, então, estudar esses objetos tão distantes sem o uso de fotografias, que tanto encantam e motivam o interesse pela astronomia?

Trabalhar com a Astrofotografia pode aproximar o interesse das pessoas num céu já tão empobrecido pelo sistema de ensino e pelas luzes e poluição das cidades. Investir, pois, numa Astrofotografia simples, significa tocar a imaginação das pessoas, trazendo para um “pedaço de papel” um pedaço do céu como nunca antes observado. Além disso, a fotografia astronômica pode se constituir num recurso didático enriquecedor para o aprendizado de conceitos de Astronomia e do aprendizado de Física, especialmente envolvendo a interdisciplinaridade entre aquela ciência e os conceitos de ótica.

As primeiras fotografias astronômicas foram feitas em 1840, pouco depois da invenção da placa fotográfica pelo norte-americano John W. Draper. Nessa ocasião foram registradas imagens da Lua. Em 1842, o físico G. A. Majocchi fotografou o eclipse de Sol de 8 de julho. A partir daí, a Astronomia evoluiu consideravelmente associando observações sistemáticas a registros fotográficos cada vez mais melhores:

“O progresso da fotografia no último século foi a arma poderosa para a humanidade curiosa. Mais do que, isso serviu para transformar várias ciências e artes. Se os astrônomos continuassem a depender da visão humana para conhecer o universo, pouco saberiam, embora as lentes e espelhos telescópicos, complementos da visão, contribuíssem de maneira espetacular para atingir distantes galáxias e desvendar a química cósmica. Na verdade, sem a fotografia, a bela visão pictórica do universo não teria sido possível.” (BIBLIOTECA DA NATUREZA LIFE, 1970).

Fotografar objetos e eventos astronômicos não é apenas trabalho de astrônomos profissionais que possuem telescópios gigantesco. Muitas das belas fotografias que encontramos em livros ou em sites de astronomia foram feitas por astrônomos amadores que usam equipamento apropriado modesto (Figura 1). A astrofotografia é normalmente o passo seguinte de quem já possui um telescópio e já tem bons conhecimentos sobre o céu, e naturalmente, quer registrar e compartilhar o que está observando. No entanto, o fato de não possuir um telescópio não impede que se dê o primeiro passo em Astrofotografia. Mesmo que a técnica de câmera fixa no tripé imponha certas limitações, é possível produzir fotos surpreendentes. Naturalmente o conhecimento básico de fotografia e uso de equipamento fotográfico favorecerá essa tarefa.



Figura 1. Observação do cometa Hale-Bopp na primavera de 1997. [Courtesy: “Sky and Telescope, 2006. Em: <http://www.covingtoninnovations.com/astro/exhibit.htm>]

Como afirma Ré (2003):

“Fotografar o céu é uma ambição natural de muitas pessoas, entre as quais incluem-se os entusiastas da fotografia e da astronomia, os amantes da natureza e os astrônomos amadores. Por vezes pensa-se que registrar estas imagens exige equipamentos altamente sofisticados e amplos conhecimentos, mas algumas fotografias, estão ao alcance de qualquer pessoa motivada e persistente e nem por isso deixam de ser belas. O equipamento necessário é por vezes, muito simples”.

Essas são recomendações para aqueles que buscam informações sobre como se iniciar na Astrofotografia. Hoje em dia, as máquinas fotográficas estão mais sofisticadas e uma imensidão de câmeras digitais inundam o mercado, com preços cada vez mais acessíveis. Ainda assim, uma câmera do tipo reflex (Figura 2 - com lentes intercambiáveis, velocidade B) continua com preço proibitivo quando comparamos com uma câmera comum (dessas que podem ser facilmente encontradas em qualquer bazar ou até em lojas de produtos importados com preços acessíveis, comumente chamadas de “1,99”).



Figura 2. Câmeras mecânicas do tipo reflex. [Em http://www.astropix.com/HTML/I_ASTROP/I03/I03.HTM]

Para iniciar-se na astrofotografia, será necessário o uso de uma câmera reflex 35 mm (SLR³) preferencialmente do tipo mecânica (que não necessita de baterias para operar) e que possua controle de velocidade (“velocidade B”⁴). Lentes adicionais são imprescindíveis. Algumas abrangem distâncias focais de 28mm até 200mm, um cabo de disparo com trava e um cronômetro. Os filmes fotográficos podem ser adquiridos em lojas de materiais fotográficos e existem diferentes tipos de filmes no que diz respeito à sensibilidade do mesmo:

“A câmara fotográfica deve ser munida de uma objetiva normal, (50 mm, 1:2.8 ou mais luminosa; evitar o uso de objetivas com zoom) montada num tripé estável. Devem utilizar-se, de preferência, câmaras fotográficas que sejam munidas de obturação mecânica (a maioria das câmaras existente atualmente no mercado possui obturação eletrônica). Se utilizar uma câmara com obturação eletrônica, as pilhas se gastarão rapidamente por terem de efetuar poses relativamente longas (maiores que 30 segundos)”. (RÉ, 2003).

Pelo trecho acima, poderíamos concluir que a Astrofotografia não é uma tarefa tão simples como parece. As máquinas reflex possuem muitas configurações, onde o fotógrafo tem que ter um bom domínio sobre seus recursos. Por esse motivo, desenvolver um método de baixo custo para se fotografar o céu pode constituir num poderoso agente motivador para o ensino de Astronomia para todos aqueles que nunca teriam acesso ao equipamento necessário para fotografar o céu. Imbuídos desse objetivo, o presente artigo buscará descrever a câmera fotográfica e suas características essenciais antes de explorar uma metodologia adequada para o uso de uma máquina simples, não reflex, para a Astrofotografia.

2. O uso do filme fotográfico e da câmera fotográfica

Entender quais são as características principais de uma emulsão fotográfica e como se obtém uma fotografia nos ajudará a indicar boas maneiras para obter fotografias razoáveis do céu noturno.

³ SLR – sigla que vem da expressão inglesa “Single Lens Reflex”). 35 mm é a dimensão da diagonal de uma pose do filme.

⁴ “B” – sigla que vem da palavra inglesa “Brief”, ou “Breve” em português.

Os filmes fotográficos possuem uma característica denominada ISO⁵ ou ASA⁶. Quanto maior o número ISO, maior a sensibilidade do filme à luz, mas também há a relação com a velocidade. Os números ISOs são 100, 200, 400, 800, 1600. Quanto menor o número ISO, menor a sua velocidade, mas precisa-se de um maior tempo de exposição para o filme. Por exemplo: cada vez que se duplica a velocidade ISO, necessita-se da metade do tempo de exposição. Um filme ISO 400 é duas vezes ‘mais rápido’ que um ISO 200 e quatro vezes ‘mais rápido’ que um filme ISO 100. Um objeto que requer uma exposição de 1 minuto com um filme ISO 100 necessitará somente de 30 segundos com um ISO 200 e uma velocidade mais curta de só 15 segundos com um ISO 400; caso não haja falha de reciprocidade de exposição da emulsão para tempos relativamente longos [tempos “não longos” são aqueles que vão de 1segundo a ¼ segundo]. Quanto mais rápido seja o filme, menor será o tempo de exposição à luz.

Quanto maior o número ISO, mais caro é o filme fotográfico. Os mais comuns são os de ISO 100 e 400. Um filme de ISO 400 custa cerca de 50% a mais que um de ISO 100⁷. Os filmes de ISO 800 e 1600 são bem mais caros e, normalmente, devem ser encomendados nas lojas de materiais fotográficos.

Na tabela 1, abaixo, podemos identificar vários filmes, suas marcas, o ISO ou ASA e as condições de uso.

Tabela I – características de alguns filmes fotográficos [em http://www.geocities.com/alnitack_br/filmes.htm]

Filme/Marca	ISO (ASA)	Número de poses	Condições de Uso
Kodak Gold 100	100	12, 24 e 36	Uso geral externo, grandes ampliações; Passeios, viagens, retratos, praia, neve.
Fuji Super HG V 100	100	12, 24 e 36	Uso geral externo, grandes ampliações; Passeios, viagens, retratos, praia, neve.
Agfa HDC 100	100	36	Uso geral externo, grandes ampliações; Passeios, viagens, retratos, praia, neve.
Kodak ProImagem 100	100	36	Uso geral externo e interno, grandes ampliações, pessoas Para casamentos, batizados, eventos sociais, retratos, com uso de flash profissional. Use-o em lugar do Kodak Gold (é mais barato...)
Fuji Superia 100	100	24 e 36	Uso geral externo, grandes ampliações; pessoas Passeios, viagens, retratos, praia, tom de pele "aquecido".

⁵ ISO – da expressão inglesa “International Standards Organization”.

⁶ ASA – da expressão inglesa “American Standards Association”.

⁷ Por exemplo, um filme ISO 100 de 36 poses custava no Brasil cerca de dez reais (menos de cinco dólares) em 2006.

Kodak Gold 200	200	24 e 36	Uso geral externo e interno, câmeras automáticas com zoom; Passeios, viagens, natureza, festas, campo, cotidiano.
Fuji Super HG V 200	200	36	Uso geral externo e interno, câmeras automáticas com zoom; Passeios, viagens, natureza, festas, campo, cotidiano.
Fuji Superia 200	200	36	Uso geral externo e interno, câmeras automáticas com zoom; Passeios, viagens, natureza, festas, campo, cotidiano, tom de pele "aquecido".
Kodak Gold Ultra 400	400	12, 24 e 36	Uso externo e principalmente para uso interno com flash, câmeras com lentes zoom e teleobjetivas; Festas, aniversários, jogos, viagens e visita à lugares diversos (igrejas, museus), fogos de artifício.
Fuji Super HG V 400	400	36	Uso externo e principalmente para uso interno com flash, câmeras com lentes zoom e teleobjetivas; Festas, aniversários, jogos, viagens e visita à lugares diversos (igrejas, museus), fogos de artifício.
Fuji Superia 400	400	36	Uso externo e principalmente para uso interno com flash, câmeras com lentes zoom e teleobjetivas; Festas, aniversários, jogos, viagens e visita à lugares diversos (igrejas, museus), fogos de artifício
Agfa HDC 400	400	36	Uso externo e principalmente para uso interno com flash, câmeras com lentes zoom e teleobjetivas; Festas, aniversários, jogos, viagens e visita à lugares diversos (igrejas, museus), fogos de artifício
Kodak Gold Zoom 800	800	24 e 36	Para ambientes de pouca luz sem uso de flash, ambientes internos com flash, câmeras automáticas com zoom e teleobjetivas; Eventos noturnos, festas, jogos, espetáculos.

Na primeira experiência com astrofotografias com câmera fixa, é importante realizar alguns testes com o tempo de exposição do filme fotográfico. Várias fotografias podem ser obtidas com tempos de exposições diferentes em relação à mesma região do céu e também com filmes de números ISO diferentes. É muito importante anotar meticulosamente os dados de cada fotografia tirada, tais como: tipo de filme (ISO), região do céu e tempo de exposição para comparar as fotografias depois de revelado o filme fotográfico para que possamos identificar o tempo de exposição ideal para o filme fotográfico adotado (ISO).

O trabalho que desenvolvemos aqui procura apresentar um método de adaptação de uma máquina fotográfica comum para obter fotografias do céu. Porém, para obtermos fotografias em máquinas comuns (não reflex) é necessário aprender como é o processo fotográfico como um todo.

Numa máquina fotográfica, as partes mais importantes são: a lente, o diafragma, e o obturador. A lente é a responsável por focalizar a imagem exatamente onde se encontra o filme. Este tem a finalidade de absorver a luz que passa pela lente formando a imagem. A principal característica de uma câmera para uso em Astrofotografia é a abertura de sua objetiva. Quanto maior o diâmetro da objetiva, mais luminosa será a imagem formada e, portanto, estrelas ou astros de brilho aparente menor poderão ser registrados nas imagens.

O diafragma⁸ (Figuras 3 e 4) é o responsável pelo controle da quantidade de luz por tempo de exposição, que chega ao filme (ver imagens abaixo). Se chegar pouca luz em um determinado intervalo de tempo, o filme absorverá pouca luz, formando uma imagem muito escura. Se chegar muita luz nesse mesmo intervalo de tempo, o filme absorverá muita luz, ficando muito sensibilizado e formará uma imagem muito clara, podendo “queimar” outras fotografias ou até velar o filme inteiro.



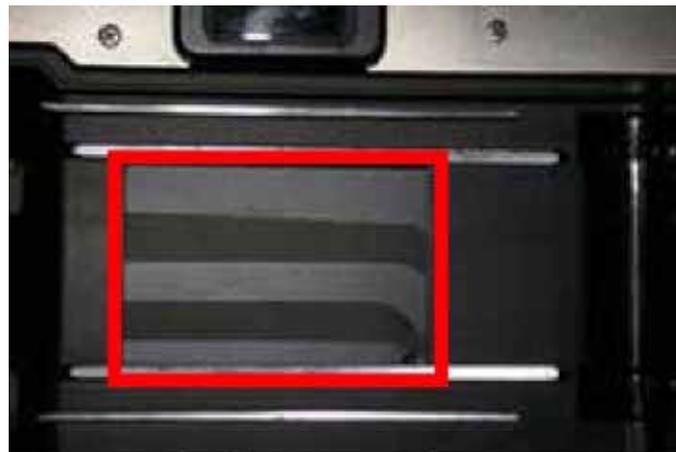
Figura 3. Dispositivo que contém a lente de uma máquina reflex e as ilustrações das diferentes “aberturas” de um diafragma. [em: <http://www.astrosurf.com/pedro/tecnica/Camaras.htm>]

⁸ Os números-f usados para a abertura do diafragma (1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 11, 16 e 22) em câmeras reflex denotam uma leitura recíproca, ou seja, quanto maior o número, menor a abertura. O número-f (notação f) representa a razão focal efetiva da objetiva, ou seja, é a divisão da sua distância focal (fixa) pelo diâmetro da abertura do diafragma (variável), ambos na mesma unidade (ex. mm). Quando se muda de um número-f para o seu adjacente superior, a área da abertura é reduzida por volta da metade em relação a anterior e, conseqüentemente, o tempo de exposição deverá ser dobrado para resultar numa mesma exposição do filme. O feixe de luz que atravessa a lente ou objetiva terá diâmetro menor e a imagem formada será menos luminosa.



Figura 4. Fotografia comparativa da diferença entre um diafragma fechado (à esquerda) e um diafragma aberto (à direita) em uma lente de máquina fotográfica. [em: <http://home.planet.nl/~fotoroos/les1.html>]

O obturador (Figura 5) é um dispositivo que controla o tempo de exposição de um filme à luz. Nas máquinas reflex mecânicas, o fotógrafo pode controlar o tempo de exposição, inclusive para poder obter exposições longas. Na Astrofotografia, o tempo de exposição é demasiadamente longo para os padrões fotográficos normais. Por esse motivo, geralmente os astrofotógrafos acoplam ao botão do obturador, um disparador manual que trava esse botão por quanto tempo se desejar.



obturador

Figura 5. Fotografia indicando o obturador mecânico de plano focal da máquina dentro do retângulo vermelho (fotografia dos autores)

Em uma máquina fotográfica normal (não-reflex), o obturador é aberto e fechado muito rapidamente no momento em que se “dispara” a máquina. O fotógrafo não tem o controle

desse dispositivo, não podemos deixá-lo aberto pelo tempo⁹ que precisar e o diafragma tem uma abertura fixa, que não pode ser mudada.

Resumindo, a diferença entre as máquinas reflex e as máquinas comuns está no controle da quantidade de luz que entra na máquina por unidade de tempo, o qual é proporcionado pela liberdade de escolha da abertura de diafragma e do tempo de exposição (ou velocidade de obturação).

Teoricamente é impossível obter astrofotografias com as máquinas normais sem nenhum tipo de adaptação. Porém, através de uma simples adaptação, mostraremos como podemos utilizar máquinas normais manuais para obter fotografias do céu. É essa adaptação a principal contribuição do presente artigo.

3. Fotografar o céu com o uso de uma câmera comum (não-reflex)

O primeiro passo é encontrar uma máquina fotográfica comum (para filme de 35 mm ou 28 mm) e *manual* (figura 6). É nela (máquina obtida numa loja de comércio popular) que faremos uma adaptação muito simples, do ponto de vista técnico.

A intenção aqui é fazer com que o obturador da máquina fotográfica fique aberto e não fechado, como ocorre normalmente. Assim, agindo dessa maneira podemos simular a velocidade “B” das câmeras reflex. A máquina deve ser aberta no local onde se coloca o filme fotográfico. É possível observar nessa oportunidade o funcionamento do obturador, “disparando” a máquina seguidas vezes.

Podemos observar claramente que o obturador abre e fecha muito rapidamente. É exatamente isso que queremos evitar. Se colocarmos o dedo no obturador e o deixarmos semi-aberto, notamos que a máquina fotográfica continua disparando normalmente. Então, podemos, com o auxílio de um pouco de cola, selar o obturador aberto. Para isso vamos precisar de uma cola poderosa e de secagem rápida, do tipo “superbonder”. Coloca-se a cola no obturador e, com o auxílio de um palito de dentes, ou palito de sorvete ou ainda uma caneta, empurra-se o obturador totalmente para dentro da máquina de forma a não deixá-lo voltar à sua posição original. Após a secagem da cola, deve-se conferir se o obturador ficou bem colado. Isso se faz “disparando” a máquina várias vezes. Se o obturador não voltou à posição de origem (que é obstruir a passagem de luz) é por que ele está bem selado. A adaptação já está pronta e a máquina pronta para registrar fotografias do céu.

Agora que a máquina já está adaptada, falta escolher o filme fotográfico e estabelecer um modo seguro de como obter uma boa fotografia de uma região do céu. Para o primeiro teste, é recomendado o filme ISO 400¹⁰, uma vez que apresenta boa sensibilidade e um

⁹ A escala de tempos de exposição – em segundos – usada em câmeras reflex (... , 8, 4, 2, 1, ½, ¼, 1/8, 1/15, 1/30, 1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, ...) baseia-se na redução pela metade, ou quase a metade, a cada ponto, de forma análoga à escala de números-f do diafragma).

¹⁰ Um filme de ISO 100 também pode ser utilizado, mas demanda uma exposição maior.

custo bastante acessível (além de ser facilmente encontrado em lojas e supermercados). A marca do filme não é relevante; procure escolher uma marca de sua preferência.

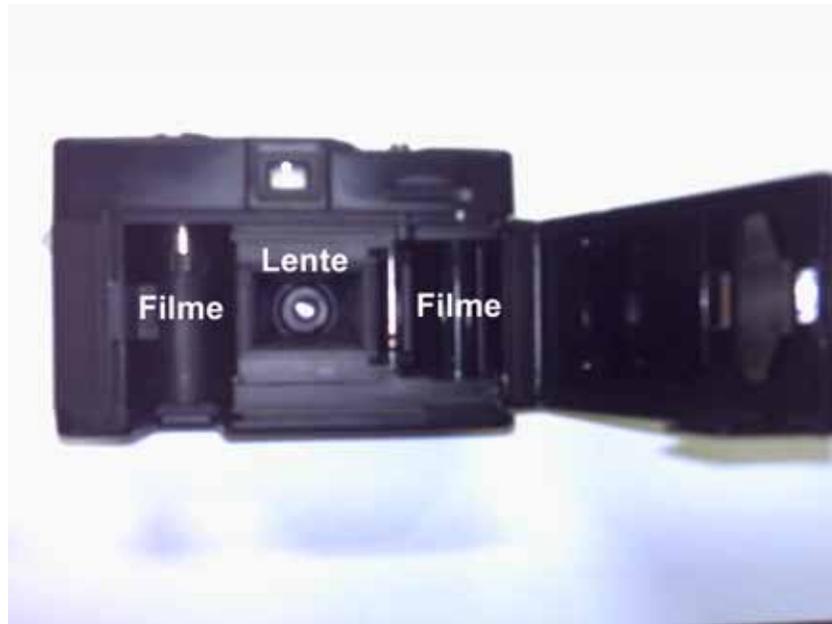


Figura 6. Foto de uma máquina de baixo custo já adaptada para fotografar o céu. Podemos observar que abaixo da palavra “lente” existe um ponto branco. Ali fica a lente da câmera e o obturador da objetiva. (fotografia dos autores)

Como a máquina não possui o obturador para obstruir a luz que passa pela lente deve-se tomar cuidado extra para se colocar o filme. Esse cuidado se deve porque é preciso disparar a máquina para rodar o filme, mas para realizar essa ação, a máquina deve estar num local muito escuro ou, simplesmente, colocada contra o corpo do fotógrafo, com a lente apontada contra o peito. Imediatamente após esse processo, com a máquina ainda pressionada ao peito, deve-se fechar a parte que impede a entrada de luz na máquina. Todas as máquinas possuem esse dispositivo. Com esse dispositivo fechado, a máquina não “dispara”, ou seja, é impossível tirar fotografias. Com a máquina pronta para fotografar, é necessário agora um tripé ou um lugar onde a máquina possa ser apoiada firmemente, deixando-a estável, sem balançar. Isso evitará que as imagens das estrelas saiam “trêmulas”.

Para fotografar o céu noturno é necessário encontrar um local aberto, um campo ou um pasto, por exemplo, em total escuridão, distante das luzes da cidade ou de qualquer lugar iluminado. Quanto mais “claro” o céu, piores serão as fotografias.

Além de um bom local, o momento para se obter essas fotografias também é importante. A Lua, reflete a luz do Sol. Dependendo da fase em que se encontre, uma maior quantidade de luz é refletida em direção a Terra. A luz que a Lua reflete é dispersa pela atmosfera. Então, da superfície da Terra, vemos a região em volta da Lua quase azulada e as estrelas parecem “brilhar” menos. Quanto mais próximo da fase da Lua Cheia, maior será a região “azulada” em torno da Lua, e, conseqüentemente, pior para se obter boas

fotografias do céu. Na época da Lua Nova, isso não ocorre e o céu fica bem escuro, com as estrelas brilhando com maior intensidade aparente. Essa é a época mais apropriada para fotografar o céu.

Após a escolha de um local adequado para fotografar e do posicionamento da máquina sobre uma superfície fixa (ou sobre um tripé), aponte a mesma para a região do céu que se deseja fotografar (p.ex., as estrelas do Cinturão de Órion, as Plêiades, a região ao redor do pólo elevado sul – circumpolar, o Cruzeiro do Sul, etc.). Abra a tampa da lente da máquina, “bata a foto”, pressionando o botão disparador da câmera, soltando-o em seguida. Deixe a máquina nesse estado por alguns minutos, dependendo do tempo de exposição que se deseja dar (baseado, também, na sensibilidade do filme, ISO 100 ou 400). Transcorrido o tempo de exposição e procurando não mexer a máquina, cubra a lente objetiva totalmente com um pano escuro, para evitar que se transmita qualquer réstia de luz para o interior da câmara escura da máquina. Feche então a tampa da lente e gire o filme.

Para se ter uma idéia do tipo de fotografia que essa máquina fotográfica, agora adaptada, pode obter, observe as Figuras 7 e 8 abaixo:



Figura 7. Fotografia de longa exposição do pólo celeste sul. [cortesia: Felipe Braga Ribas – CAPEP (Clube de Astronomia do Colégio Estadual Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil)]



Figura 8. Fotografia de longa exposição da Constelação de Órion. [Em: <http://astrosurf.com/diniz/trailsorion.html>]

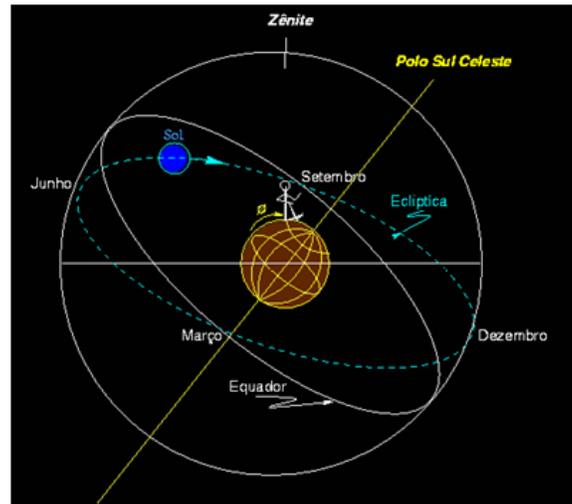


Figura 9. Representação esquemática da esfera celeste: uma visão geocêntrica do Universo. [Em: <http://astro.if.ufrgs.br/coord.htm>]

Olhando para o céu em uma noite estrelada, parece que estamos no centro de uma grande esfera oca, como parecem indicar os traços luminosos nas fotografias de longa exposição apresentadas (Figuras 7 e 8). As estrelas parecem estar “coladas” nessa esfera. Com o passar do tempo, as estrelas mudam de posição, porque para um observador na superfície da Terra toda a abóbada celeste parece se mover (Figura 9) carregando todas as estrelas “fixas”, os planetas e a Lua (astros ‘móveis’). Se observarmos o céu em dias seguidos e na mesma hora, perceberemos que as estrelas aparentam voltar sempre ao

mesmo lugar. Porém, se observarmos o céu por períodos longos, meses por exemplo, perceberemos que as estrelas, apesar de manterem as mesmas distâncias relativas entre si, mudam de posição no céu quando observadas sempre à mesma hora, o que acaba diferenciando para cada uma das estações do ano, as diferentes constelações predominantes no céu noturno¹¹.

A Figura 10 ilustra o movimento aparente do sol em diferentes latitudes e a Figura 11 a disposição de uma câmera (reflex no caso) sobre um tripé.

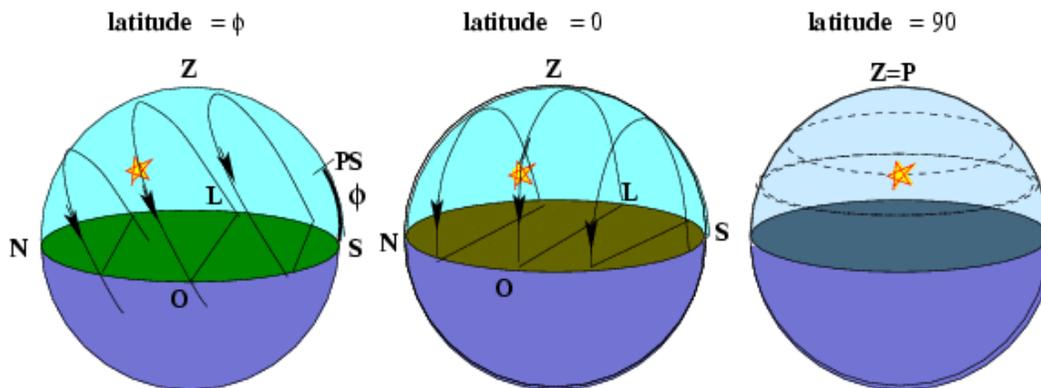


Figura 10. Movimento aparente do Sol no céu em diferentes localidades no globo terrestre. [Em: <http://astro.if.ufrgs.br/coord.htm>]



Figura 11. Câmeras reflex dispostas sobre tripés (uso profissional). [Em: <http://www.rugift.com/photocameras/astrophotography-camera-sets.htm> e <http://www.fireflybooks.com/books/7801XA.html>]

A série de ilustrações na Figura 10 indica que uma pessoa na linha do equador (latitude = 0°) perceberá o movimento aparente das estrelas na esfera celeste como arcos perpendiculares ao horizonte. Uma pessoa em qualquer um dos pólos terrestres (latitude = 90°), perceberá o movimento das estrelas como arcos paralelos ao horizonte, ou seja, determinados astros sempre estão à vista e nunca se “põem” no horizonte (os do mesmo

¹¹ É importante salientar que esse movimento aparente da abóbada celeste, de leste para oeste, se dá a uma ‘velocidade’ de cerca de 15° a cada hora (resultado da divisão de 360° pelas 24 horas do dia). Esse é o movimento diário da esfera celeste. Durante o transcorrer de um mês, o céu gira, de leste para oeste, de cerca de 30° (resultado da divisão de 360° por 12 meses) ou, 1° a cada dia, que corresponde ao movimento aparente anual da esfera celeste devido à translação da Terra ao redor do Sol.

hemisfério do local) enquanto outros não serão observados (os do hemisfério celeste oposto). Uma pessoa em uma latitude intermediária perceberá o movimento dos astros como arcos inclinados em relação ao horizonte. Fotografias tiradas nesses diferentes locais, indicarão, pois, diferentes movimentos, facilitando muito o aprendizado de vários conceitos (latitude, estações do ano, inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à perpendicular do plano de sua órbita ou ainda em relação ao plano do horizonte do observador, etc.) necessários à compreensão da fenomenologia que envolve o céu e a história da ciência.

À medida que observamos o céu começamos, paulatinamente, a nos familiarizar com o posicionamento das estrelas e, assim, podemos escolher as melhores épocas para fotografar determinadas constelações, que *acabam se constituindo em “agrupamentos aparentes de estrelas, os quais os astrônomos, da antiguidade imaginaram formar figuras de pessoas, animais ou objetos. Numa noite escura, pode-se ver entre 1000 e 1500 estrelas, sendo que cada estrela pertence a alguma constelação”*. (FILHO E SARAIVA, 2004)

Para aqueles que estão iniciando é interessante obter várias fotografias de uma mesma região do céu, mas com tempos de exposições diferentes. O ideal é começar com uma exposição de um minuto, aumentando sucessivamente (para cada fotografia) por unidades de um minuto até se chegar a 10 minutos de exposição. Como as estrelas estão “se movendo” no céu e a câmera está parada, e dependendo do tempo de exposição do filme, as estrelas certamente sairão como “traços” contra o fundo escuro do céu noturno (que poderá aparecer claro em exposições prolongadas, especialmente em ambientes urbanos). Quanto maior o tempo de exposição do filme, maior será o traço deixado no filme¹². Assim, uma das tarefas é trabalhar para encontrar uma boa relação com o tempo de exposição para que as estrelas sejam registradas como pontos e não traços.

Ao enviar o filme para revelação é importantíssimo não esquecer de avisar aos atendentes para ampliarem *todas* as poses, pois elas são fotos astronômicas. Se isso não for feito, aquele que revelar não perceberá os pequenos pontos luminosos marcados no filme fotográfico e, assim, não ampliará as fotografias.

Mesmo a prática de uma atividade não muito complicada como é a Astrofotografia, requer alguns cuidados muito importantes, que podem ser muito bem compreendidos no que se refere à observação solar (Ré, 2004): “*A observação e fotografia do Sol revestem-se de numerosos perigos: **nunca se deve observar ou fotografar o Sol sem recorrer ao uso de filtros apropriados***” [grifos nossos]. Outro fato importante é que não existe um filtro específico para uma câmera fotográfica normal, e não se deve tentar uma adaptação para fotografar o Sol em nenhuma hipótese. Se isso for feito, que o seja usando a projeção em tela da imagem do Sol por meio de um telescópio ou binóculo, mesmo de baixa resolução.

¹² Uma exposição de uma hora proporciona um arco de 15 graus, como afirmado anteriormente. Esse arco ficará maior em fotografias nas direções leste ou oeste do horizonte, ou ainda na direção do equador celeste, e menor na direção sul, onde se encontra o pólo sul celeste (se estivermos no hemisfério sul). Devemos lembrar que o ângulo de visão de uma câmera usual corresponde a uns 45 graus).

4. Resultados

Depois de algumas experiências com o filme fotográfico ISO 400, podemos trabalhar também com um filme ISO 100 - a diferença entre ambos é que o tempo de exposição deverá ser maior. As Figuras 12 e 13, abaixo, são exemplos da técnica empregada utilizando-se um filme ISO 400 e uma máquina fotográfica adaptada.



Figura 12. Fotografia de longa exposição da constelação do Cruzeiro do Sul – 3 minutos de exposição – Filme: ISO 400 - com nomes das principais estrelas. Autoria própria (com tratamento de imagem para ter maior contraste. Cortesia: Wilson Guerra).



Figura 13. Fotografia de longa exposição da constelação do Cão maior – 4 minutos de exposição – Filme: ISO 400 - com nomes das principais estrelas. Autoria Própria (com tratamento de imagem para ter maior contraste. Cortesia: Wilson Guerra).

Com a prática, as fotografias tornam-se cada vez melhores e mais idéias podem surgir para melhorar o método, incluindo a construção de uma base adaptada seja para a câmera continuar em repouso, seja para que ela gire solidária (de forma manual ou como motor de passo) com a esfera celeste. Não devemos esquecer também das condições do local, evitando lugares muito luminosos ou poluídos.

5. Conclusão

A Astrofotografia não é uma ciência nova. É utilizada há mais de um século, porém, hoje, com novas máquinas fotográficas e novas tecnologias, como as câmeras CCDs, há uma limitação financeira muito grande, devido ao custo do equipamento, para a utilização da Astrofotografia no ensino e na divulgação da Astronomia. O método que sugerimos aqui para adaptar uma máquina fotográfica comum para obter fotografias do céu é de baixo custo, uma vez que utiliza uma máquina fotográfica comum e filmes fotográficos economicamente acessíveis como os de ISO 100 e 400. Um tripé pode ser adquirido a um custo razoável. Pode até mesmo ser improvisado. Assim, com a redução drástica de custos, muitos jovens e astrônomos amadores, com pouco poder aquisitivo, podem trabalhar trabalhando com a Astrofotografia.

Muitos conceitos de Astronomia podem ser aprendidos a partir do uso didático de fotografias do céu noturno. Entre esses conceitos, poderíamos salientar: a diferença entre as cores das estrelas (temperatura e tipo espectral); o movimento aparente das estrelas (que afinal é causado pela rotação da Terra em torno do seu eixo); as diferentes distâncias angulares entre as estrelas; as diferentes constelações no céu; a diferença entre os brilhos das estrelas (magnitude); as fases da Lua; e finalmente o estudo sistemático das condições de observação dos astros (movimento aparente relativo da Lua e planetas por entre as estrelas da constelações do Zodíaco) [ver Figuras 7, 8, 12 e 13].

É interessante notar que a Astronomia é uma das ciências mais transdisciplinares que temos conhecimento. Ela é, de *per se*, uma ciência que quebra todas as disciplinas e “positividades” do ensino de ciência como concebido hoje nos currículos escolares. Ela pode desenvolver várias habilidades, tais como: melhoria na capacidade de cálculos matemáticos, comparação e classificação de objetos ou eventos, comunicação, experimentação, exploração, imaginação, medição, observação, organização, raciocínio lógico, aplicação, avaliação, dedução, descrição, interpretação, predição, manipulação de instrumentos e reconhecimento de pré-conceitos ou concepções alternativas. Especificamente, podemos traçar um paralelo entre o ensino de Astronomia através da Astrofotografia com o ensino de Óptica, mais precisamente sobre o funcionamento das máquinas fotográficas, que analogamente é muito semelhante ao olho humano.

O método de adaptação de uma máquina fotográfica para usá-la como recurso didático é promissor em relação a sua utilização no ensino e divulgação de Astronomia. O método, no entanto, ainda pode ser melhorado e adaptado também para fotografar o céu acoplado

com um telescópio, mesmo que de baixa resolução ou acoplado a uma plataforma equatorial que acompanhe o movimento de rotação aparente da abóbada celeste.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à SESu/MEC e ao CNPq pelo auxílio nos últimos anos e às sugestões do parecerista da RELEA.

7. Bibliografia sugerida para aprofundamento do tema:

WEBSites:

<http://www.fotonostra.com/fotografia/elementoscamara.htm> - Acesso em 01/03/2006.
http://www.geocities.com/alnitack_br/ - Acesso em 18/07/2006.
<http://www.inape.org.br/astro-fotografia.html> - Acesso em 10/05/2005.
<http://www.ca2000pt.com/educativo/astrofoto/astrofoto.htm> - Acesso em 10/05/2005.
<http://br.groups.yahoo.com/group/gedal/> - Acesso em 09/06/2005.
www.kodak.com.br – Acesso em 20/07/2005.
www.fujifilm.com.br – Acesso em 20/07/2005.
www.sintomnizado.com.br/fotografia – Acesso em 20/07/2005.
www.acs.edu.au/outlines/ - Acesso em 25/07/2005.
www.escalaproarte.com.br – Acesso em 25/07/2005.
www.jczdesing.com.br – Acesso em 25/07/2005.
www.fotopro.com.br/serviços/curso/aulas.asp – Acesso em 25/07/2005.
www.foto.web.pt/dicio.html – Acesso em 25/07/2005.
www.institutomonitor.com.br/fotog.htm – Acesso em 25/07/2005.

Em livros:

DELERUE, A. - *Rumo às estrelas: guia prático para a observação do céu*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1999.
FARIA, R. P. - *Fundamentos de Astronomia*, 6ª edição. Campinas: Papirus, 2001.
FERREIRA, M. e DE ALMEIDA, G. - *Introdução à Astronomia e às Observações Astronômicas*, 7ª edição. São Paulo: Plátano, 2004.
MOURÃO, R. R. de F. - *Manual do Astrônomo Amador: uma introdução a Astronomia observacional*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1999.
RONAN, C – *Los Amantes de La Astronomia*. Barcelona: Editorial Blume, 1982.

Em revistas:

GRÉGIO, G. *Revista macroCOSMOS* **14**, 56 (2005).
_____, *Revista. macroCOSMOS* **15**, 42 (2005).
DREHER, C. *Revista Fhox* **81**, 11-13 (2003).
RÉ, P. *Revista macroCOSMO*, **03**, 33 (2004).

8. Referências Bibliográficas

Em livros:

- BIBLIOTECA DA NATUREZA LIFE, O Universo. Rio de Janeiro: José Olympio, 1970. 207p.
- FILHO, K. de S. O. e SARAIVA, M. de F. O. - *Astronomia e Astrofísica*, 2ª edição. São Paulo: Livraria da Física, 2004. 557p.
- NEVES, M. C. D. e ARGÜELO, C. A. *Astronomia de Régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu*, 2ª edição. Campinas: Papirus, 2001. 161p.
- PELLEQUER, B. *Pequeno guia do céu*. São Paulo: Martins Fontes, 1991. 95p.

WEBSites:

- MORENO, M.F. , 2006. In:
http://gedal.astrodatabase.net/artigos_e_textos_ensinoedivulgacaodaastronomia.html-
Acesso em 07/06/2006.
- http://www.astropix.com/HTML/I_ASTROP/I03/I03.HTM - Acesso em 15/06/2006.
- Revista Sky and Telescope: <http://www.covingtoninnovations.com/astro/exhibit.html> -
Acesso em 15/09/2006.
- <http://www.astrosurf.com/pedro/tecnica/Camaras.htm> - Acesso em 10/11/2006
- <http://home.planet.nl/~fotoroos/les1.html> - Acesso em 10/11/2006
- <http://astrosurf.com/diniz/trailsorion.html> - Acesso em 10/11/2006

Em artigos, revistas e dissertações:

- LANGHI, R.. *Um estudo Exploratório para a inserção da Astronomia na Formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental*, Dissertação de Mestrado. Bauru, 2004.
- MENEZES, L. C., Mais paixão no ensino de Ciências. *Revista Nova Escola* **159**, 2003.
- PEDROCHI, F. e NEVES, M.C.D. Concepções astronômicas de estudantes no Ensino Superior. *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias*. v.4, n.2. (<http://www.saum.uvigo.es/reec/Volumenes.htm>), 2005.
- RÉ, P. *Revista macroCOSMO*, **01**, 32 (2003).
- _____. *Revista macroCOSMO*, **02**, 48 (2004).

OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS E SUAS FORMAS DE PENSAR A ASTRONOMIA

*Cristina Leite¹
Yassuko Hosoume²*

Resumo: O modo de pensar dos professores de Ciências do ensino fundamental sobre os elementos da Astronomia é o objeto de pesquisa presente neste artigo, cuja metodologia consiste em entrevistas semi-estruturadas, filmadas em vídeo e centradas numa perspectiva tridimensional dos elementos astronômicos, possibilitando um mapeamento das concepções das formas e das dimensões da Terra, do Sol, da Lua, dos planetas e das estrelas, bem como da concepção de céu e de Universo como um todo. Os resultados indicam um Universo contendo: Sol, estrelas, planetas e Lua, onde o Sistema Solar é parte do todo. Algumas vezes o Universo é concebido como o próprio Sistema Solar. Os objetos estão no céu ou no Universo o qual, para muitos, se restringe ao espaço que está acima da Terra. A forma plana dos objetos astronômicos e a estrutura espacial da montagem do Universo são características marcantes. Muitos indicam Sol e estrelas como coisas diferentes: Sol é um objeto quente e as estrelas são frias. Esses resultados nos preocupam e certamente sinalizam uma urgência de programas de formação continuada para professores no conteúdo de astronomia, uma vez que os PCN's indicam fortemente o ensino desse conteúdo.

Palavras-Chave: Educação; Astronomia; concepções alternativas; ensino de astronomia; ensino fundamental; professor de Ciências.

LOS PROFESORES DE CIENCIAS Y SUS FORMAS DE PENSAR LA ASTRONOMÍA

Resumen: El objeto de investigación de este artículo es la manera de pensar sobre los elementos de la Astronomía de los profesores de Ciencias en la enseñanza fundamental. La metodología consiste en entrevistas semi-estructuradas, filmadas en video y centradas en la tridimensionalidad de los elementos astronómicos, para posibilitar un mapeamiento de las concepciones sobre las formas y dimensiones de la Tierra, del Sol, de la Luna, de los planetas y de las estrellas, como también de la concepción de cielo y de Universo en su totalidad. Los resultados indican un Universo conteniendo: Sol, estrellas, planetas y Luna, donde el Sistema Solar se ubica como parte. Algunas veces, el Universo es concebido como el propio Sistema Solar. Los objetos están en el cielo o en el Universo, que, para muchos, se restringe al espacio que está arriba de la Tierra. La forma plana de los objetos astronómicos y la estructura espacial del montaje del Universo son características fundamentales. Muchos indican Sol y estrellas como cosas distintas: el Sol es un objeto caliente y las estrellas son frías. Esos resultados nos preocupan y ciertamente señalan una urgencia de programas de formación continuada para profesores en el contenido de astronomía, pues los PCN's (Parámetros Curriculares Nacionales) recomiendan con énfasis la enseñanza de este contenido.

Palabras clave: educación, astronomía, concepciones alternativas, enseñanza de astronomía; enseñanza fundamental, profesor de Ciencias.

THE SCIENCE TEACHERS AND THEIR WAY OF THINKING ABOUT ASTRONOMY

Abstract: The research presented in this article is about the way science teachers from Elementary School think about astronomical elements. Its methodology is based on semi-structured interviews, which were video recorded. The research is centered in a three-dimensional perspective of astronomical

¹ CEFET/SP - Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo - crismilk@if.usp.br

² IFUSP - Instituto de Física da Universidade de São Paulo - yhosoume@if.usp.br

elements, making it possible to determine the teachers' conceptions about shape and dimension of the Earth, the Sun, the Moon, the planets and the stars, and also the conceptions about sky and Universe. The results indicate a Universe that contains: Sun, stars, planets and Moon; where the Solar System is a little part of the whole. Sometimes they think that the Solar System *is* the Universe. The objects are in the sky or in the Universe, which, for many of them, is only the space above the Earth. The flat shape of astronomical objects and the spatial structure of the Universe are striking features. Many of them think that Sun and stars are different: the Sun is a hot object and the stars are cold ones. These results worry us and they certainly indicate how urgent it is to plan Professional Development in Astronomy for teachers, after all the PCN's emphasize that this subject is important to be taught.

Key words: Education; Astronomy; misconceptions; astronomy teaching; Elementary School; Science teacher.

Apresentação

O fascínio pelo céu tem levado o homem a observá-lo e criar teorias sobre o Universo desde a mais remota antiguidade. Não é surpreendente que os professores do ensino fundamental tenham receio de levar Astronomia para a sala de aula, sentindo-se incapazes de suprir as expectativas tanto suas quanto de seus alunos. Aqueles que se aventuram, apegam-se aos conteúdos dos livros didáticos. Estes professores pouco sabem sobre os conceitos científicos envolvidos nos estudos sobre as estrelas, galáxias, o Universo, ou até mesmo sobre o Sistema Solar, pois, em sua formação, conhecimentos dessa natureza não fizeram parte do currículo escolar. Já o livro didático do ensino fundamental, que normalmente é fonte de conhecimento para eles, apresenta os conteúdos fragmentados, pouco profundos, quando não errôneos, e, ainda, insuficientes para a explicação das muitas questões veiculadas pelos meios de comunicação.

Os novos PCN's (Parâmetros Curriculares Nacionais) recomendam fortemente o ensino da Astronomia, particularmente de 5^a à 8^a série do ensino fundamental. Esse fato, se de um lado é positivo pela inserção deste tema, por outro é bastante preocupante, visto que os professores de Ciências geralmente possuem pouca ou nenhuma familiaridade com a abordagem científica deste conteúdo.

Neste trabalho, apresentamos alguns aspectos da forma pela qual os professores de Ciências concebem o Universo, quais as características dos elementos que o compõem e como estes se articulam no espaço.

A forma de pensar das crianças, principalmente no que diz respeito à Terra, tem sido amplamente pesquisada (NUSSBAUM & NOVAK, 1976; MALI & HOWE, 1979, BAXTER, 1989; NARDI, 1989; BISCH, 1998; FRANCO, 1998; entre outros). Alguns desses autores também têm se preocupado com concepções de adolescentes, estudantes do ensino médio ou professores do ensino fundamental I. É o caso de Baxter (1989), Bisch (1998) e Franco (1998). Outros pesquisadores, como De Manuel Barrabían (1995) e Lopéz (1995), pesquisaram outros objetos astronômicos, como modelo Terra-Sol e concepção de Universo (forma, tamanho, componentes, origem e evolução), respectivamente.

A maioria dos trabalhos já citados sobre as concepções tanto dos alunos como dos professores sobre elementos e fenômenos da Astronomia é feita através de respostas a questionários, representações de desenhos e entrevistas baseadas em perguntas e respostas.

Essa característica de bidimensionalidade dos dados não nos possibilita fazer inferências sobre os conhecimentos das formas dos objetos astronômicos e da

estruturação espacial do Universo, através da localização desses objetos no espaço, elementos esses essenciais para a construção de modelos de representação do Universo astronômico construídos pelas pessoas.

Em pesquisas anteriores já havíamos constatado a inexistência da terceira dimensão na maioria dos universos das crianças (LEITE et al., 1997). Desta forma, direcionamos a nossa investigação para a análise do nível e da natureza da construção dessa terceira dimensão no/do espaço cosmológico, pelos professores de Ciências do ensino fundamental, responsáveis pelo ensino de Astronomia.

Trabalhos sobre o pensamento do professor (formado/graduado) do ensino fundamental II, nível para o qual os PCN's indicam mais fortemente o ensino de conteúdos relativos à Astronomia, têm sido raros. Nesse sentido, esta pesquisa se torna importante, principalmente se compararmos as representações dos professores às infantis.

Uma das questões fundamentais para esta pesquisa foi a constatação de que a compreensão de conteúdos da Astronomia exige conhecimentos espaciais, isto é, o estabelecimento de relações no espaço tridimensional, seja em termos de profundidade, seja em termos de distâncias e tamanhos relativos.

A maioria das pesquisas em ensino de Astronomia utiliza metodologias que não exploram a tridimensionalidade tanto do objeto quanto do espaço em que este está inserido. Dessa forma, nossa metodologia de tomada de dados está baseada em entrevistas individuais e semi-estruturadas em que o professor faz uma viagem espacial imaginária, representando num espaço tridimensional cada objeto astronômico pertencente à sua viagem. Ao final, pedíamos para que o professor simulasse o movimento desses astros ao explicar os principais fenômenos.

A análise dos dados foi feita através de identificações de elementos característicos dos discursos e das representações espaciais da atividade prática de construção do Universo, seguida da elaboração de categorias de respostas.

A partir de uma análise de respostas individuais nas categorias definidas e de uma posterior articulação desses resultados parciais foi possível formular modelos sobre as formas de pensar ou sobre as concepções dos professores acerca dos objetos (Sol, Terra, Lua, planetas, estrelas, buraco negro, constelação, galáxias, estrela cadente, céu e Universo) e fenômenos astronômicos (dia e noite, estação do ano, fases da Lua e eclipses). Essas representações dos professores incluem as formas, disposições e definições de alguns objetos celestes e sua composição espacial.

Os professores de nossa amostra de pesquisa

No que diz respeito à formação dos professores de Ciências, da 5ª a 8ª série do ensino fundamental, que participaram de nossa pesquisa, verificamos que a maioria deles possui formação inicial em Biologia e/ou Ciências. Dos 17 entrevistados, apenas dois possuem formação um pouco diferenciada, um deles em Matemática com habilitação em Física e o outro em Química com habilitação em Ciências. Os demais eram biólogos. Nenhum deles era licenciado em Física. Assim, todos eram professores de Ciências da rede pública de ensino.

Outro dado interessante diz respeito ao tempo de serviço em magistério desses professores. Alguns se encontravam em fase de aposentadoria, com 31 anos de profissão. Em contrapartida, também contávamos com recém-ingressos na profissão,

cuja atividade de docência havia começado há três ou quatro anos apenas. No entanto, a maioria já possuía mais de dez anos de magistério.

Em relação aos conteúdos de Astronomia a maior parte dos professores já os tinha ministrado no ensino fundamental, entretanto, em geral, não havia feito nenhum curso ligado ao conteúdo trabalhado, fosse em sua graduação ou em outros cursos de extensão. Dos 17 professores entrevistados, 11 (65%) já trabalharam em suas aulas assuntos de Astronomia e, dentre eles, oito (73%) nunca haviam feito nenhum curso sobre o assunto. Provavelmente, esses professores aprenderam e ensinam Astronomia através do livro didático, que freqüentemente apresenta uma Astronomia impositiva, fragmentada e, em muitos casos, com erros conceituais graves.

Material de análise: processo de obtenção

Para obter elementos que nos possibilitassem descrever as concepções dos professores, utilizamos uma metodologia de tomada de dados abrangente em termos de dimensão espacial. Montamos uma estrutura de entrevista na qual os professores deveriam construir o seu universo astronômico no espaço, representando os objetos e suas localizações espaciais da forma como eles imaginavam.

Equipamos a sala de entrevista com uma estante cheia de objetos diversos feitos de isopor (esferas coloridas, discos, meias-luas, placas planas etc.) e deixamos barbantes suspensos a partir do teto da sala, nos quais o professor poderia prender, numa posição do espaço, os objetos que escolhesse para representar os astros e outros elementos. Quando não havia nada semelhante ao que ele gostaria, montávamos, no mesmo momento, a forma do objeto, as cores, os detalhes ou o local desejado. A entrevista não seguia um roteiro fixo; dependendo das respostas, algumas perguntas eram reformuladas ou mesmo excluídas ou construídas.

As entrevistas foram individuais, semi-estruturadas e filmadas em vídeo e versavam sobre objetos astronômicos e algumas relações estabelecidas entre eles. Fundamentalmente, as entrevistas seguiram o seguinte roteiro:

1) Iniciamos a entrevista solicitando aos professores que escolhessem um objeto dentre aqueles da estante de materiais que mais se assemelhasse com a Terra, da forma como eles imaginassem que fosse. Após essa escolha, pedíamos ao professor que colocasse o objeto num local escolhido por ele. Em seguida, pedíamos a inserção de um boneco na Terra, como se este fosse ele próprio.

2) Após a escolha e a localização da Terra, perguntávamos: “*imagine que você possa realizar uma viagem espacial, para qual lugar você gostaria de ir?*”. Mediante esta questão, os entrevistados faziam um passeio pelos elementos que julgavam fazer parte do Universo. Assim, o entrevistado realizava uma espécie de “viagem” ao(s) lugar(es) de sua preferência, seguida de sua representação por um objeto concreto e localização no espaço, acrescida de resposta a algumas questões sobre temas comuns na mídia, como estrela cadente, galáxias, constelação e buraco negro. Como resultado dessas viagens aos diversos lugares, obtém-se uma representação estrutural espacial dos objetos astronômicos escolhidos pelo professor.

3) Para finalizar a entrevista solicitávamos que o professor olhasse para o conjunto dos objetos dependurados por ele e descrevesse o que havia construído, o que cada objeto representava e como os objetos representados se relacionavam no espaço. Por exemplo, utilizando a estrutura montada solicitávamos que representasse fenômenos como dia e noite, fases da Lua, eclipses e estações do ano.

Todos os dados referentes a esta pesquisa foram muito ricos. Desta forma, fizemos uma escolha. Neste artigo, apresentamos os resultados referentes aos elementos astronômicos tais como formas, dimensões e posicionamento dos astros, sem a relação entre estes estabelecida através da análise dos fenômenos astronômicos (dia e noite, fases da Lua, estações do ano e eclipses).

Como o objetivo da entrevista era mapear os objetos celestes, a forma, a disposição espacial e as relações que estabeleciam entre eles, alguns objetos representativos de astros celestes, que considerávamos importantes para reconhecer a estrutura do Universo como um todo, foram inseridos independentemente do desejo do professor de realizar a viagem àquele lugar específico.

Um exemplo claro desses objetos era o Sol: muitas pessoas, ao escolherem o local de sua viagem, refletiam sobre a viabilidade da mesma, assim, elas imaginavam ser impossível uma viagem para o Sol, devido à alta temperatura e inexistência de material que as protegessem. Foi pouca a escolha do Sol para realizar a viagem; porém, este elemento foi considerado importante para a interpretação da estrutura do Universo de cada um dos professores.

No final da entrevista o professor havia construído um sistema espacial estruturado usando objetos variados e pendurados em fios de barbante e nele estavam incluídos necessariamente a Terra, determinada pelo início da fase da viagem, a Lua, o Sol, na maioria das vezes as estrelas e pelo menos um planeta.

Todas as 17 entrevistas foram gravadas em vídeo e, assim, o nosso material de análise consistiu da filmagem de aproximadamente 25 horas (a entrevista mais rápida foi de 40min e a mais longa de 1h30min).

Procedimento de análise do material coletado

Pelo fato desta pesquisa interpretar falas, gestos e ações dos professores ela se enquadra em um delineamento de pesquisa qualitativa, na qual os dados são predominantemente descritivos e o processo de análise de caráter indutivo (BOGDAN & BIKLEN, 1994 e LÜDKE & ANDRÉ, 1986).

Depois de ver e rever várias vezes as gravações das entrevistas, separamos os “episódios de representação”, termo análogo aos “episódios de ensino” de Carvalho (2004), que são os momentos das gravações em que ficam evidentes situações que queremos investigar. São exemplos de episódios de representação: cenas em que o entrevistado escolhe um objeto para representar a Lua, a forma como as naves espaciais são colocadas na superfície de um astro, a posição em que um astro é colocado no espaço em relação aos outros já representados, a apresentação de razões sobre a escolha das estrelas como local ideal para uma viagem etc.

Utilizando a metodologia de análise de conteúdo (BARDIN, 1995) elaboramos categorias para a análise do conjunto dos episódios selecionados sobre características dos elementos constituintes no/do espaço astronômico, em termos de formas e posição no espaço e das articulações dos mesmos. Como as categorias para a análise são construídas a partir da mediação das hipóteses de trabalho e dos dados das entrevistas, muitas vezes foi necessário rever os episódios identificados como relevantes e efetuar novas escolhas. Essa mediação se torna necessária para que a articulação dos conteúdos das respostas, que representam partes de uma estrutura, possibilite inferências sobre as formas de pensar dos professores.

Elegemos cinco categorias para a análise dos episódios das entrevistas:

- a primeira, caracterizada como *vivencial* por apresentar elementos indicativos da forma (dimensão) do corpo cósmico, associada à existência de elementos vivenciais (provenientes de uma observação imediata ou pertencente ao campo do imaginário infantil). Também caracterizamos como *vivencial* a representação na forma plana dos objetos astronômicos;

- a segunda, caracterizada pela presença de elementos de duas categorias, normalmente uma mistura de características da primeira (*vivencial*) e terceira (*científico*) categorias, denominada *transição*;

- a terceira, denominada de *científico*, por apresentar elementos indicativos de uma compreensão mais próxima do conhecimento científico. Uma representação esférica dos astros também foi considerada como *científico*;

- a quarta, caracterizada por *livro didático*, por apresentar elementos semelhantes às tradicionais representações encontradas em livros didáticos; e

- a quinta, classificada como *outros*, engloba todos aqueles elementos que não conseguimos interpretar ou inserir nas demais categorias anteriores.

Utilizando esse instrumento de análise, classificamos as respostas/episódios referentes à cada um dos elementos considerados relevantes na construção da estrutura espacial do universo.

Resultados

Em função do procedimento de tomada de dados, o planeta Terra apresentou uma variedade de caracterizações. A partir da viagem interplanetária foram obtidas caracterizações de outros astros como o Sol, Lua, estrela e planetas. E, por último, da composição dos objetos representativos dos elementos astronômicos, pudemos obter características da estruturação espacial dos mesmos.

Terra

Em relação à representação do planeta Terra, encontramos respostas em 3 categorias de análise (*vivencial*, *livro didático* e *científico*).

Na categoria *vivencial* estão as respostas que representam a Terra na forma plana, semelhante ao que observamos em nosso cotidiano, ou aquela que, embora possua a forma esférica, necessita de um plano para situar-se. Nessa categoria foi possível identificar três tipos de caracterização da Terra: Terra plana, Terra esférica e oca ou ainda a Terra esférica, porém com vertical absoluta.

Terra Plana.

Encontramos diferentes concepções de Terra *vivencial* vindas de sete professores (41%). Destas, três correspondem a uma Terra essencialmente plana. Numa destas, o entrevistado escolheu apenas os objetos que julgava pertencer à Terra e os colocou no chão e, dessa forma, estava representada a sua Terra.

E³: vou mostrar para você uma estante cheia de objetos para você escolher o que é mais parecido com a Terra.

M: ai, eu vejo muito na Terra, casa, avião, pessoas (vai à parte da estante com objetos). Esse aqui não é da Terra (apontando para os extraterrestres).

E: e onde você colocaria aqui para a gente representar a Terra?

³ Entrevistador

M: (ela coloca no chão todos os objetos escolhidos).

As outras duas pessoas escolheram uma montagem feita num retângulo de isopor que continha alguns elementos feitos de massa de modelar, como plantas, pessoas, Sol, arco-íris, nuvem etc.

A: essa é a Terra, o matinho, a arvorinha, o bichinho, parece (escolhe uma montagem com a massa de modelar).

E: onde você colocaria essa Terra aqui neste espaço?

A: aqui embaixo (no chão).

I: mais parecida com a Terra, com o nosso planeta Terra, né. Deixa-me ver. Acho que seria isso aqui que melhor representa, né (pega uma Terra feita com massa de modelar, a mesma pega pelo professor A).

E: onde você gostaria de colocar a Terra?

I: Ah, vamos pôr ela no meio (no chão).

Terra esférica e oca

Nessa categoria estão as respostas que representam a Terra esférica, porém oca, dentro da qual as pessoas vivem sobre um plano. Essa representação foi apresentada por dois professores (12%). É possível observar isso através dos trechos da transcrição das entrevistas abaixo:

E: imagina que esta seja você e você está na Terra, coloca você aí na Terra.

O: aqui na Terra, está muito grande.

O: (abre a esfera de isopor e insere a bonequinha dentro da Terra e fecha novamente).

E: vou lhe mostrar uma estante cheia de alguns materiais e vou lhe pedir para ver se tem alguma coisa que se pareça com a Terra

Ar: todas essas bolas se parecem com a Terra.

E: qualquer uma delas, de qualquer tamanho?

Ar: a maior delas (pega a maior das esferas para representar a Terra).

E: e onde a gente estaria morando aqui?

Ar: no centro.

E: onde aqui?

Ar: (ri).

E: como assim no centro?

Ar: no centro da Terra, aqui no meio, assim (mostra dentro da Terra e no centro dela, por dentro).

E: como se fosse algo plano aqui, assim?

Ar: é, isso mesmo.

E: e aqui fora o que seria?

Ar: a Terra, seria atmosfera, galáxias.

Alguns (12%), embora escolhessem uma Terra na forma esférica, não conseguiam se posicionar corretamente neste modelo, mostrando haver a necessidade de um plano para posicionar-se.

E: eu vou pedir para você vir aqui e escolher alguma coisa que você ache mais parecido com a Terra.

F: (pega uma esfera branca média)

E: vamos pendurá-la aqui em algum lugar que você escolher.

F: (pendura bem ao alto, acima da sua cabeça).

E: coloca você na Terra.

F: (coloca mais na parte superior da esfera).

E: e se você estivesse no pólo sul?

F: (coloca corretamente).

E: assim de cabeça pra baixo?

F: não, acho que não, né? (risada) (coloca com a cabeça encostada na Terra e fica vendo como seria nos outros lugares, que fica de lado). Oh, Cristina que coisa doida. (pensa), não mas não fica de cabeça pra baixo aí, assim é que fica, porque em todo lugar, que coisa doida.

Na categoria *livro didático* estão as respostas que representam a Terra na forma esférica, com um exagerado achatamento em seus pólos, porém com um correto posicionamento vertical do boneco. Cerca de 24% das representações de Terra tinham esta característica. Foi categorizada como sendo característica do livro didático pelo fato da Terra ser representada desta forma em muitos livros didáticos de Ciências ou este achatamento dos pólos ser considerado um aspecto muito relevante na caracterização da Terra.

E: escolha algo que você ache que pareça com a Terra.

R: em relação ao quê?

E: em relação à forma, ao tamanho.

R: ela não é redondica né (escolhe a Terra achatada nos pólos).

Nessa categoria, incluímos também a Terra na forma de planisfério, pois essa representação é bastante presente nos livros. Um de nossos entrevistados escolheu esta forma para melhor representar a sua Terra.

E: vou pedir para você escolher alguma coisa que você acha que mais se pareça com a Terra.

D: aí nesse armário?

E: é.

D: que mais se parece com a terrinha?

E: é.

D: (pega um planisfério).

E: por que você escolheu essa Terra?

D: porque sempre se escolhe a Terra redonda, mas ela não é redonda.

Na categoria *científico* está uma parte dos entrevistados (35%) que escolheu a forma esférica para representar a Terra e conseguiu representar o boneco na esfera considerando a vertical relativa, ou seja, os pés do boneco estavam sempre direcionados para o centro da esfera. Alguns faziam questão de representar os continentes.

E: agora vou lhe pedir para escolher aqui atrás um objeto que mais se pareça com a Terra.

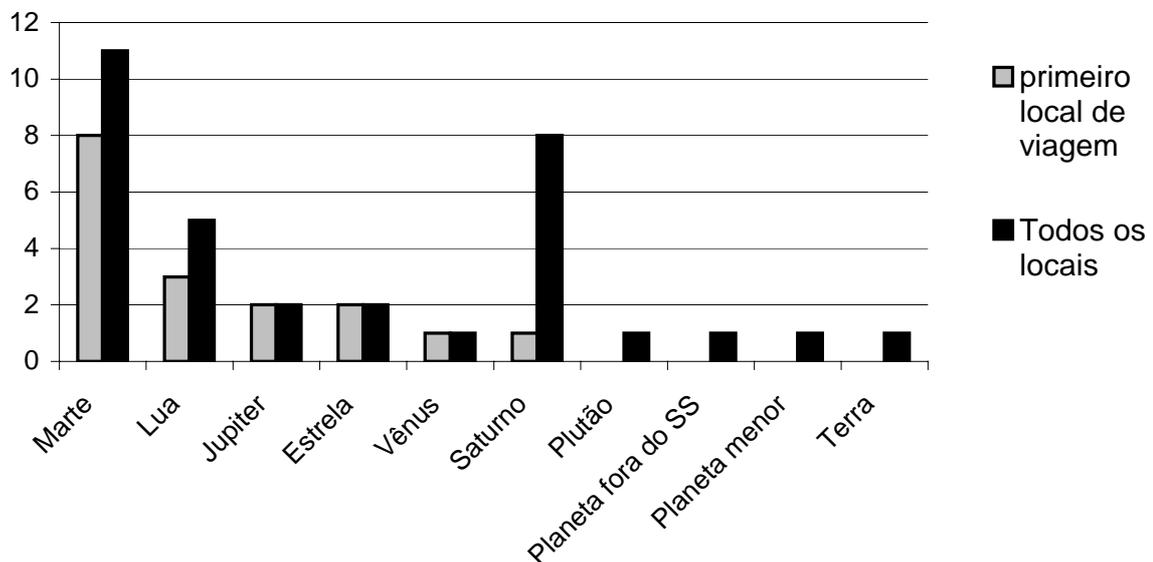
L: (escolhe inicialmente a Terra achatada nos pólos e depois escolhe uma esfera).

J: (escolhe, após procurar um pouco uma esfera azul com continentes).

Não encontramos para o item Terra elementos relacionados à categoria *outros* e tampouco à categoria *transição*.

Embora a maioria dos entrevistados tenha ministrado conteúdos de Astronomia no ensino fundamental, apenas um número razoável (35%) de professores possui visão científica da Terra. O que nos surpreendeu foi encontrar professores que ainda concebem a Terra com características planas, envolvendo necessidade de uma vertical absoluta (41%). Um outro resultado significativo é a presença expressiva de representações da Terra encontradas em livros didáticos (24%).

Gráfico1: preferências para as viagens imaginárias espaciais



Locais preferidos para a viagem

É bastante interessante o resultado que mostra a escolha dos astros como destinos de uma viagem imaginária: planetas, Lua e estrelas.

Nas primeiras viagens dos professores, os astros mais lembrados foram: Marte, Lua, Júpiter, estrelas, Vênus e Saturno. Somando-se todos os locais da viagem, Marte, com 34%, lidera na preferência dos professores, seguida de Saturno com 24% e Lua com 15%. Júpiter e estrela foram escolhidos por dois professores.

Os outros planetas foram escolhidos cada um apenas por uma pessoa. Um dos entrevistados escolheu o planeta Terra para fazer a sua viagem, utilizando uma esfera para representá-la. Elemento interessante já que este mesmo professor já havia posicionado a Terra em sua representação.

No gráfico a seguir está representado pela cor cinza a frequência de distribuição referente a escolha do local para a primeira viagem imaginária do professor e em cor preta a frequência de distribuição das escolhas em sua totalidade.

Planetas

Especificamente sobre os planetas, astros mais escolhidos para a viagem, todos os professores escolheram pelo menos um, e aproximadamente a metade deles escolheu dois planetas para a viagem.

A maior parte dos planetas escolhidos foi representada na forma esférica (88%), inserida na categoria *científico*, portanto.

T: *acho que naquele planeta lá dos anéis, Saturno, eu gostaria de ir para ver esses anéis em torno de mim.*

E: *como você acha que é lá em Saturno?*

T: *assim, colorido, eu tenho a impressão que passa um arzinho frio em volta, fantasia minha. (pega uma esfera com anel em volta)*

E: *e nesses anéis, o que você acha que tem?*

T: *eu já li que são gases que giram em torno, diferentes gases que dão aquelas diferentes cores, eu acho que é isso, me falaram e eu acreditei.*

Apenas quatro professores escolheram formas diferentes para representar os planetas, como o disco, a estrela de cinco pontas, o planisfério, indicando a forma plana, todos inseridos na categoria *vivencial* e correspondendo a 9% das representações.

E: *e como seria esse outro planeta que você está imaginando?*

Ar: *esse aqui (pega um planisfério)*

E: *você vai querer deixar ele como? (vertical ou horizontal)*

Ar: *assim (vertical)*

Houve ainda uma representação, correspondendo a 3% do total das representações de planetas, bastante diferenciada: uma esfera grudada no disco, que foi classificada na categoria *outros* devido a sua forma bastante particular.

E: *tem algum planeta parecido aqui?*

Ar: *(escolhe uma pequena bola com um disco colado na parte de baixo e coloca-o próximo ao outro planeta, um pouco abaixo dele)*

E: *e essa parte de baixo seria o que?*

Ar: *seria o planeta mesmo. Como a Terra tem esse formato redondo, então seria visto assim.*

Não encontramos nenhum caso de resposta nas categorias *transição* e *livro didático* na representação dos planetas.

Quase todas as representações de Marte foram feitas com uma esfera. Apenas um professor representou Marte por um disco. O planeta Saturno foi representado, na maioria das vezes, por uma esfera com uma fina camada plana feita de papel, formando um anel a sua volta. O planeta também foi representado por uma esfera de isopor, sem anel, e por um disco de isopor e um anel também de isopor fixado no disco.

Plutão foi representado por uma esfera com tamanho superior ao da Terra. Vênus foi representado por uma estrela de cinco pontas, de forma a ser caracterizado como a Estrela D'alva.

Um outro entrevistado escolheu um planeta fora do Sistema Solar que fosse semelhante à Terra, ou seja, rochoso, e o representou por um planisfério. Esta mesma pessoa escolheu mais um planeta, chamado por ela de planeta menor, porém pertencente ao Sistema Solar. Este planeta foi representado por uma pequena esfera grudada num disco.

Não encontramos para o tema planetas características das categorias *transição* e *livro didático*.

Lua

A segunda colocada em preferência de escolha para a primeira viagem foi a Lua. As representações foram planas, através da tradicional meia-lua ou disco, e esféricas, através da esfera e com corte de esfera (algo como uma meia-lua esférica).

Mais da metade das representações (59%) foi feita utilizando uma esfera, caracterizada na categoria *científico*. Destas, duas eram na forma de esfera cavada. Este tipo foi categorizado como *científico* por estarmos analisando a forma esférica ou plana da Lua e não características da sua fase, motivo pelo qual acreditamos estar relacionado a representação por uma esfera achatada. Alguns, 22%, representaram a Lua por uma esfera fixa à Terra.

E: a Lua onde ela estaria aqui?

I: tem também o detalhe dos planetas que tem vários satélites e o nosso só tem um. Tem planeta que tem várias Luas. Agora em relação a nossa Terra, onde ela estaria. Acho que mais ou menos aqui, quem sabe (insere ao lado de Marte uma pequena esfera representando a Lua).

Uma outra representação muito usada foi a Lua plana (41%). A maioria dos entrevistados que representou a Lua dessa forma usou a meia-lua, ora como metade de um disco, ora como uma foice. Uma única pessoa usou o disco para representar a Lua. Todas essas representações da Lua na forma plana foram consideradas na categoria *vivencial*.

E: e a Lua onde ela estaria aqui?

S: envolta da Terra, a uma alturazinha aqui. Tem cara de Lua aqui? (vai buscar na estante e pega uma meia-lua plana)

E: e a Lua, como é lá?

S: na Lua, tem os lunáticos, lá (risada). Deve ser ficção. Engraçado imaginar a Lua branca. Tem menos gravidade que a Terra, então provavelmente nada seja muito fixo ao planeta. Lua, estrela, planeta e a agora você me confundiu. Os planetas estão no sistema, a Lua, o Sol é uma estrela. E a Lua, gente o que é a Lua?!

Não encontramos para o tema Lua, particularmente à sua forma, elementos da categoria *transição*, *livro didático* e *outros*.

Estrelas

As estrelas, apesar de possuírem temperatura comparável à do Sol e, além disso, de estarem a uma distância da Terra maior que este, não se constituíram elementos de impasse para a realização da viagem. Poucos mostraram reconhecer essas dificuldades.

De qualquer forma, as estrelas apareceram quase na totalidade das vezes (94%), na forma plana, através da tradicional estrela de cinco pontas e do disco; alguns diziam que a estrela não possuía uma forma privilegiada, podendo ser representada por qualquer forma.

C: e as estrelas, onde elas estariam?

S: envolta dos planetas todos. Vou pegar as estrelas. Pode pegar coloridinha? Vou colorir esse meu céu, hein? Vou por uma verde, uma lilás. Acho que uma aqui. Azul,

vou deixar com bons fluidos essa constelação. (pega vários objetos planos com cinco pontas e coloridos e situa-os na mesma linha dos planetas, e uma delas um pouco abaixo dessa linha, mas acima da Terra).

Apenas um dos entrevistados preferiu não colocar as estrelas por avaliar o espaço como sendo pequeno, considerando a distância que elas estariam de nós. No entanto, sua forma, segundo ele, seria esférica, categorizada como *científico*.

L: *as outras estrelas estariam muito, muito distante.*

C: *daria para representar aqui?*

L: *acredito que não.*

C: *como seria a sua forma?*

L: *seriam como o Sol, acredito. De tamanhos variados, muitas muito maiores que a nossa estrela e cores também diferente, por que a cor indica temperatura, então com certeza as cores seriam variadas.*

Na estante de materiais não havia estrelas de cinco pontas tridimensionais. Dessa forma, não foi possível identificar se essas estrelas eram de caráter tridimensional ou bidimensional. Porém, o grande número de representações de estrelas nessa forma reflete novamente o caráter visual e infantil que permanece na representação, já que, apesar da insistente afirmação de que o Sol é uma estrela, não é estabelecida qualquer relação entre os mesmos.

Através da inserção das estrelas, também foi possível inferir elementos de natureza diferente, como a localização das mesmas. As estrelas estavam presentes tanto no meio do Sistema Solar quanto em volta ou longe do mesmo. No primeiro caso parece haver uma relação com a percepção direta do céu e uma não distinção das distâncias envolvidas, *vivencial* portanto. No segundo, as estrelas não estão exatamente no meio, porém estão muito próximas do Sistema; chamamos este tipo de representação de *transição*. O terceiro caso representa uma concepção mais próxima à científica, onde as estrelas estariam longe do Sistema Solar, categorizado portanto como *científico*.

Cerca de 64% dos professores posicionou as estrelas próximas e em volta do Sistema Solar, em *transição*, portanto.

E: *e as estrelas?*

R: *estariam espalhadas em todos os cantos. Acho que estariam por volta.*

E: *você acha que elas seriam coloridas?*

R: *acho que elas emitem luz de uma cor só. (escolhe estrelas com cinco pontas e coloridas e espalha por cima, por baixo, começando pelos cantos).*

Cerca de 24% dos professores imaginavam que as estrelas estavam no meio do Sistema Solar, fazendo parte dele, visão esta categorizada como *vivencial*. Nesta mesma categoria estão incluídas as representações de estrelas apenas acima da Terra, ou seja, a impossibilidade de existência de estrelas para todos os lados, mostrando uma representação bastante característica de uma visão primeira para o céu.

E: *e as estrelas onde estariam?*

T: *em torno daqui assim. (faz gestos em torno dos planetas).*

E: *vamos colocar algumas?*

T: *(pega estrelas com cinco pontas e coloridas e as coloca entre os planetas). Algumas menores que o Sol.*

E: *estariam perto do Sol?*

T: *perto e longe.*

E: vamos fazer de conta que vamos realizar uma viagem espacial, nós vamos para o espaço, se você pudesse fazer uma dessas viagens espaciais, que lugar você escolheria para ir?

M: para uma estrela.

E: então pega alguma coisa que pareça uma estrela para representá-la.

M: (pega uma estrela de cinco pontas de tamanho grande).

E: e onde ficaria esta estrela?

M: lá em cima.

E: então vamos colocá-la. Tem uma escada aqui para gente poder colocar.

M: ela tem que ficar lá em cima, em baixo ela não pode, não é? Estou certa ou estou errada?

E: não sei.

M: (coloca a estrela bem no alto).

Somente dois entrevistados levaram em consideração a distância, por isso categorizados como *científico*. Um deles nem inseriu as estrelas, pois, segundo ele, qualquer local da sala estaria demasiadamente perto para colocá-las. Mesmo assim, ao pensar num local para sua inserção, olhou para cima e disse não haver espaço, parecendo indicar as estrelas longe, porém seu primeiro pensamento foi colocá-las em cima. A outra pessoa colocou as estrelas no lugar mais distante possível, no mesmo plano do restante dos outros astros.

E: onde estão as estrelas?

L: temos uma aqui: o Sol. As outras estão bem longe.

As relações de tamanho pareciam pouco compreendidas. Alguns imaginavam que as estrelas poderiam ser menores que a Terra, mostrando mais uma vez a dissociação entre Sol e estrelas.

E: e as estrelas, são maiores ou menores que a Terra?

I: bom, eu acho que tem algumas estrelas até maiores, se não me engano. Eu sei que elas têm cores, devido a ser mais nova ou mais velha, que é uma coisa que eu descobri dando aula. Tem cor vermelha, parece que é a mais velha azul e amarela. Achei muito interessante...

E: você acha que são maiores, tem alguma que pode ser menor que a Terra?

I: não sei dizer com certeza, mas acho que sim.

E: e que o Sol?

I: não, eu acho que o Sol é bem maior.

Alguns professores associavam a idéia de luz, paz, a uma estrela.

E: você gostaria de fazer uma viagem até as estrelas?

A: sim.

E: como você acha que é lá nas estrelas?

A: luz, paz.

E: e pro Sol, você gostaria de ir?

A: acho que não, muito quente. Para a Lua eu iria também.

De um modo geral, as estrelas foram representadas na forma tradicional, mostrando um destaque ao vivencial.

Uma parcela razoável (24%) considera as estrelas como objetos astronômicos presentes no meio do Sistema Solar, uma visão bastante caracterizada pela observação primeira e *vivencial* da posição das estrelas. Obtivemos poucas representações de estrelas na categoria *científico* (12%), ou seja, como objetos muito distantes do nosso Sistema Solar.

Em suas viagens, os professores freqüentemente afirmavam que não fariam viagem para o Sol porque lá seria muito quente. Já uma viagem para uma estrela eles gostariam de fazer. Alguns até as citam em sua primeira viagem, ou então dizem que não as visitariam por considerá-las demasiadamente frias.

Sol

As concepções de Sol foram basicamente duas: plana e esférica, ou seja, *vivencial* e *científica*. A forma plana esteve geralmente associada à coroa e à personificação do Sol, com boca, nariz, olhos etc.

A maioria dos professores escolheu o Sol plano e personificado; dos 17 entrevistados, 11 (64%) escolheram o Sol plano com coroa, olhos, boca e nariz. Um dos professores preferiu a outra face do mesmo Sol personificado, mas somente o lado liso (plano, amarelo e com a coroa). Também verificamos, com um dos entrevistados, a concepção de um pequeno disco representando o Sol. Todas as formas planas (76%) utilizadas para representar o Sol foram categorizadas como *vivencial*.

Seguem alguns exemplos de respostas para a categoria *vivencial*, com a representação do Sol na forma plana.

E: e como ficaria o Sol aqui?

At: então o Sol está no centro.

E: escolhe alguma coisa.

At: (escolhe o Sol na parte contrária da parte personificada).

E: e o Sol?

A: o Sol está longe.

E: onde está o Sol?

A: longe mais no centro, né! (aponta para a região próxima a Terra).

A: (escolhe o Sol plano e personificado). Tem que estar no centro, né.

A: (pendura no meio, em cima da Terra) radiando luz para todos os lados.

E: onde estaria o Sol?

D: aqui (pega um Sol plano personificado e o coloca na mesma altura da Terra).

Na categoria *científico*, em que a representação do Sol é feita na forma esférica encontramos quatro representações (24%) na nossa amostra.

E: e o Sol, onde estaria?

G: (pega uma grande esfera).

E: e o Sol onde estaria?

L: o Sol estaria, a Terra é o quarto planeta, a Terra está desproporcional, está muito grande. (escolhe uma imensa esfera e a coloca próxima a Terra, na mesma altura da mesma).

O céu e o Universo foram dois conceitos inferidos dentro desta fase da entrevista. O céu, a partir de falas e gestos, e o Universo, a partir da montagem tridimensional

construída pelos professores, desde a fase da escolha da Terra até a fase final da entrevista. Seguem os nossos principais resultados referentes a estes dois elementos.

Céu

O céu foi categorizado, assim como nos outros casos, segundo elementos próximos ao vivencial, ligados ao olhar direto do céu; ou ao conceitual, no qual há a presença de um olhar mais científico.

Na categoria *vivencial* estão os dados sobre o céu como sendo aquilo que está somente acima da Terra, visão mais próxima ao observável diretamente.

Em três das entrevistas (18%) não conseguimos extrair ao certo qual a idéia de céu que os professores tinham (categoria *outros*). Uma outra parte (41%) da amostra incorpora alguns elementos conceituais nas referências ao Céu que não estão apenas relacionadas àquilo que é diretamente observável, como: atmosfera, espaço, tudo. Estes foram classificados como *científico*.

Todas as representações de Terra na categoria *vivencial* acompanhavam uma representação de céu em cima, também *vivencial*. Dessa forma, os professores que representaram a Terra como sendo plana, oca ou esférica com vertical absoluta também concebiam o céu como algo que está em cima da Terra.

E: as pessoas já estão ali. E o céu seria aquele ali?

A: o céu seria aqui em cima (aponta para o espaço acima da placa no chão).

As demais representações estão inseridas na categoria *científico*. Seguem alguns exemplos relacionados a esta categoria.

Dois dos entrevistados pensavam em céu como sendo algo que está em volta da Terra, acima da superfície ou da atmosfera, mas numa Terra esférica.

E: e onde é o céu aí na Terra?

J: o céu na Terra? O que é céu?

E: é, o que é céu?

J: para mim é tudo o que está acima da nossa superfície, da atmosfera, para mim é céu.

E: acima da atmosfera, tudo é céu?

J: é, acredito que sim pela visão que eu tenho de céu, né, aquilo que a gente enxerga acima é céu.

E: e estaria onde aí?

J: o céu pra mim estaria ao redor (simboliza com as mãos em volta da Terra).

Um dos entrevistados considerava o céu como apenas uma fina camada em volta da Terra. O céu era a própria atmosfera.

E: e onde é o céu na Terra?

L: aqui (mostra como se fosse uma pequena camada em volta da Terra).

E: e nos outros planetas dá para ver o céu?

L: não, eles não têm atmosfera.

Além destes, também tivemos 24% das concepções de céu como sendo tudo. Tudo que existe está no céu, inclusive a Terra.

E: onde fica o céu na Terra?

G: fica aqui em volta de tudo.

E: e na Lua também?

G: na Lua também, está mergulhada no céu.

E: a Lua está mergulhada no céu?

G: nós, tudo.

E: onde está o céu aí?

SA: é tudo.

E: até onde?

SA: é tudo.

E: e onde é o céu aqui na Terra?

D: céu, céu. Se for céu atmosfera, aqui (na frente do planisfério), um milímetro.

E: e que outro céu tem?

D: tem o Universo, esse que a gente está aqui no meio.

E: fica onde?

D: a gente está no meio, tudo.

E: a Terra também está no céu?

D: está.

Sendo o céu pouco abordado no ensino de Astronomia e, ao mesmo tempo, de fácil observação, era de se esperar uma alta frequência de sua representação mais próxima ao observável.

Universo

Denominando de “modelo” a representação de Universo inferida a partir da estrutura espacial de objetos construída pelo entrevistado, a cada uma das categorias de análise correspondeu um tipo de modelo de Universo:

Universo - Terra e céu (categoria *vivencial*): neste modelo observa-se uma forte diferenciação entre a posição da Terra, localizada no ponto mais baixo da estrutura espacial, algumas vezes no próprio chão, e a posição de todos os outros astros, localizados no alto. Cerca de 24% das representações apresentam esta estruturação.

Universo – Camadas (categoria *transição*): neste modelo, o Universo é constituído por duas ou mais camadas, cada uma delas formada por astros de natureza semelhante, ou de alguma forma associada. Por exemplo, uma camada com planetas e a outra com Sol, Lua e estrelas. Incluem-se neste modelo 18% das representações de Universo. Representação caracterizada como transição por haver uma tentativa do professor em abstrair o sensorial ao unir alguns elementos, embora ele ainda necessite posicionar, por exemplo, o Sol no alto.

Universo – Plano (categoria *Livro Didático*): este modelo apresenta todos os astros praticamente na mesma altura, definindo um único plano horizontal ou vertical⁴ onde parece situar-se todo o Universo. Apesar deste modelo apresentar um distanciamento do vivencial, há uma aproximação deste da representação típica do livro didático. Alguns desses modelos eram bastante semelhantes às figuras representativas do Sistema Solar muito comuns nos livros didáticos de Ciências do ensino fundamental. A maioria, 58%, representa o Universo desta forma.

⁴ Apenas em uma das representações tivemos o Universo plano vertical, onde os astros estavam distribuídos em uma linha vertical, porém a Terra não possuía uma posição de destaque.

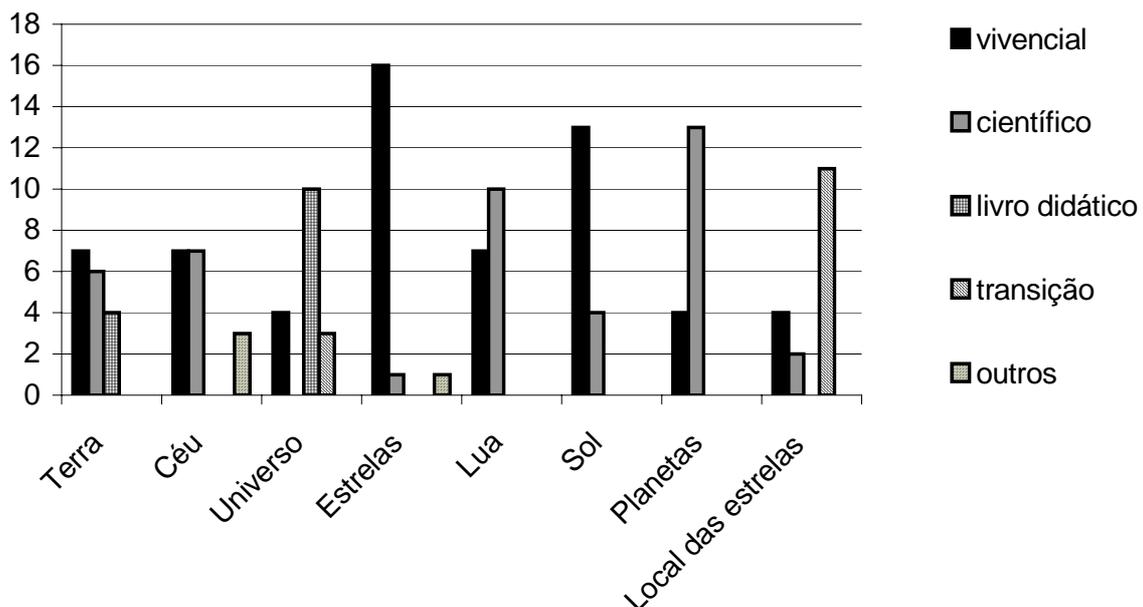
Não houve em nossa amostra de dados nenhum caso de modelo de Universo que pudesse ser caracterizada como *científico* ou *outros*.

Na construção do Universo tridimensional feita pelos professores, aparece uma concepção do Universo se confundindo com o próprio Sistema Solar. Para exemplificar, tivemos um professor que em uma de suas falas disse: "no meu Universo tem o Sol ao centro e Marte, a Terra, Saturno girando ao seu redor..."

Observamos que os professores apresentam o Universo contendo basicamente elementos pertencentes ao Sistema Solar e algumas estrelas espalhadas. A associação entre esses dois elementos (Universo como Sistema Solar contendo estrelas próximas ou até mesmo em seu meio) parece indicar um Universo restrito e bastante característico do livro didático, já que este, normalmente em capítulos intitulados "Universo", apresenta, na seqüência, uma imagem do Sistema Solar com o Sol e planetas alinhados e, como pano de fundo, as estrelas.

A seguir, apresentamos um gráfico que resume nossos principais resultados relativos às representações de Terra, planetas, Lua, estrelas, céu, Universo e as posições das estrelas na construção espacial da representação de Universo feita pelos professores.

Gráfico 2: síntese das representações



Do Gráfico 2 podemos perceber que a frequência das concepções *vivencial*, construídas através de elementos mais sensoriais, é diferente para cada astro, porém sempre presente. A grande maioria dos professores, acima de 75%, identifica a estrela e o Sol com características semelhantes àquelas que vêm do vivencial. Para o planeta Terra, céu e a Lua, estas caracterizações diminuem mas ainda são apresentadas por mais de 40% dos professores. E, para a representação do Universo e dos planetas, a diminuição é maior, sendo da ordem de um quarto dos professores (24%).

Em relação à categoria *científico*, os planetas são aqueles em que a grande maioria dos entrevistados não tem dúvidas sobre a sua forma. Isto também acontece com a Lua para um pouco mais da metade dos professores. No entanto, a visão científica do Universo e das estrelas é quase nula.

No caso da localização das estrelas podemos perceber que em sua maioria (65%) está relacionada à categoria *transição* em que os professores as inserem em seu modelo de Universo, porém muito próximas ao Sistema Solar.

Notamos ainda, através do Gráfico 2, uma grande incidência de representações contabilizadas na categoria *livro didático* na constituição do Universo (59%) e um pouco menos na caracterização da Terra (24%). Em relação ao primeiro, há uma forte presença de representação do Universo como sendo a do próprio Sistema Solar e, em relação ao segundo, o achatamento exagerado dos pólos. Ainda, o Gráfico 2 indica que a influência do livro didático na representação não adequada da Lua, do Sol, das estrelas e dos planetas é desprezível.

Conclusões

Os resultados mais importantes desta pesquisa referem-se à representação dos elementos astronômicos pelos professores e à metodologia de tomada de dados.

Em relação às representações, a Terra, o Sol, as estrelas e a Lua apresentam-se freqüentemente na forma plana. O céu, muitas vezes, foi representado como algo que está “no topo”, em cima da Terra; as estrelas, a Lua, o Sol, todos dispostos no alto da montagem. Algo semelhante também ocorreu com a representação do Universo, que na maioria das vezes foi esquematizado como nos livros didáticos, plano, com planetas enfileirados. A característica mais marcante está na bidimensionalidade com que o professor constrói os seus modelos. Mesmo para aqueles que representam os objetos astronômicos tridimensionalmente, a estrutura espacial de seu Universo como um todo é plana.

Numa análise centrada no indivíduo, notamos freqüentemente haver coerência interna entre as caracterizações dos objetos astronômicos e suas relações espaciais. Por exemplo, os professores que acreditam numa Terra plana, em geral, têm uma estrutura de Universo Terra – céu, ou seja, o céu está posicionado apenas acima da Terra, e a Terra possui uma posição privilegiada. É o chamado Universo geocêntrico de Lopéz (1995).

Os modelos de Universo concebidos por professores apresentam uma evolução do Universo como sendo algo composto e disposto da forma como ele o vê numa observação imediata para aquele concebido pelo livro didático, com os astros enfileirados e no mesmo plano. Esses dois modelos são intermediados pelo Universo em transição, como no caso da Terra oca, ou esférica, porém com verticalidade absoluta, sendo que os elementos e a disposição dos mesmos estão, ora no plano vivencial, ora no científico.

Surpreendente é a extrema semelhança das concepções dos professores com as dos alunos ou crianças. Nestas pesquisas observa-se uma certa evolução dos modelos com a idade, quando algumas concepções ligadas à sua maneira ingênua de conceber o cotidiano próximo, chamada de realismo ingênuo, evoluem para a visão científica (BISCH, 1998).

Com relação às caracterizações planas do Sol e das estrelas, identificamos alguns elementos que possivelmente tenham dificultado a representação adequada por parte dos professores em relação à dimensão profundidade. São eles: na prateleira de objetos a inexistência de estrelas de cinco pontas com volume, e o mesmo ocorrendo com o Sol com coroa, ambos apenas na forma plana.

A metodologia que utilizamos, envolvendo a construção espacial e individual dos

modelos e a filmagem em vídeo de cada uma das entrevistas, mostrou-se eficaz e foi fundamental para a obtenção dos resultados quanto às concepções acerca da estrutura espacial do Universo, originando dados que nos forneceram subsídios essenciais à descrição e à interpretação dos universos concebidos pelos professores.

Considerações Finais

Verificamos que muitos dos elementos encontrados nas representações dos professores advêm de uma visão exclusivamente geocêntrica e muitas vezes associada apenas à percepção imediata dos fenômenos e dos elementos que compõem o Universo.

As imagens de meia-lua e disco são muito próximas da observação direta. Ao olharmos a Lua no céu, nos livros ou nos vídeos não a vemos em três dimensões, fato que reforça o modelo vivencial, que por si só já constitui um obstáculo na aprendizagem. Além disso, é muito comum a utilização, por parte dos professores, das expressões: “a face oculta da Lua” ou “a Lua só mostra uma de suas faces”. Acreditamos que este dado interfira na caracterização da Lua, pois reforça o desconhecimento do homem sobre a parte não visível da Lua. Além disso, o nome “face” pode levar à imagem de algo plano, pois esta denominação não é muito característica de uma esfera.

Acreditamos que o número excessivo de representações planas para o Sol se tenha dado devido à existência, na estante de materiais, de um Sol plano muito caracterizado, lembrando muito fortemente as representações infantis. Consideramos que este fator tenha disfarçado o resultado sobre a dimensão do Sol. Desta forma, não consideramos que a forma de pensar indicada por este tipo de representação seja realmente plana, ou seja, parece que a representação utilizando o caráter infantil sobressaiu, superando um possível modelo científico.

A identificação de um número razoável de professores que ainda não possuem uma visão científica de Terra de algum modo mostra o quão forte é a representação do mundo da forma como o vemos, e o quão difícil é a extrapolação do vivencial para o científico, e também revela a ineficácia do livro didático e dos meios de comunicação em geral que, apesar de apresentarem uma Terra esférica, não fazem uma associação desta forma com a que observamos em nosso cotidiano. As Terras ocas, duplas e esféricas com vertical absoluta, mostram uma tentativa de correlação entre esses dois mundos: o vivencial e o científico.

Com relação aos planetas, apesar de serem visíveis da Terra, poucos professores sabem dessa possibilidade e raramente conseguem reconhecê-los no céu. Talvez por isso, por não fazerem parte de nossa percepção imediata, os planetas em sua maioria tenham sido representados como esferas. Este conceito é adquirido, normalmente, apenas através da escola ou de divulgação científica através de jornais e revistas.

Acreditamos que nas viagens planetárias a preferência pela Lua, por estrelas ou planetas seja motivada por serem estes os elementos do Universo que os professores conhecem, devido a sua tradicional inserção nos livros didáticos. A lembrança de Marte pela maioria dos professores pode estar no fato deste planeta ter presença significativa na mídia. Um dos professores, ao escolher Marte, comentou: “*o pessoal fala tanto em Marte, né.*” E, Saturno, deve ter sido muito lembrado devido à forte característica de seus anéis.

Consideramos o tema da Astronomia, apesar de belo e relativamente próximo à vida cotidiana, bastante abstrato. A observação interessada dos astros é importante, mas ela

deve ser sistemática e acompanhada de um estudo teórico. Os fenômenos são de difícil compreensão, pois é necessário unificar a observação geocêntrica ao modelo heliocêntrico, sendo necessário para isso distanciar-se da visão de observador terrestre e visualizar os movimentos de fora da Terra. E isto é bastante complexo, já que a observação “natural” é a geocêntrica. Fazer uma associação entre a visão geocêntrica e a explicação heliocêntrica exige uma abstração bastante apurada. O mesmo acontece com a forma da Terra: por mais que saibamos que ela é redonda, não a sentimos assim em nosso cotidiano e frequentemente a tornamos plana ao fazermos mapas e planisférios, de certa forma endossando a interpretação da Terra como plana.

Acreditamos que as concepções, principalmente da Terra, são resultados da interação entre a concepção ligada à experiência concreta e a noção abstrata. Aqueles que possuem pouca familiaridade com o conhecimento científico apresentam concepções mais próximas à sua experiência cotidiana. O mesmo acontece no extremo oposto, em que há um predomínio da visão científica. Entre estes dois pólos, acreditamos haver uma transição: de um lado, já ouviram falar que a Terra é redonda, e do outro, não conseguem se situar numa esfera.

Consideramos o ensino de Astronomia importante principalmente para estabelecer uma relação do aluno com o mundo físico que o rodeia, em uma dimensão que supera o seu entorno imediato. As novas propostas de ensino de Astronomia devem, sobretudo, proporcionar uma relação entre os aprendizes com o conhecimento, semelhante àquela proposta por ROBILOTTA (1985): a relação dialética entre sentir e saber:

“No caso do espaço, conhecer é tanto sentir como saber... Depois da discussão, entretanto, sabemos que as nossas sensações podem nos enganar. Elas não são “neutras”, “puras”, mas englobam um conteúdo conceitual. A consciência desse fato amplia nossa realidade, permitindo-nos olhar o velho espaço com novos olhos, de uma perspectiva diferente, criando um novo modo de sentir. Esse novo modo de sentir pode acarretar um novo conteúdo conceitual, e assim, sucessivamente. Existe, portanto, uma relação dialética entre o saber e o sentir, cada um deles modificando o outro e não existindo separadamente.”

A Astronomia, quando trabalhada no ensino fundamental, é desenvolvida de forma tradicional e apenas conceitual, e as representações dos elementos constituintes são abordadas, geralmente, apenas em forma de texto ou de imagens bidimensionais. Temos consciência de que a metodologia de aula não pode mais ser a indicada tradicionalmente nos livros didáticos, pois ela já se revelou ser insuficiente. Devido à natureza abstrata do tema, ele deve, na medida do possível, ser vivenciado de forma prática e concreta. As propostas de ensino deste tema devem indicar a importância do conhecimento dos conceitos construídos intuitivamente, pois eles são a maneira de pensar das pessoas e devem ser incorporados à estrutura e à metodologia das propostas de ensino.

Pelo que observamos, esses conceitos construídos de maneira ingênua estão, há muito, arraigados no pensamento do professor. Sendo assim, é preciso criar atividades e/ou questionamentos que desestruturem esse modo intuitivo de pensar, que mostrem a insuficiência deste modelo. Só depois disso será necessário recorrer a outros modelos que expliquem melhor o mundo em que ele vive. Quando, no momento da entrevista, perguntávamos aos professores sobre as estações do ano e eles respondiam que elas ocorriam devido a uma maior ou menor proximidade da Terra em relação ao Sol, em seguida questionávamos sobre como, então, ele explicaria a existência de estações distintas nos hemisférios. Neste momento, os professores, muitas vezes diziam: *“nossa, eu nunca havia pensado nisso! Se a Terra está próxima ela deveria estar toda*

próxima". Este tipo de questionamento parece ser desestruturador, faz o professor repensar o seu modelo.

Uma observação interessante é que as questões inseridas nas entrevistas eram, na maioria das vezes, inéditas aos professores, como por exemplo, o posicionamento de uma pessoa na Terra. Eles próprios afirmavam nunca terem parado para pensar naquelas questões. Apesar de já terem ensinado Astronomia, não estudavam as formas dos objetos astronômicos, a estrutura do Universo, onde estaria o céu, como seria a Terra, e, principalmente, nunca haviam realizado uma experimentação dos fenômenos astronômicos comuns no ensino fundamental, explicando-os apenas no nível teórico. Esta constatação nos faz crer que as atividades de construção espacial da representação do Universo são de grande importância pedagógica, se revelando como uma excelente metodologia de ensino de Astronomia.

Para finalizar, se quisermos um ensino de Astronomia mais efetivo, precisamos urgentemente de cursos de formação continuada para professores de Ciências que promovam uma compreensão básica desse tema. De nada adianta tentar ensinar as estações do ano, ou as fases da Lua, numa Terra plana, ou numa Lua disco.

Referências Bibliográficas

- BARDIN, L. (1995). **Análise de conteúdo**. Lisboa: Ed. 70.
- BAXTER, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, 11(special issue), pp. 502-513.
- BISCH, S. M. (1998). **Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores**. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- BOGDAN, R. & BIKLEN, S. K. (1994) **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradutores: ALVAREZ, M. J., SANTOS, S. B., BAPTISTA, T. M. Porto: Porto Editora.
- BRASIL. (1998). **Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências Naturais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília: MEC/SEMT.
- CARVALHO, A. M. P. (2004). Metodologia de pesquisa em ensino de Física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem. In: Atas – Mesa Redonda do **IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Jaboticatubas, MG: Sociedade Brasileira de Física.
- DE MANUEL BARRABÍAN, J. (1995). ¿Por qué veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes y futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. **Enseñanza de la Ciencia**, vol. 13 (2) p. 227-236.
- FRANCO, C. (1998). As idéias dos alunos sobre temas científicos: vale a pena levá-las a sério? **Ciência & Ensino**, 4, pp.10-17.
- LEITE, C. (1998). **A Astronomia nos livros didáticos do 1º Grau**. Monografia de fim de curso, São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade São Paulo.
- LEITE, C., BISCH, S. M., HOSOUME, Y., SILVA, J. A. (1997). Representações do Universo em Crianças do 1º Grau. In: **Caderno de Resumos do XII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Belo Horizonte: UFMG.

- LOPÉZ, R. A., AFONSO, R., BAZO, C., MACAU, M. D., RODRÍGUES, M. L. (1995). Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el Universo. **Enseñanza de la Ciencia**, 13 (3), pp. 371-377.
- LÜDKE, M. & ANDRÉ, M. E. D. A. (1986). **Pesquisa em educação: abordagem qualitativa**. São Paulo: EPU.
- MALI, G. B., HOWE, A. (1979). Development of Earth and gravity concepts among nepali children. **Science Education**, 63(5), pp. 685-691.
- NARDI, R. (1989). **Um estudo psicogenético das idéias que evoluem para a noção de campo**. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- NUSSBAUM, J., NOVAK, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. **Science Education**, 60(4), pp. 535-550.
- ROBILOTTA, M. R. (1985). O espaço na/da natureza da/na física. In: **Construção & realidade no ensino de Física**. São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

DE 9 A 12 Y FINALMENTE 8: ¿CUÁNTOS PLANETAS HAY ALREDEDOR DEL SOL?

*Gonzalo Tancredi*¹

Resumen: La Unión Astronómica Internacional, la organización que agrupa a los astrónomos profesionales del planeta, acaba de adoptar una definición histórica: ¿Qué es un planeta en nuestro Sistema Solar? Cambiando 76 años de tradición, según esta definición, nuestro Sistema Solar cuenta con 8 planetas y una creciente cantidad de "planetas enanos", entre los que quedó incluido el hasta hace poco planeta Plutón. En el presente artículo se presentarán los argumentos que fundamentan esta resolución y la participación que han tenido los astrónomos latinoamericanos en la adopción de la misma.

Palabras clave: Sistema Solar, planetas, "planetas enanos"

DE 9 A 12 E FINALMENTE 8: QUANTOS PLANETAS EXISTEM AO REDOR DO SOL?

Resumo: A União Astronômica Internacional, a organização que agrupa os astrônomos profissionais do planeta, acaba de adotar uma definição histórica: O que é um planeta em nosso Sistema Solar? Mudando 76 anos de tradição, segundo esta definição, nosso Sistema Solar conta com 8 planetas e uma crescente quantidade de "planetas anões", entre os quais foi incluído o até há pouco planeta Plutão. No presente artigo serão apresentados os argumentos que fundamentam esta resolução e a participação que tiveram os astrônomos latino-americanos na adoção da mesma.

Palabras-chave: Sistema Solar, planetas, "planetas anões"

FROM 9 TO 12 AND FINALLY 8: HOW MANY PLANETS ARE AROUND THE SUN?

Abstract: The International Astronomical Union, the organization that groups together the professional astronomers over the world, has recently adopted a historical definition: What is a planet in the Solar System? Changing 76 years of tradition, our Solar System has now 8 planets and an increasing number of a new category of bodies named "dwarf planets", among them is the former planet Pluto. In this article we present the reasons that support the resolution and we describe the participation of the Latin-American astronomers in the process to adopt it.

Keywords: Solar System, planets, "dwarf planets"

La Historia del Descubrimiento de los Planetas

Al tiempo que el Hombre comenzó a observar el cielo detectó que todos los astros se desplazan de Oriente a Occidente siguiendo el Movimiento General Diario. Este desplazamiento aparente es consecuencia de la rotación de la Tierra cuando se observan objetos lejanos. Pero además notó que existía un número reducido de astros que se desplazaban respecto del resto de las estrellas. A esos "astros errantes" los denominó *planetas*; considerando en una primera instancia en esta categoría a: el Sol, la Luna,

¹ Depto. Astronomía – Fac. Ciencias ; Observatorio Astronómico Los Molinos – Min. Educación y Cultura ; Montevideo – Uruguay
e-mail: gonzalo@fisica.edu.uy

Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno. Los dos primeros presentaban, a diferencia de los 5 restantes, un disco aparente, mientras que los otros eran objetos puntuales. En el sistema ptolomeico o geocéntrico del Universo, la Tierra ocupaba el centro, y el resto de los astros errantes se movía en complicadas órbitas alrededor de ella. En el siglo XVI, Nicolás Copérnico propone un sistema que explicaba el complicado movimiento de los astros errantes en forma más sencilla: el Sol se ubica en el centro del sistema, los 5 planetas puntuales mas la Tierra se trasladan en torno a él, y la Luna es un satélite que gira en torno a la Tierra. Con las observaciones telescópicas de Galileo de principios del siglo XVII y los cálculos orbitales de Johannes Kepler, el sistema heliocéntrico de Copérnico es finalmente aceptado, quedando el número de planetas conocidos en 6. En orden de distancia al Sol son: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter y Saturno. Todos ellos en órbitas cuasi circulares en torno al Sol y ubicadas casi en un mismo plano en el espacio.

El uso del telescopio por Galileo para observaciones astronómicas permitió además la detección de objetos de débil brillo que hasta el momento no eran observables a simple vista. El astrónomo de origen alemán radicado en Inglaterra, William Herschel, fue un gran constructor de telescopios del siglo XVIII. El 13 de Marzo de 1781 descubrió un débil objeto de aspecto circular que se desplazaba lentamente respecto a las estrellas. Inicialmente pensó que era un cometa, pero luego de meses de observación y cálculo de su trayectoria, comprobó que se trataba de un objeto ubicado más allá de Saturno, en una órbita circular y cuasi coplanar con el resto de los planetas. Herschel había descubierto el planeta que se le denominó Urano, por el dios mitológico del cielo.

El 1° de Enero de 1801 el monje italiano Giuseppe Piazzi descubre desde el Observatorio de Palermo (Italia) un objeto en movimiento en la constelación de Tauro. Los cálculos iniciales lo ubicaron entre las órbitas de Marte y Júpiter, a una distancia del Sol que se ajustaba con la predicción basada en una ley empírica formulada por Titius y Bode. El nuevo astro errante se le denominó Ceres. Pese a su pequeño tamaño, fue incorporado al conjunto de los planetas. Al año siguiente fue descubierto otro objeto en la misma región del sistema solar, al que se denominó Pallas; para 1807 otros dos más se incorporaron a la lista: Vesta y Juno. Aún con los mayores telescopios de la época, no era posible observar estos objetos con forma de disco, como en el caso de los restantes planetas. Herschel propuso que, por su apariencia asteroidal (parecido a una estrella), se les denominara *asteroides*. No obstante durante varias décadas estos objetos fueron catalogados como planetas. Para mitad del siglo XIX, ya se habían descubierto más de 20 asteroides entre Marte y Júpiter. Para las principales publicaciones de la época ya era inaceptable estar publicando efemérides de todos estos objetos. Se acuerda pasar a denominar al conjunto de estos objetos como *planetas menores*, distinguiéndolos del conjunto de los planetas.

Para mitad del siglo XIX ya se habían recolectado un gran número de observaciones de Urano, pudiéndose comprobar que existía una pequeña discrepancia entre la posición observada y la estimada, tomando en cuenta la perturbación gravitatoria del resto de los planetas. Esta perturbación fue atribuida a la existencia de un planeta más externo hasta el momento desconocido. Los cálculos teóricos del astrónomo francés Urbain Le Verrier presentados el 31/8/1846, permitieron semanas después al astrónomo alemán J. Galle descubrir un planeta a menos de 1 grado de la posición predicha por Le Verrier (23/9/1846). Al nuevo planeta se le dio el nombre del dios romano de los mares: Neptuno. Se ubica más allá de Urano en una órbita cuasi circular y coplanar como el resto de los planetas.

El éxito de las predicciones teóricas de Le Verrier hicieron especular con una posible diferencia entre la posición observada y calculada de Neptuno; explicable según el astrónomo norteamericano Percival Lowell, por la presencia de otro planeta externo a Neptuno. Lowell, famoso también por sus observaciones de los “canales marcianos”, montó un observatorio en el desierto de Arizona (Flagstaff) para la observación de Marte y la búsqueda del nuevo planeta. Lowell murió sin llegar a encontrar al nuevo planeta. Años después el Observatorio que lleva su nombre, contrata al joven astrónomo aficionado Clyde Tombaugh para que continúe la búsqueda. Utilizando el novedoso método de las placas fotográficas y el comparador de parpadeo², Tombaugh descubre el 18 de Febrero de 1930, a los pocos meses de haber comenzado su campaña, un nuevo objeto en movimiento muy lento respecto a las estrellas. El objeto se ubicaba cercano a la posición estimada por Lowell y por su movimiento se trataba de un objeto más distante que Neptuno. No obstante su brillo y por tanto su tamaño eran insuficientes como para explicar las supuestas perturbaciones de Neptuno; de hecho, años después se demostró que las discrepancias no eran tales y se debían a errores de observación. El hallazgo fortuito de Tombaugh no limitó que los periódicos de la época anunciaran el descubrimiento como el noveno planeta. Finalmente el planeta fue denominado a propuesta de una niña británica Venetia Burney (11 años) como Plutón, el dios romano de las profundidades y cuyas dos primeras letras eran las iniciales de Percival Lowell³.

La categoría de planeta de Plutón siempre estuvo en cuestión, por su pequeño tamaño⁴ y por su particular órbita: de mayor inclinación respecto al plano donde se encontraban próximos el resto de los planetas; y de forma muy elíptica, que lo llevaba a cruzar la órbita de Neptuno y ubicarse más cercano al Sol que este planeta en parte de su órbita.

El comienzo de la “caída”

Las pretensiones planetarias de Plutón finalmente comenzaron a flaquear cuando en 1978 J. Christy (EEUU) descubre un satélite muy próximo. El satélite Caronte⁵ resultó ser tan sólo la mitad en tamaño de Plutón, conformándose más que un sistema planeta-satélite, un sistema binario con dos objetos comparables. Además la determinación de la órbita de Caronte permitió el cálculo preciso de la masa de Plutón, siendo ésta tan sólo unas 500avas partes la masa de la Tierra.

Por otra parte varios astrónomos planteaban argumentos a favor de la existencia de un cinturón de objetos en la región exterior a Neptuno, similar al cinturón de asteroides entre Marte y Júpiter. Destacamos entre ellos al astrónomo irlandés K. Edgeworth, al holandés-norteamericano G. Kuiper y al uruguayo Julio A. Fernández.

Finalmente el 30 de Agosto de 1992 y luego de varias campañas de búsqueda los astrónomos norteamericanos D. Jewitt y J. Luu descubren desde Mauna Kea (Hawaii) un nuevo objeto de la región transneptuniana. De allí en más se intensifican las campañas de búsqueda y al presente se han descubierto más de mil objetos en esta región exterior del Sistema Solar. Varios de los objetos tienen más de mil km de diámetro, por tanto sus tamaños son comparables al de Plutón.

² El comparador de parpadeo (“blink comparator” en inglés) consiste en la observación secuencial de dos imágenes de una misma zona de cielo tomadas en dos instantes separados por algunas horas, donde las estrellas se mantienen fijas y los objetos en movimiento parecen “saltar” de una posición a otra.

³ El interés público que significó el descubrimiento del nuevo planeta, hizo que Walt Disney le pusiera el nombre de Pluto (denominación en inglés de Plutón) a un nuevo personaje animado aparecido en aquellos años.

⁴ Plutón tiene un diámetro 2.270km, frente a los 12.760 km de la Tierra o los 49.500 km de Neptuno.

⁵ Caronte (“Charon” en inglés) fue designado por el barquero que cruzaba los muertos a través del río en el mundo subterráneo.

En el año 2005 la controversia sobre el carácter planetario de Plutón adquiere su tono más álgido, ya que un grupo de astrónomos norteamericanos liderado por M. Brown anuncia el descubrimiento de un objeto cuyas estimaciones preliminares lo ubican como mayor que Plutón. Se trataba del objeto 2003 UB313, conocido inicialmente con el apodo de “Xena”, y actualmente denominado Eris (la diosa de la discordia).

¿Se trataba del décimo planeta o habría que adoptar una nueva definición de planeta?

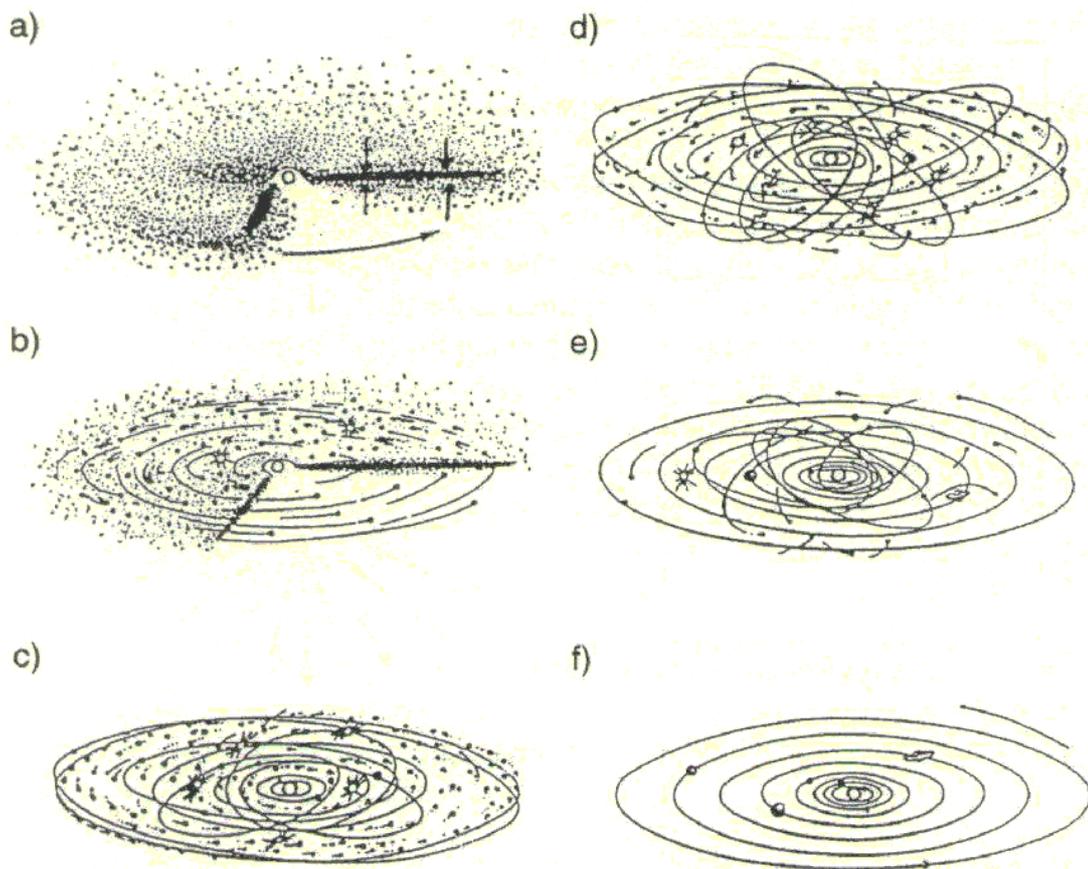
Para dar una respuesta a esta interrogante, debemos considerar previamente cual es nuestra visión sobre el Sistema Solar y el rol que han jugado los planetas a lo largo de su evolución.

La formación y evolución del Sistema Solar

A partir de la observación de los cuerpos del Sistema Solar ⁶ y de la comparación con otros sistemas planetarios en torno a otras estrellas hemos ido construyendo un modelo del proceso de formación y evolución del sistema.

Las ideas básicas de ese modelo se remontan a las propuestas del filósofo I. Kant y del astrónomo P. Laplace, pero han sido ampliamente mejoradas con las observaciones más recientes.

Según este modelo el Sistema Solar se formó a partir de una nube de gas y polvo en



contracción. La lenta rotación inicial y la contracción gravitatoria dieron como producto la formación de una condensación central (la proto-estrella) donde se formó el Sol y un disco plano de gas y polvo, perpendicular al eje de rotación: el disco protoplanetario. El polvo se fue concentrando en el plano central del disco (Fig. 1 a), formando aglomeraciones de mayor tamaño (Fig. 1 b). En la zona cercana al Sol los granos de polvo estaban constituidos por materiales rocosos mientras que en la zona exterior se componían además de hielos de componentes más volátiles (agua, metano, etc.). El límite entre estas dos zonas se ubica aproximadamente a 4 Unidades Astronómicas ⁷ del Sol, y se le denomina como la “línea de nieve”, por ser la región a partir de la cual el agua condensa en hielo. A través de colisiones de baja velocidad, las aglomeraciones formadas por granos de polvo fueron aumentando de tamaño hasta alcanzar varios kilómetros, denominándose planetesimales (Fig. 1 c). Los planetesimales formados al interior de la línea de nieve eran mayoritariamente rocosos y sus remanentes actuales son los asteroides. Los que se formaron en la zona exterior estaban constituidos principalmente de hielo de agua y materiales rocosos, siendo representados hoy en día por los núcleos de los cometas. Aglomeraciones posteriores dieron origen a objetos de varios cientos o miles de kilómetros: los embriones planetarios (Fig. 1 d). Finalmente las colisiones mutuas entre embriones planetarios dieron origen a cuerpos de mayor tamaño: los planetas.

Los planetas formados en la región exterior del Sistema Solar lograron acretar el material más rápidamente pudiendo retener gran parte del gas de la nebulosa protosolar y alcanzar una gran masa. Los planetas interiores se formaron de material rocoso, siendo más pequeños pero más densos. Así distinguimos dos tipos de planetas en el Sistema Solar: los planetas terrestres o interiores que son rocosos, más densos y pequeños y cercanos al Sol (Mercurio, Venus, Tierra y Marte) y los planetas gigantes o exteriores que son gaseosos y más lejanos (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno). Plutón no se ajustaba a esta clasificación: no es un planeta gigante pese a estar en la zona de los gigantes, no es un planeta terrestre por estar constituido principalmente de hielos (gases congelados).



Fig. 2: Imagen de la superficie craterizada de la Luna.

⁷ La Unidad Astronómica (UA) es una unidad para la medida de distancias en el Sistema Solar. Equivale a la distancia media Tierra-Sol de aproximadamente 150 millones de km.

Luego de haberse formado los planetas comienzan a perturbar gravitacionalmente al resto de los planetesimales remanentes de la formación. Parte de ellos termina chocando con los planetas formando cráteres en las superficies rocosas como lo atestigua la Luna (Fig. 2) y una gran parte son eyectados del Sistema Solar (Fig. 1 e). Los planetas logran así “limpiar” su zona de formación de remanentes, quedando como los principales objetos de su vecindad (Fig. 1 f).

Crónica de una “muerte” anunciada

Para Agosto del 2006 la cuestión de la cantidad de planetas del Sistema Solar estaba planteada en el ámbito de la opinión pública y por tanto existía un reclamo para que la comunidad astronómica tomara una definición sobre el tema.

Se partía de una concepción, válida en los últimos 76 años, en la cual el Sistema Solar está constituido por 9 planetas (Fig. 3 a).



Fig. 3: Esquemas del Sistema Solar según las definiciones (adaptadas de figuras de M. Brown)

Para estudiar el problema de la definición de planeta, la Unión Astronómica Internacional conformó una comisión que elaboró una propuesta, la que fue refrendada por el Comité Ejecutivo (CE) de la UAI, y presentada para su consideración en la XXVI Asamblea General realizada en Praga (Agosto 2006). A esta Asamblea concurrimos como únicos representantes de Uruguay Julio Fernández y Gonzalo Tancredi, pese a que nuestro país había perdido el derecho a voto por falta de pago de las cuotas de afiliación.

La propuesta presentada por el CE adoptaba como criterios para definir un planeta que el objeto orbitara en torno al Sol y que tuviera una masa suficiente para que su autogravedad supere las fuerzas de rigidez del cuerpo, adquiriendo una forma cuasi-esférica por equilibrio hidrostático. Según esta definición los planetas del Sistema Solar serían los 9 hasta el momento conocidos, pero se agregarían por lo menos: 2003 UB313-Eris (el objeto transneptuniano mayor que Plutón), Ceres (el mayor de los asteroides) y hasta Caronte (el satélite de Plutón). Un análisis más detallado de la propuesta mostraba que el límite inferior para considerar un objeto como planeta era un criterio que dependía del material constituyente: un objeto rocoso más resistente podría tener un tamaño de varios cientos de kilómetros y aún ser de forma irregular (como el caso del asteroide Vesta); mientras que objetos formados por hielo como los



Figura 4: Los asteroides Ceres (975x975x909 km), Vesta ,(578x560x458 km) y el satélite de Saturno Mimas (415x394x381 km).

transneptunianos o los satélites de los planetas gigantes, de tan sólo ~ 400 km pueden ser cuasi-esféricos (por ejemplo el satélite de Saturno: Mimas - ver Fig. 4). Por tanto el número de planetas podría aumentar de los 12 inicialmente propuestos a más de 50 (Fig. 3 b) o quizás más de 100 en los próximos años. Vistas estas críticas a la propuesta del CE, con la que concordaban varios colegas del ámbito de las ciencias planetarias, decidimos impulsar una definición alternativa que jerarquizara el concepto de planeta. Hicimos una redacción inicial que incorporaba el criterio que un planeta debía ser el objeto dominante en su región y por tanto ser el objeto más grande de su población local. Con este criterio el número de planetas del Sistema Solar se reducía a 8, siendo estos: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno (Fig. 3c). Para los objetos que no cumplieran este criterio pero que tuvieran una masa suficiente para adquirir una forma cuasi-esférica, se introducía una nueva categoría, que se le denominó inicialmente como planetoides. Plutón integraría este grupo, al igual que Ceres y Eris. Con esta propuesta recolectamos firmas de adhesión entre colegas de varios países y la presentamos en varias instancias de discusión durante la Asamblea. En todas estas instancias la propuesta inicial del CE fue rechazada, mientras que nuestra propuesta lograba una mayor adhesión. Por tanto fuimos convocados a redactar en conjunto con el CE la propuesta que finalmente adoptó la Asamblea, siguiendo en líneas generales nuestra propuesta alternativa (ver texto en recuadro).

La propuesta adoptada por la UAI diferencia tres categorías de objetos en el Sistema Solar: planetas, “planetas enanos”⁸ y cuerpos menores. En la definición de planeta se incorpora el concepto de limpieza de la vecindad de la órbita, que ya fue explicado en el marco del proceso de formación del Sistema Solar, y que puede considerarse como equivalente al concepto de dominancia en su población local. Estas tres categorías se ajustan a las tres etapas de formación planetaria señaladas anteriormente: planetas, embriones planetarios y planetesimales, respectivamente. Tenemos por tanto: 8 planetas, varios “planetas enanos” (quizás algunas decenas) y millones de cuerpos menores (asteroides y cometas). En la Fig. 5 se representa esquemáticamente los componentes del Sistema Solar con sus tamaños relativos. Son menos los planetas a recordar, pero un Sistema Solar más rico en categorías de objetos a estudiar.

La definición adoptada en Praga fue comentada en todo el mundo, adquiriendo una notoriedad y difusión mundial. Pese al rechazo de un reducido grupo de astrónomos norteamericanos, la resolución fue adoptada por las principales organizaciones astronómicas. Por su parte, Plutón pasó a integrar la categoría de “planeta enano” y obtuvo una designación dentro del catálogo de planetas menores con el número 134340.

Lo que parecía imposible al comenzar la Asamblea, cambiar la propuesta inicial del CE, se logró en una votación en la cual más del 75% de los participantes aprobaron la propuesta de los 8 planetas impulsadas por nosotros. Más allá de la satisfacción personal de haber sido partícipe de una definición histórica con importantes repercusiones educativas y culturales a escala mundial; es importante resaltar que este hecho representa una lección de democracia que rescata las ricas tradiciones de participación popular latinoamericanas⁹.

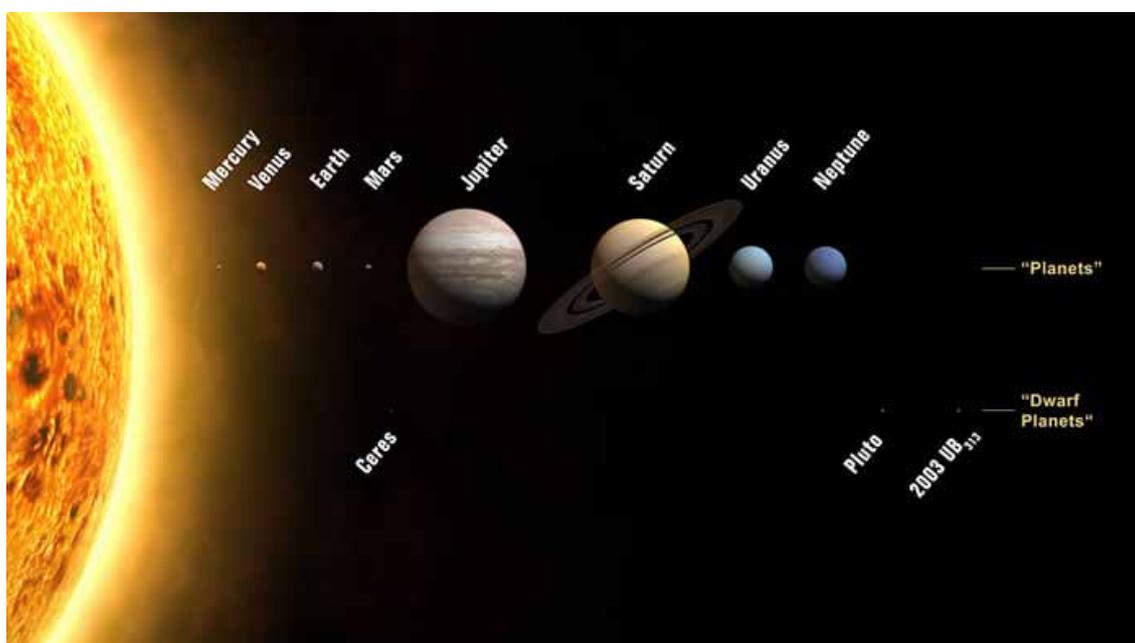


Fig. 5: Representación esquemática de los componentes del Sistema Solar con sus tamaños relativos (adaptada de la versión del comunicado de prensa emitido por el CE de la UAI).

⁸ El término “planeta enano” se usa entre comillas para señalar un concepto diferente al de planeta, y no como una subcategoría de este.

⁹ Una presentación PowerPoint basada en este artículo se puede obtener en: <http://www.astronomia.edu.uy/charlas>

Bibliografía complementaria:

Sobre la predicción de la existencia de una población de objetos en la región transneptuniana o cinturón de Edgeworth-Kuiper:

K. Edgeworth, *Monthly Notes Royal Astron. Soc.*, 109, 600 (1949).

G. Kuiper, en *Astrophysics*, J. Hynek, Ed. (McGraw-Hill, New York) p.357-424 (1951)

J. Fernández, *Monthly Notes Royal Astron. Soc.*, 192, 481 (1980).

Algunas reflexiones sobre la definición de planeta previas a la adopción de la resolución:

A. Stern; H. Levison, en: Highlights of Astronomy, Vol. 12, XXIVth General Assembly of the IAU - 2000, p. 205-213

G. Basri; M. Brown; Annu. Rev. Earth Planet. Sci.. 34,193–216 (2006)

S. Sother, *Astron. J.*, 132, 2513 (2006).

Propuesta alternativa presentada por el autor durante la Asamblea General donde se manejaron las ideas básicas de la resolución final:

<http://astro.cas.cz/nuncius/appendix.html#tancredi>

Versión original del texto final de la Resolución de la UAI:

http://www.iau.org/fileadmin/content/pdfs/Resolution_GA26-5-6.pdf

Reflexiones posteriores a la Asamblea con comentarios de varios astrónomos:

“Teaching What a Planet Is”, A. Fraknoi, Astronomy Education Review, Issue 2, Volume 5 (2006) (<http://aer.noao.edu/cgi-bin/article.pl?id=207>)

Texto de la Resolución adoptada en la XXVI Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional (Agosto 2006)

La UAI resuelve que los planetas y otros objetos de nuestro Sistema Solar, con la excepción de los satélites, son definidos en tres distintas categorías de la siguiente manera:

- (1) Un planeta ¹ es un cuerpo celeste que (a) está en órbita alrededor del Sol, (b) tiene una masa suficiente para que su autogravedad supere las fuerzas de rigidez del cuerpo, manteniéndolo en equilibrio hidrostático con una forma cuasi-esférica, (c) haya limpiado la vecindad entorno de su órbita.
- (2) Un “planeta enano” es un cuerpo celeste que (a) está en órbita alrededor del Sol, (b) tiene una masa suficiente para que su autogravedad supere las fuerzas de rigidez del cuerpo, manteniéndolo en equilibrio hidrostático con una forma cuasi-esférica ², (c) no haya limpiado la vecindad entorno de su órbita, y (d) no es un satélite.
- (3) Todo el resto de los objetos ³, excepto los satélites, que orbitan el Sol deberían ser denominados colectivamente como “Cuerpos Menores del Sistema Solar”.

¹ Los 8 planetas son: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

² La UAI establecerá un procedimiento para asignar objetos en la categoría de “planeta enano” u otras categorías.

³ Esta categoría incluye la mayor parte de los asteroides, la mayor parte de los Objetos Trans-Neptunianos (TNOs), cometas, y otros cuerpos pequeños.

PERCEPÇÃO ASTRONÔMICA DE UM GRUPO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA REDE ESTADUAL DE SÃO PAULO DA CIDADE DE SUZANO

Edilene França de Oliveira¹
Marcos Rincon Voelzke²
Luis Henrique Amaral³

Resumo: Embora a Astronomia seja uma das ciências mais antigas da humanidade e muitos dos conceitos astronômicos serem populares, observa-se que uma parcela significativa dos estudantes encontra-se à margem dessas informações. O presente trabalho visa analisar o nível de conhecimento básico dos alunos do Ensino Médio da Rede Estadual da cidade de Suzano quanto aos fenômenos astronômicos que os rodeiam. Para tanto foi elaborado um formulário constando de questões de múltipla escolha, aplicado no primeiro ano noturno da Escola Estadual Batista Renzi. Num espaço amostral de 34 alunos constatou-se que apenas 29,4% compreendiam a sucessão dos dias; 20,6% explicaram corretamente as estações do ano e 20,6% tinham idéia de quais são os objetos celestes mais próximos da Terra. Em contraposição, 67,6% classificaram corretamente o Sol como estrela; 55,9% relacionaram o *Big Bang* à origem do Universo; apenas 20,6% identificaram um ano-luz como unidade de distância e 32,4% reconheceram uma estrela cadente como meteoro. A presente análise foi expandida para mais 310 alunos de outras classes de Ensino Médio, não somente do período noturno, mas também diurno da mesma escola. Nesta primeira fase nota-se o pequeno discernimento dos alunos sobre eventos astronômicos e principalmente a grande confusão sobre o significado correto de termos astronômicos populares.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia, Parâmetros Curriculares Nacionais, A Física no Ensino Médio, Astronomia no Cotidiano.

PERCEPCIÓN ASTRONÓMICA DE ALUMNOS DE LA ENSEÑANZA MEDIA DE LA RED ESTATAL DE SAN PABLO EN LA CIUDAD DE SUZANO

Resumen: Aunque la Astronomía es una de las ciencias más antiguas de la humanidad y muchos de los conceptos astronómicos son populares, se observa que una parcela significativa de los estudiantes se encuentra al margen de estas informaciones. El presente trabajo pretende analizar el nivel de conocimiento básico de los alumnos de la Enseñanza Media de la Red Estatal de la ciudad de Suzano con relación a los fenómenos astronómicos que los rodean. Con este objetivo fue elaborado un formulario constando de preguntas de selección múltipla, aplicado en el primer año nocturno de la Escuela Estatal Batista Renzi. En un universo de 34 alumnos se constató que solamente 29,4% comprendían la sucesión de los días; 20,6% explicaron correctamente las estaciones del año y 20,6% tenían la idea de cuales son los objetos celestes más cercanos de la Tierra. En contraposición, 67,6% clasificaron correctamente el Sol como una estrella; 55,9% relacionaron el Big Bang al origen del Universo; solamente 20,6% identificaron un año-luz como unidad de distancia y 32,4% reconocieron una estrella fugaz como meteoro. El presente análisis fue expandido para otros grupos de la Enseñanza Media, no solamente del período nocturno, sino también diurno de la misma escuela. En esta primera fase se nota el pequeño conocimiento de los alumnos sobre eventos astronómicos y principalmente la gran confusión sobre el significado correcto de los términos astronómicos populares.

Palabras-llave: Enseñanza de la Astronomía, Parámetros Curriculares Nacionales, La Física y la Enseñanza Media, Astronomía en lo cotidiano.

¹ Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul edi.of@bol.com.br

² Professor Titular da Universidade Cruzeiro do Sul.

³ Professor Titular e Pró-Reitor de Pós-graduação e Pesquisa da Universidade Cruzeiro do Sul.

ASTRONOMICAL PERCEPTION OF THE SECONDARY SCHOOL'S STUDENTS IN SÃO PAULO'S STATE SCHOOL IN SUZANO CITY

Abstract: Although Astronomy is one of the oldest Sciences in the world and many of its concepts are popular, it is possible to observe that a major part of the students do not know about them. This work aims to analyse the basic knowledge of the secondary school's students of a state school in the city of Suzano, related to the astronomical phenomena, which surround them. It was carried out a questionnaire of multiple choice to 34 students from the first grade, night classes, of the state school Batista Renzi. From the sample, 34 students, only 29.4% of them could understand the succession of the days; 20.6% could explain the seasons of the year and 20.6% had some idea about celestial objects nearer to the Earth. In turn, 67.6% correctly classified the Sun as a star; 55.9% related the Big Bang to the origin of Universe; only 20.6% identified the light-year as an unit of distance and 32.4% recognized a falling star as a meteor. The actual analysis was expanded to more 310 students of other classes, grades and periods of the same school. In this first stage, it can be noted the students' little discernment of the astronomical events and mainly the great confusion about the appropriate meaning of popular astronomical terms.

Keywords: Astronomy Education, National Curricular Parameters, Secondary School Physics, Day-by-Day Astronomy

I. Introdução

Para muitas civilizações antigas o conhecimento da astronomia poderia significar a própria sobrevivência, sendo fundamental a observância das melhores épocas de plantio e dos ciclos para marcar intervalos de tempo. Ao longo da história, diversos povos procuraram estabelecer padrões para a construção de calendários ou para marcar as estações do ano e fases lunares através da observação sucessiva do céu, elaborando várias construções com esse intento (Sagan 1986).

Além disso, os acontecimentos celestes eram vistos de forma supersticiosa e sua explicação associada às crenças e divindades próprias de cada sociedade. Muitas civilizações consideravam o céu como “um mundo paralelo ao nosso, habitado por deuses, monstros e heróis” (Matsuura 1996). Assim, embora os conhecimentos astronômicos tenham sido ampliados com o tempo devido às necessidades do homem e aos avanços dos recursos para exploração do universo, por vezes essa ampliação foi retardada devido a forte influência mítica e religiosa em que os fenômenos astronômicos estavam envolvidos. O aparecimento de cometas, por exemplo, foi durante muito tempo associado a grandes tragédias tais como pestes, guerras ou a queda de um império (Voelzke 2002), e mesmo com a comprovação de que eram corpos celestes que obedeciam às leis naturais, por mais de um século os mestres de astronomia europeus, ao assumirem suas cátedras, viram-se obrigados a prestar juramento de que omitiriam esse conhecimento, prevalecendo assim os conceitos religiosos e políticos da época (Mourão 2000).

Percebe-se que as questões políticas, religiosas e sociais exerceram forte influência sobre a forma de se conceber o céu, em certos casos valorizando a aquisição de novos conhecimentos e, em outros, impedindo a difusão destes, de acordo com as necessidades e as concepções filosóficas de cada povo. Mesmo atualmente, tais questões continuam

interferindo na maneira como a população compreende os fenômenos e termos astronômicos, ora envolvendo-os em uma gama de credices, como o hábito de fazer um pedido ao observar uma estrela cadente ou, movidos pela curiosidade, buscando novos conhecimentos nos meios de divulgação científica. Devido a tais questões estarem presentes no cotidiano, as explicações de muitos fenômenos podem ser consideradas populares, sendo abordadas na escola e nos meios de comunicação de massa.

O papel da escola nesse processo é fundamental para que, além de conhecer os preceitos celestes que envolvam o movimento dos corpos e sua localização espacial, o aluno venha também saber de sua importância histórica, sendo os estudos astronômicos responsáveis por várias transformações da sociedade ao longo do processo evolutivo, além dos avanços tecnológicos proporcionados por eles na busca de conhecer a respeito do cosmo, desenvolvendo a radioastronomia, a espectroscopia, os grandes telescópios espaciais entre outros.

Temas relacionados à astronomia costumam ser abordados desde o ensino fundamental, principalmente nas disciplinas de ciências e geografia, mas é no ensino médio, com os conhecimentos adquiridos até então, que surge a possibilidade do aprofundamento dessas questões. Os parâmetros curriculares nacionais do ensino médio (PCN 1999) destacam que a física deve “promover um conhecimento contextualizado e integrado a vida de cada jovem.”, assumindo uma dimensão tal que “explique a queda dos corpos, o movimento da lua e das estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser... Uma física que discuta a origem do universo e sua evolução”. Também evidenciam a importância de se considerar o cotidiano dos estudantes, os fenômenos que fazem parte de seu dia a dia e os problemas que aguçam sua curiosidade, de forma a tornar a aprendizagem significativa.

As orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais (PCN+ 2002) apontam o tópico “Universo, Terra e vida” como um dos seis temas estruturadores do ensino de física, destacando a importância de “responder ao interesse” que os jovens já possuem sobre os enigmas do universo, fornecendo subsídios para que possam acompanhar as conquistas espaciais, lidar com modelos de universo e reconhecer as condições básicas para a vida humana.

Embora seja evidente a importância do ensino da astronomia no nível médio, pode-se observar que em muitos casos este é um tema deixado de lado ou abordado de forma modesta ao se falar em gravitação. As aulas de física costumam privilegiar as fórmulas e rigores matemáticos que por vezes não possuem significado algum para aqueles que deveriam ser construtores de seu conhecimento, não contribuindo para a real compreensão dos fenômenos à sua volta. Dessa forma, o prazer de conhecer e estudar a natureza acaba sendo substituído pelo desenvolvimento de uma série de procedimentos mecânicos que descaracterizam o caráter amplo da disciplina.

Naturalmente, os cálculos matemáticos se fazem necessários, mas só possuem relevância quando acompanhados de uma abordagem significativa do conteúdo que, por sua vez, deve estar inserido em um contexto histórico e social. Além disso, os recursos tecnológicos disponíveis como a informática, por exemplo, nem sempre são utilizados como facilitadores da aprendizagem, aumentando a distância entre a física ensinada em sala de aula e aquilo que de fato ela representa.

Para o ensino de física, assim como outras disciplinas do ensino médio, têm surgido inúmeras propostas de mudanças onde contextualização e interdisciplinaridade tornam-se

palavras-chave nas novas concepções educacionais. É necessário discutir e repensar objetivos, selecionando conteúdos que atendam às necessidades e expectativas do jovem e preencham diversas lacunas existentes nos conteúdos estabelecidos tradicionalmente, que deixam de lado assuntos relevantes como cosmologia, mesmo frente às constantes indagações humanas sobre a origem e evolução do universo (Kawamura & Hosoume 2003).

Há ainda a necessidade de uma abordagem mais ampla, que possibilite reflexões a respeito das representações e simbolismos ligados à história da astronomia, à origem das crenças ou ao significados dos mitos, pois como destaca Jafelice (2002), o que atrai as pessoas para assuntos de astronomia é “a busca humana pelas origens e as conexões entre a origem da astronomia e a da consciência humana”. Dessa forma, o estudo isolado dos fenômenos celestes, sem sua abordagem histórica e filosófica, constitui-se insuficiente.

A elaboração de estratégias e utilização de recursos didáticos também constitui um fator importante para que a astronomia seja abordada em seus diversos aspectos, sendo a informática um recurso indispensável e fator determinante na construção do conhecimento, podendo ser utilizada para a construção de modelos que podem auxiliar na descrição de fenômenos e formulação de hipóteses (Amador & Betancourt 2005), utilização de *softwares* educativos, laboratórios virtuais, pesquisa na *internet*, planilhas de cálculos e até mesmo correio eletrônico, de forma a melhorar a comunicação entre professor e aluno.

Levando em conta a importância da astronomia na sociedade e sua influência sobre a cultura, o desenvolvimento tecnológico, a economia e o cotidiano do ser humano, além da necessidade do homem em questionar a respeito de suas origens e a origem do mundo em que vive, e considerando que escola tem papel fundamental na formação do cidadão, não é possível, especialmente no nível médio de ensino, abandonar os tópicos relativos a essas questões que comumente aguçam a curiosidade do jovem. Da observância dessa mesma curiosidade em alguns estudantes de uma escola pública estadual da cidade de Suzano, na grande São Paulo, surgiu o interesse em analisar os conhecimentos de astronomia básica e da origem astronômica de certos fenômenos dos alunos de ensino médio desta escola.

Localizada na região central da cidade, a escola estadual Batista Renzi conta com turmas de ensino fundamental ciclo II e ensino médio, sendo este último oferecido nos períodos matutino e noturno. No período da manhã frequentam o ensino médio cerca de 400 alunos, e no noturno aproximadamente 600, distribuídos nas três séries em ambos os períodos. À noite estudam jovens que, em sua maioria, vieram de outras escolas após o término da 8ª série, e geralmente exercem alguma atividade remunerada durante o dia. Já no período da manhã, quase todos os estudantes realizaram o ciclo II na própria escola, quase sempre mantendo-se na mesma turma no ensino médio, e o número de pessoas que trabalham não é tão grande como no noturno.

Em seu espaço físico a escola apresenta uma sala de informática com cerca de dez micro-computadores, sala de vídeo, duas quadras para a prática de esportes e laboratório, ainda que não seja muito equipado. Todos estes espaços podem ser utilizados para o desenvolvimento das aulas.

É prática do colégio a divulgação de eventos como a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA), e Olimpíadas Paulista e Brasileira de Física (OPF e OBF), porém a participação de alunos do ensino fundamental costuma ser maior.

II. Metodologia

Com o objetivo de investigar o conhecimento de termos e fenômenos astronômicos básicos e a forma como foram adquiridos, elaborou-se um questionário com perguntas de múltipla escolha e aplicou-se inicialmente em uma turma de 34 alunos do primeiro ano do ensino médio noturno. Visando aprofundar a análise dos dados, surgiu a necessidade de aumentar o número de turmas pesquisadas, de forma a obter amostras dos dois períodos e das três séries, perfazendo um espaço amostral total de 344 alunos.

Durante a aplicação do questionário foram feitos esclarecimentos adicionais visando eliminar possíveis equívocos na interpretação das perguntas, por exemplo, na questão 3, a expressão “sucessão dos dias da semana” não referia-se à seqüência dos dias (segunda, terça, quarta, ... domingo), e sim à alternância entre dia e noite.

O questionário aplicado inicialmente aos 34 alunos é apresentado a seguir:

Questionário:

Questões pessoais

1. Sexo
 Masculino
 Feminino
2. Idade
 anos

Questões de conhecimento em astronomia

3. A sucessão dos dias da semana está relacionada com que fenômeno celeste?
 - a. A rotação da Terra
 - b. A translação da Terra
 - c. A rotação do Sol
 - d. As fases da Lua
 - e. O posicionamento das estrelas
4. As estações do ano (verão, outono, inverno, primavera) ocorrem em função:
 - a. De a terra estar mais próxima ou afastada do Sol
 - b. Da inclinação do eixo de rotação da Terra
 - c. Da maior ou menor emissão de luz pelo Sol
 - d. Do afastamento da Lua de acordo com as estações
 - e. Da translação da Terra
5. O que pode ser dito a respeito da localização do centro do universo?
 - a. A Terra é o centro.
 - b. O Sol está no centro.
 - c. A Via Láctea está no centro.
 - d. Uma galáxia distante e desconhecida está no centro.
 - e. Não existe centro do universo.
6. Qual das seguintes seqüências está corretamente agrupada em ordem de maior proximidade da Terra?
 - a. Estrelas, Lua, Sol, Plutão

- b. Sol, Lua, Plutão, estrelas
 - c. Lua, Sol, Plutão, estrelas
 - d. Lua, Sol, estrelas, Plutão
 - e. Lua, Plutão, Sol, estrelas
7. Das seguintes alternativas, qual melhor representa o Sol?
- a. Asteróide
 - b. Planetóide
 - c. Planeta
 - d. Galáxia
 - e. Estrela
8. Das alternativas abaixo qual melhor representa o *Big Bang*?
- a. A origem do sistema solar
 - b. A criação da Terra
 - c. A origem do Universo
 - d. Criação da Galáxia
 - e. Criação do Sol
9. Das alternativas abaixo qual melhor representa Anos-luz?
- a. Uma medida de distância
 - b. Uma medida de tempo
 - c. Uma medida de velocidade
 - d. Uma medida de intensidade luminosa
 - e. Uma medida de idade
10. Quando você vê uma estrela cadente qual é a sua primeira atitude?
- a. Ficar com medo
 - b. Sentir desconfiança
 - c. Fazer um pedido
 - d. Ficar indiferente
 - e. Ficar contente
11. O que é uma estrela cadente?
- a. Um planeta
 - b. Uma estrela
 - c. Um asteróide
 - d. Um meteoro
 - e. Um planetóide

Questão relacionada a como foram adquiridos os conhecimentos de astronomia

12. Os conhecimentos de astronomia que você possui foram adquiridos: (pode-se assinalar mais de uma alternativa)

- a. Na Escola
- b. TVs
- c. Filmes
- d. Revistas
- e. Internet

Questões relacionadas à infra-estrutura tecnológica das escolas

13. Você utiliza computadores? (pode-se assinalar mais de uma alternativa)

- a. Sim, na Escola
- b. Sim, em casa
- c. Sim, no trabalho
- d. Não

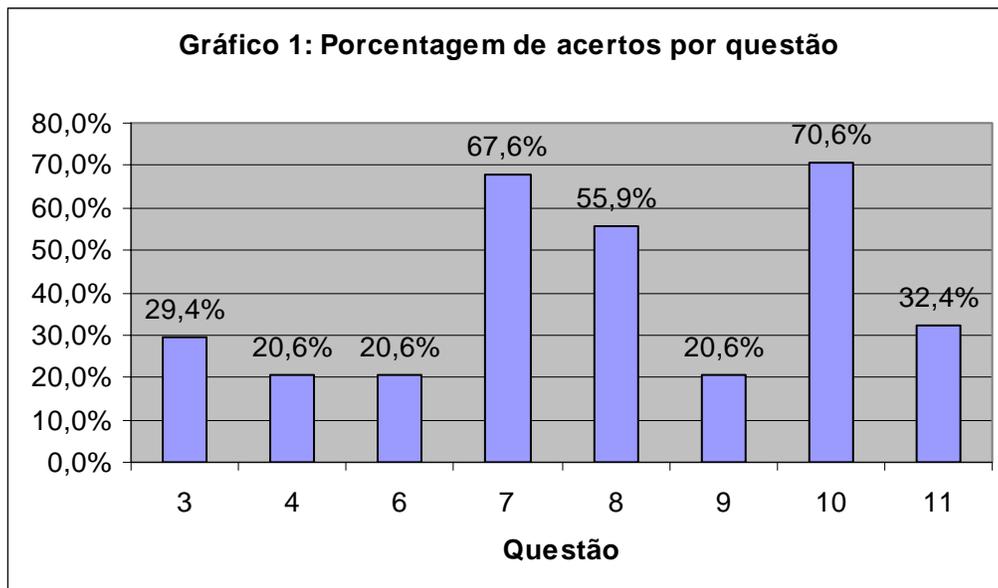
14. Na sua Escola, você assistiu alguma apresentação ou utilizou algum programa de computador a respeito de astronomia?

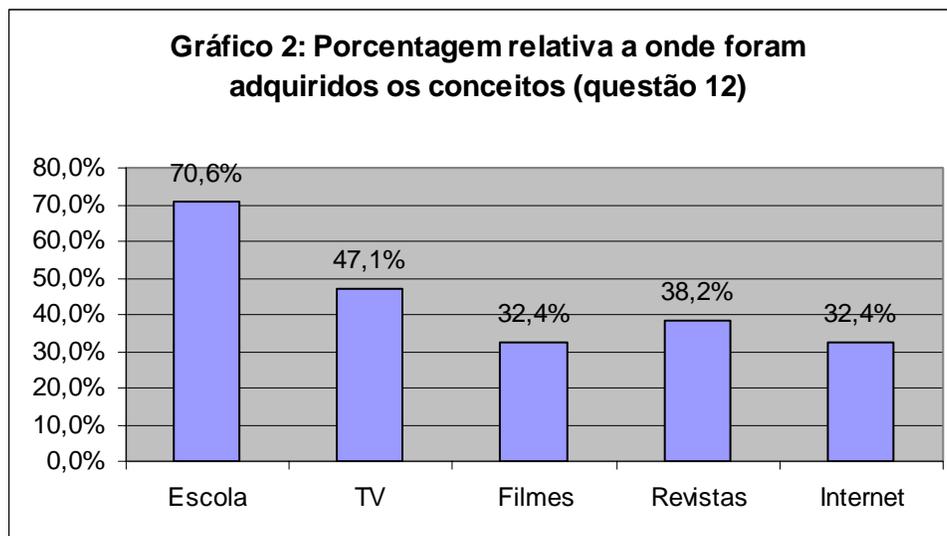
- a. Sim, somente apresentações feitas pelo professor
- b. Sim, já realizei atividades com o computador a respeito do assunto
- c. Não, a Escola não possui computador
- d. Não, o professor nunca utilizou

A questão 10, apesar de não se referir a nenhum conhecimento de astronomia, tem como objetivo verificar a ligação dos jovens a superstições populares que envolvam fenômenos astronômicos, no caso, o de fazer um pedido ou ficar com medo ao observar o que se costuma chamar de estrela cadente. Já a de número 11 pretende verificar se os estudantes identificam corretamente essas estrelas cadentes como meteoros, apresentando assim conhecimento de astronomia sobre algo a princípio relacionado à credence popular.

III. Dados

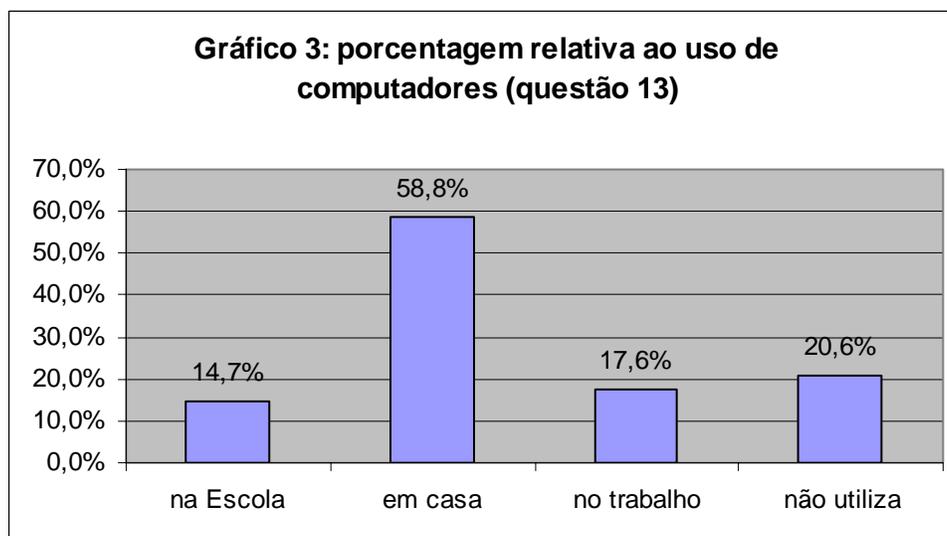
Os dados obtidos a partir dos 34 alunos questionados inicialmente foram analisados a partir de estatística básica (Iezzi 1997, Barreto 1998, Smole & Kiyukawa 1998) obtendo-se a seguinte distribuição:

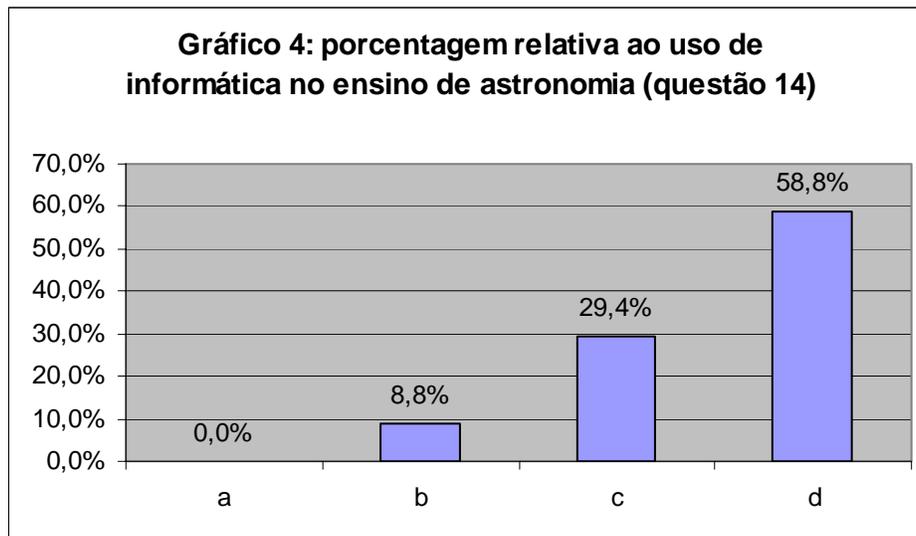




Observa-se no gráfico 1 que apenas 29,4% dos alunos pesquisados sabem explicar a sucessão dos dias, 20,6% conhecem a razão de existirem as estações do ano, 20,6% tem noção da localização de objetos quanto a sua proximidade da Terra, 67,6% reconhecem o Sol como estrela, 55,9% relacionam o *Big Bang* à origem do Universo, 20,6% sabem que ano-luz é uma medida de distância e 32,4% classificam corretamente as estrelas cadentes como meteoros. Também nota-se que 70,6% dos alunos admitem fazer um pedido ao observarem uma estrela cadente, o que indica a forte influência de mitos e superstições com relação aos acontecimentos astronômicos.

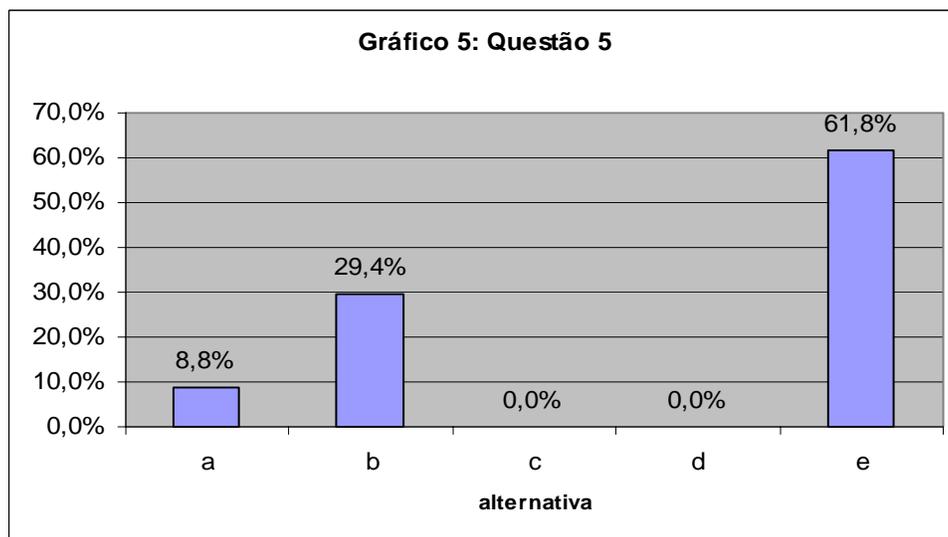
Através do gráfico 2, percebe-se que a escola é o veículo por meio do qual a maioria adquire os conceitos astronômicos, evidenciando-se a importância de uma abordagem significativa e abrangente sobre o assunto em sala de aula.





Os alunos também foram interrogados quanto ao local onde têm acesso à informática, bem como sobre a utilização do computador no ensino da astronomia. Observa-se, no gráfico 3, que 58,8% dos estudantes utilizam computadores em casa e 20,6% não utilizam computadores. Já no gráfico 4, nota-se que 58,8% dos alunos afirmam que o professor nunca utilizou programas de computador no ensino do assunto, recurso que poderia estimular a aprendizagem e ilustrar de maneira mais clara certos acontecimentos celestes.

A questão de número 5 foi analisada separadamente com o objetivo de verificar como os indivíduos se posicionam no universo, de forma a diagnosticar se idéias geocêntricas ainda encontram credibilidade entre os jovens.



Partindo da hipótese de que a abordagem da astronomia na escola não vem ocorrendo de maneira a proporcionar ao jovem a aprendizagem significativa dos fenômenos celestes,

surge a inquietação em procurar respostas quanto à verdadeira situação do ensino de astronomia no nível médio, de forma a mapear as possíveis dificuldades, identificando os pontos de maior ou menor compreensão.

Considerando insuficiente a análise apenas da primeira série do ensino médio, novas turmas da mesma escola foram submetidas ao questionário, escolhidas de acordo com a disponibilidade de forma a não prejudicar o desenvolvimento das atividades escolares, já que algumas salas estavam em provas ou realizando tarefas que não podiam ser adiadas. Em cada classe pesquisada, todos os estudantes responderam ao questionário, totalizando 310 alunos de ensino médio, sendo 188 do período matutino distribuídos em 80 do primeiro ano, 30 do segundo e 78 do terceiro, e 122 alunos do período noturno, sendo 35 do primeiro ano, 56 do segundo e 31 do terceiro.

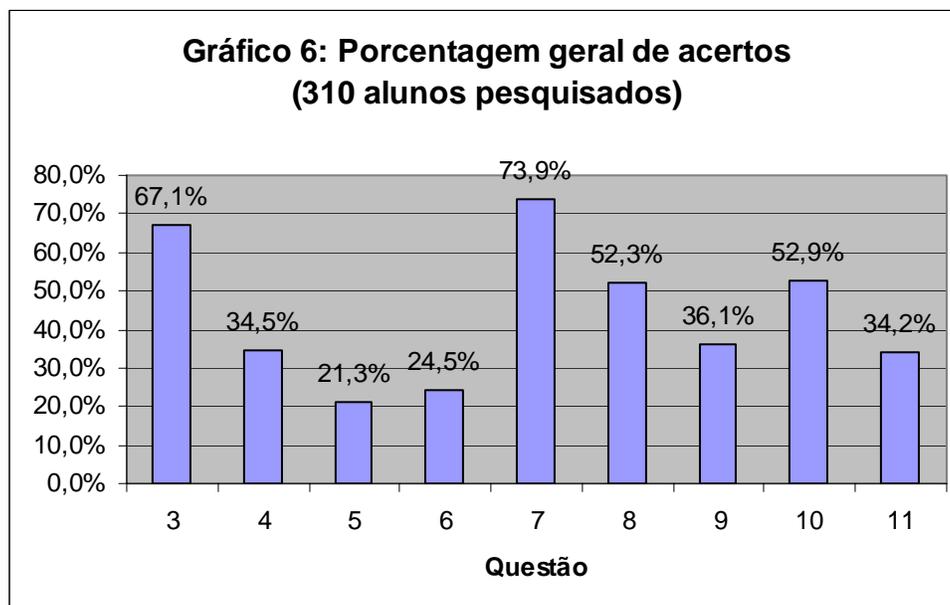
Nesta nova aplicação do questionário, a questão 5 foi substituída, com o objetivo de verificar o conhecimento a respeito do fenômeno das marés.

Questão cinco alterada:

1. O que ocasiona o fenômeno das marés (alta e baixa)?
 - a. A rotação da Terra.
 - b. A translação da Terra.
 - c. A influência gravitacional da Lua.
 - d. A influência gravitacional do Sol.
 - e. A influência gravitacional da Lua e do Sol.

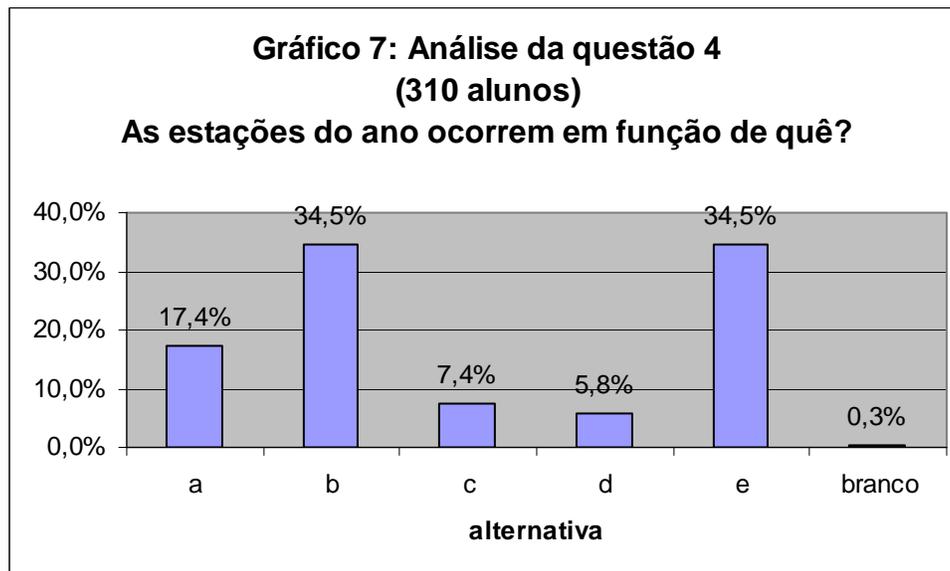
Nesta nova etapa, foram analisados os resultados obtidos pelos 310 alunos das novas turmas submetidas ao questionário.

1. Análise geral



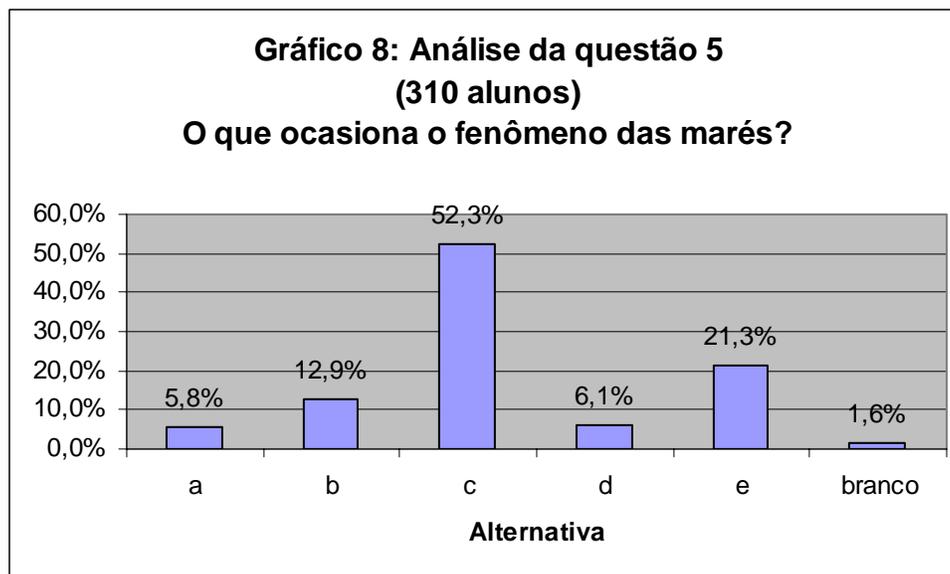
Observando os dados do gráfico acima, nota-se que em cinco das oito questões de conhecimentos em astronomia (a questão 10 não refere-se a conceitos astronômicos), menos de 40% dos alunos puderam responder corretamente às questões, o que mostra o pequeno conhecimento dos jovens com relação às estações do ano, ao fenômeno das marés, à localização de corpos celestes quanto à sua proximidade da Terra e ao significado físico da unidade ano-luz. Apesar de 52,9% admitirem fazer um pedido ao observar uma estrela cadente (questão 10), apenas 34,2% associam-na a um meteoro (questão 11).

Em algumas questões foram analisadas as respostas assinaladas pelos alunos, e não apenas a porcentagem de acertos, para que se observasse quais as concepções dos estudantes a respeito do assunto. A frequência na questão 4, a respeito da ocorrência das estações do ano, é apresentada no gráfico:



Como se observa, 34,5% dos alunos responderam corretamente que as estações do ano são devido à inclinação do eixo de rotação da Terra (alternativa b), e 34,5% relacionaram-nas à translação (alternativa e), o que também deve ser levado em consideração já que a inclinação do eixo associada ao fenômeno de translação é responsável pela sucessão das estações. Porém, 17,4% dos alunos associaram erroneamente as estações à variação de distância entre Terra e Sol (alternativa a), o que não pode ser considerado dado que, embora a Terra translacione o Sol em uma órbita elíptica, esta pode ser considerada como circular, pois as diferenças entre o afélio e o periélio são desprezíveis. Além disso, cerca de 13,2% dos alunos relacionaram este fenômeno à variação na emissão de luz pelo Sol (alternativa c) ou ao afastamento da Lua (alternativa d), mostrando completo desconhecimento a respeito do assunto.

A questão 5 a respeito do fenômeno das marés também foi analisada, como mostra o gráfico:



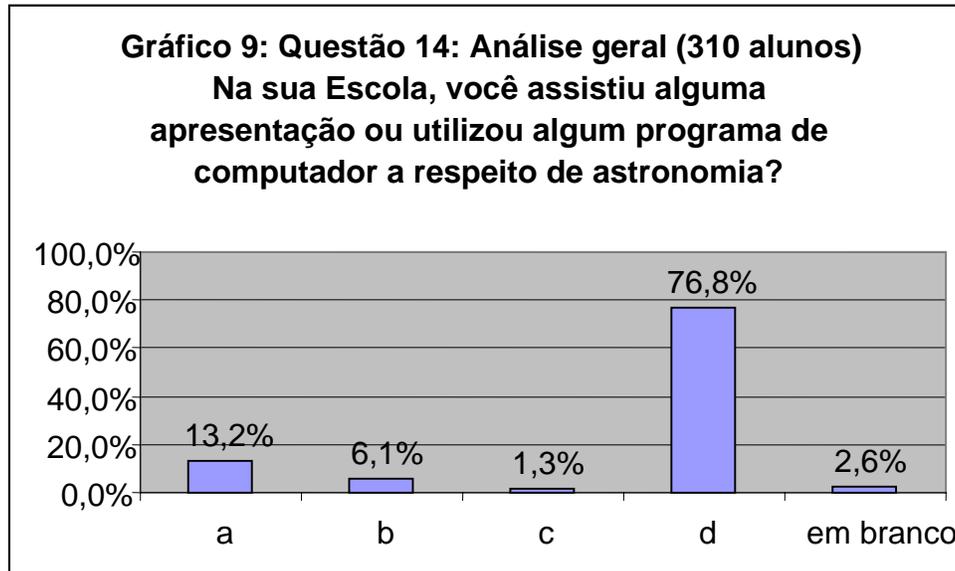
Nesta questão, 52,3% dos alunos associaram somente a Lua ao fenômeno das marés (alternativa c), 6,1% apenas o Sol (alternativa d), e só 21,3% associaram a Lua e o Sol ao fenômeno das marés (alternativa e).

Na questão 12 os alunos foram interrogados quanto aos meios onde adquiriram os conhecimentos de astronomia, podendo assinalar mais de uma das cinco alternativas (na escola, na TV, nos filmes, nas revistas ou na *internet*). Dos 310 alunos, 127 assinalaram apenas uma das cinco alternativas, afirmando aprender astronomia através de um único meio, 60 alunos assinalaram duas alternativas, 52 assinalaram três, 26 assinalaram quatro e apenas 40 assinalaram todas as opções, declarando aprender astronomia através destes cinco recursos. Cinco alunos deixaram a questão em branco.

A análise da questão 13, que também permitia respostas múltiplas, foi feita através da tabela 1, que apresenta todas as possíveis respostas para a questão:

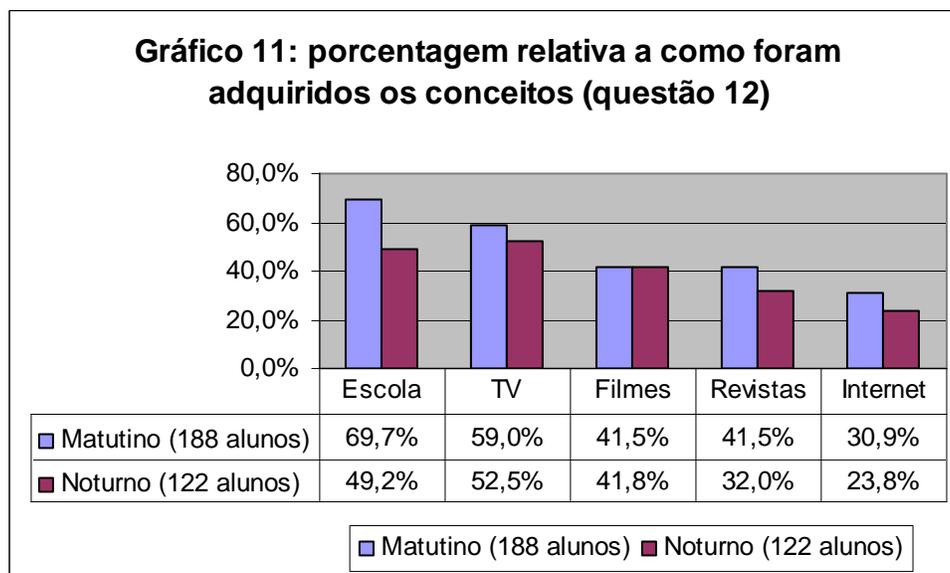
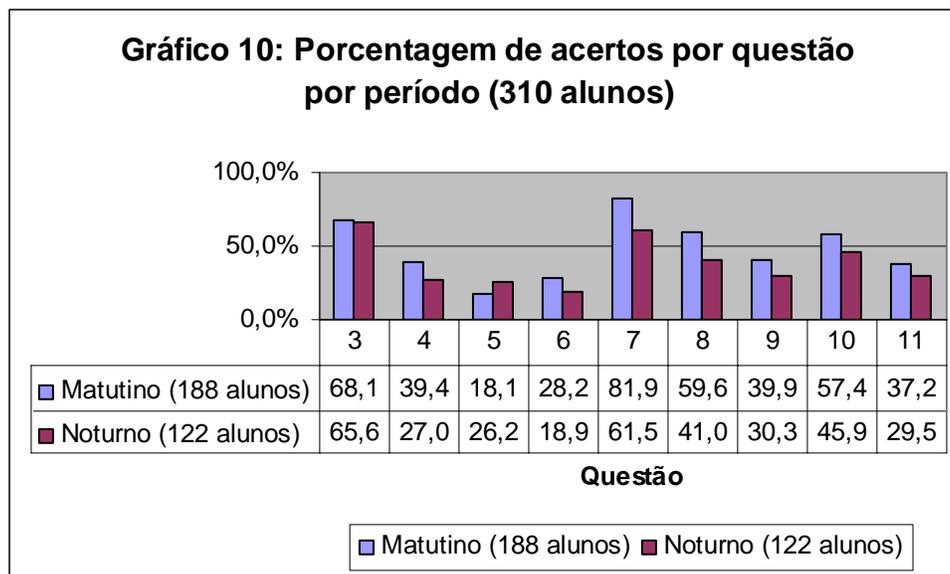
Resposta:	Número de alunos
A – Apenas na escola	14
B – Apenas em casa	175
C – Apenas no trabalho	26
AB – Na escola e em casa	5
AC – Na escola e no trabalho	1
BC – Em casa e no trabalho	26
ABC – Na escola, em casa e no trabalho	3
D – Não utilizam	50
Respostas em branco	10
Total	310 alunos

Dos 310 alunos, 250 utilizam computador em pelo menos um lugar, e apenas 50 declaram não ter acesso ao uso de computadores. Apesar do número de estudantes que têm acesso a essa tecnologia, apenas 20 utilizam computadores na escola, indicando que a utilização de informática nas aulas não ocorre frequentemente.



2. Análise por Período

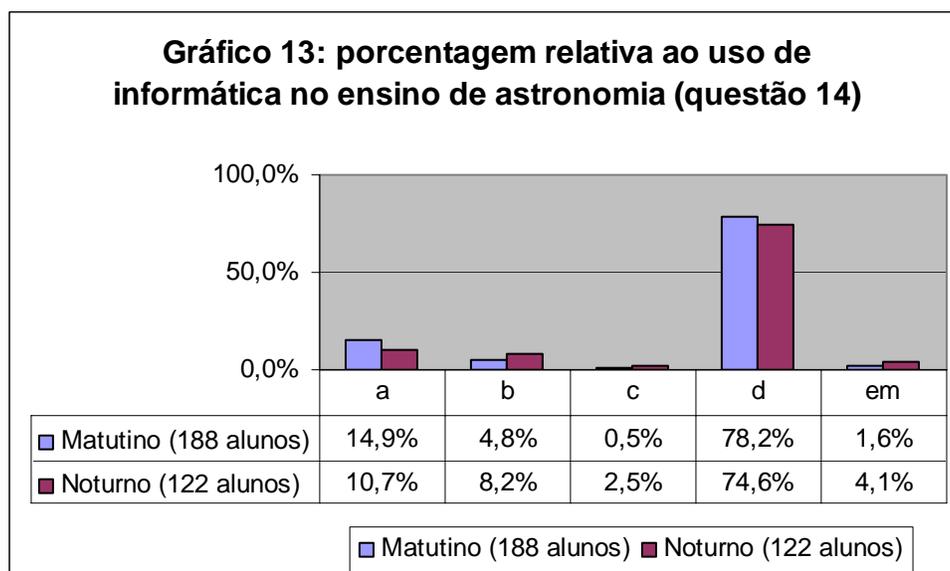
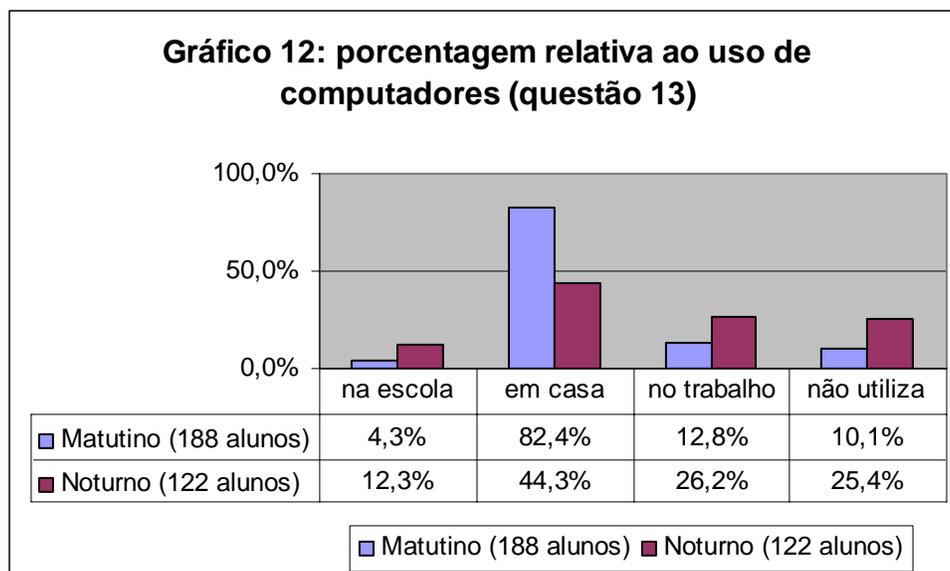
A primeira pergunta, com relação à idade dos estudantes, não mostrou grandes diferenças entre alunos de diferentes períodos, sendo a média de idade dos da manhã e da noite respectivamente de 14,7 e 15,1 para o primeiro ano, 15,7 e 16,1 para o segundo e 16,7 e 16,9 para o terceiro.



A partir do gráfico 10 percebe-se que, com exceção da questão 5, os alunos da manhã apresentaram maior percepção astronômica em relação aos do período da noite. Em contrapartida, também é maior a porcentagem de estudantes que afirmam fazer um pedido ao observar uma estrela cadente (questão 10), o que sugere a idéia de que as superstições dos jovens com relação a acontecimentos celestes não significam desconhecimento da origem astronômica dos fenômenos.

É importante notar que no período diurno 69,7% dos estudantes afirmam adquirir os conhecimentos de astronomia na escola, enquanto no noturno apenas 48,4%, embora nos dois períodos mais da metade dos estudantes afirmem adquiri-los também na televisão, o que pode trazer, em certos casos, mais confusão do que aprendizagem, pois em muitos

filmes encontram-se mais fatos fictícios e mirabolantes do que algo útil em termos de conhecimento. É claro que há filmes bem produzidos nessa questão, mas para uma pessoa leiga, como distinguir o que é ficção daquilo que realmente pode-se aproveitar? Assim, a escola, utilizando os recursos disponibilizados pela tecnologia, é o melhor lugar para se discutir as questões referentes a tais conhecimentos, pois o local permite uma abordagem ampla, podendo até mesmo utilizar os filmes, mas com um professor orientador, que proporcione e estimule uma visão crítica a respeito do que é apresentado e até se utilize dos erros cometidos para que haja uma melhor compreensão do assunto em questão.



Através do gráfico 12, nota-se que mais de 80% dos que estudam pela manhã possuem computador, enquanto que muitos jovens do noturno não utilizam computadores ou o fazem apenas no trabalho ou na escola, o que evidencia as diferenças sócio-econômicas entre eles. Essas diferenças podem indicar vários níveis de acesso à informação, sendo fator relevante na análise das representações adquiridas pelos estudantes e, portanto, estando diretamente ligadas aos resultados obtidos nesta pesquisa.

Por fim, pode-se observar em ambos os períodos a afirmação maciça de que o professor nunca utilizou informática para ensinar acontecimentos celestes (letra d, gráfico 13), ignorando assim um recurso fundamental na construção do conhecimento.

3. Análise por série

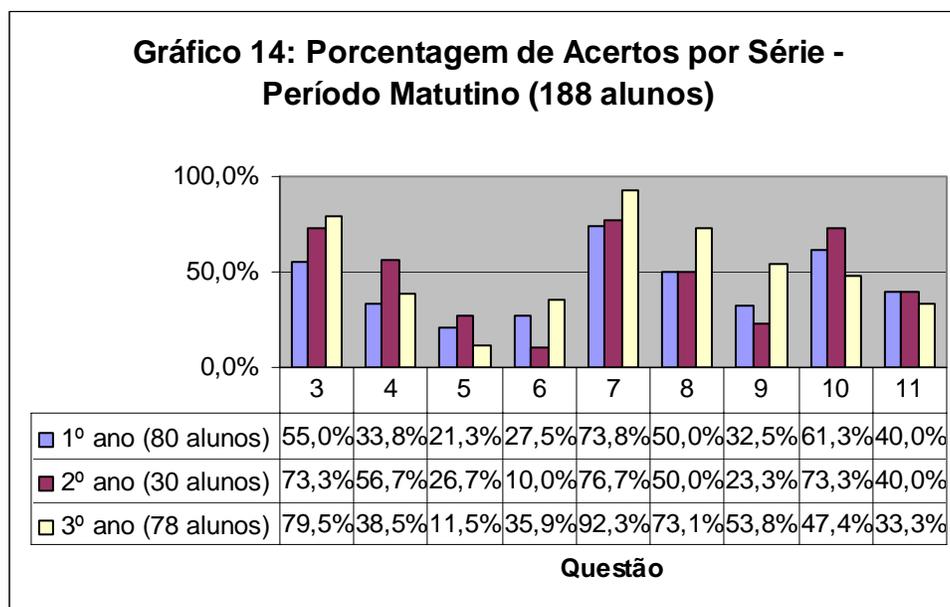


Gráfico 15: Porcentagem de Acertos por Série - Período Noturno (122 alunos)

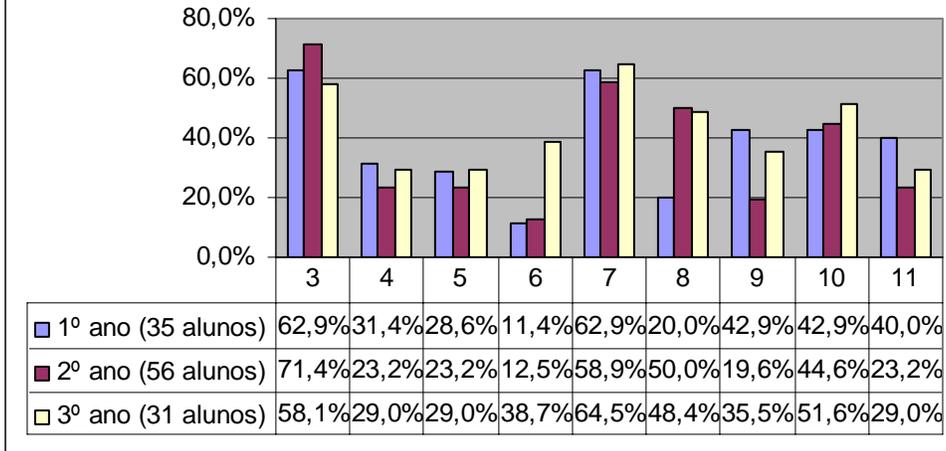
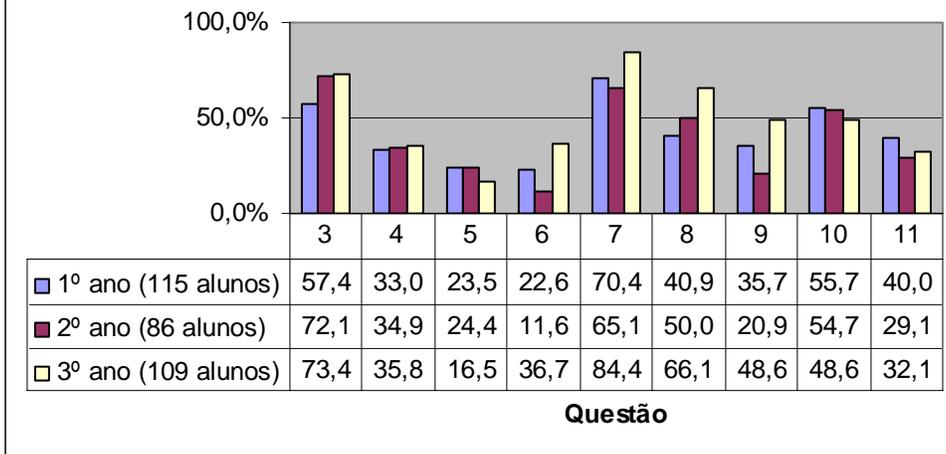
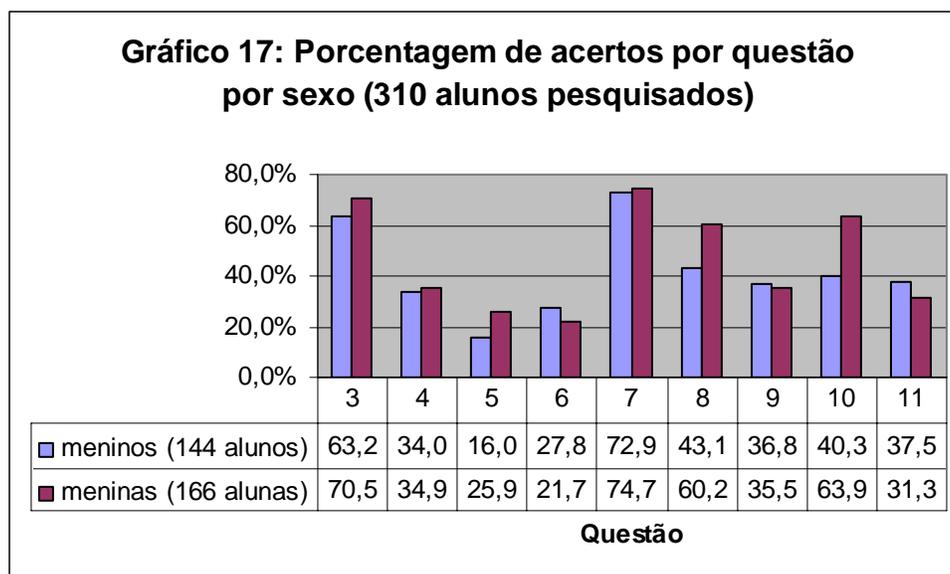


Gráfico 16: Porcentagem de acertos por série (310 alunos pesquisados)



O gráfico anterior indica que nas questões 3, 4, 6, 7, 8 e 9 é maior a porcentagem de acertos entre os alunos de terceiro ano que nas outras séries, o que pode ser resultado de conhecimentos adquiridos com o processo escolar, em revistas, livros, filmes ou *internet*, já que todos estes recursos são citados pelos estudantes na questão 12. Porém, apesar disso, não é grande a diferença entre os percentuais das três séries, mostrando não haver avanço significativo nos conhecimentos de astronomia durante o ensino médio.

4. Análise por sexo



No gráfico 17 observa-se um maior conhecimento dos fenômenos astronômicos em estudantes do sexo feminino, já que na maioria das questões que envolvem conhecimentos astronômicos as alunas apresentaram número de acertos superior ao dos alunos (questões 3, 4, 5, 7 e 8). Também há indícios de que entre as alunas há maior superstição em relação a acontecimentos celestes, já que 63,9% delas afirmam fazer um pedido ao observar uma estrela cadente (questão 10), enquanto que entre os alunos essa porcentagem é de apenas 40,3%. Tais crenças podem não estar relacionadas à falta de conhecimento, mas aos costumes populares passados de geração em geração.

IV. Conclusões

A partir dos dados obtidos, percebe-se que:

- A escola constitui-se como principal meio pelo qual os alunos adquirem seus conhecimentos, devendo por isso trazer uma abordagem significativa que leve em conta o cotidiano e os interesses dos jovens, já que, segundo Pinheiro & Pietrocola (2002), “a falta de relação do ensino com o cotidiano dos alunos faz com que eles tenham um menor engajamento no processo ensino-aprendizagem”. Assim, é necessário que as situações de aprendizagem permitam a participação do aluno e sua interação com os colegas e professores (Pinto et al. 2000).

- Alunos do período noturno apresentam menor conhecimento sobre fenômenos astronômicos, o que pode ser devido ao acesso restrito a computadores, já que nesse período menos da metade têm acesso a essa tecnologia em casa, sendo que mais de 20% não utilizam computadores em lugar algum. Além disso, enquanto 69,7% dos alunos da manhã afirmaram aprender os conceitos de astronomia na escola – é importante lembrar que eles já estudavam nesta escola desde o ensino fundamental –, no período noturno apenas 49,2% citam a escola como responsável pelos seus conhecimentos em astronomia, o que pode indicar que na escola pesquisada a astronomia já vem sendo abordada no ensino

fundamental. Apesar disso, o aprofundamento no ensino médio não deve ser ignorado, sendo importante para uma melhor compreensão dos conceitos.

- Como a maioria dos alunos afirma aprender os conceitos astronômicos na escola, isso ressalta a importância de abordar o tema corretamente e de maneira significativa. Além disso, muitos estudantes admitem que também aprendem astronomia através da televisão, dos filmes, das revistas ou da *internet*. Dessa forma, o professor poderia se utilizar desses recursos para enriquecer as aulas e também discutir as informações trazidas pelos mesmos, para que os estudantes não sejam enganados por efeitos vistos em filmes, por exemplo, que tragam concepções errôneas a respeito de fenômenos físicos.

- A grande maioria dos alunos afirma que o professor nunca utilizou o computador para tratar de assuntos referentes à astronomia. A utilização desse recurso, além de fator motivador da aprendizagem, pode proporcionar ao estudante acesso às informações, visualização de acontecimentos celestes através de observatórios ou laboratórios virtuais, sendo um importante recurso no processo de ensino-aprendizagem.

Para que os estudantes de ensino médio possam conhecer mais profundamente os fenômenos astronômicos, é possível:

- Discutir os conceitos de astronomia a partir dos fenômenos presentes no cotidiano do jovem e de suas concepções iniciais a respeito desses fenômenos, fazendo partir de conceitos populares a científicos, já que, de acordo com a teoria de David Ausubel (Ausubel et al. 1986), os novos conceitos adquiridos interagem com aqueles já existentes para a formação de um novo conceito significativo ao indivíduo (Moreira & Masini 1982).

- Inserir conceitos de astronomia no conteúdo de física, seguindo assim as orientações dos parâmetros curriculares nacionais.

- Facilitar o acesso do jovem à *internet* e aos recursos proporcionados pelas novas tecnologias através de sua utilização nas aulas.

- Trazer uma abordagem histórica da astronomia, ressaltando sua relevância para a sociedade, para que o alunos compreendam a importância de aprofundar os conhecimentos sobre o assunto.

- Utilizar recursos como a televisão, o vídeo e revistas de divulgação científica para que seja possível discutir os conceitos ali observados. Assim, é de extrema importância o papel do educador na orientação dos alunos com relação às informações adquiridas através dos diferentes meios, para que estes possam recebê-las com um olhar crítico.

Dessa forma, é importante responder ao interesse do jovem estudante quanto às questões relacionadas à astronomia, podendo esta ser também utilizada como fator motivador da aprendizagem de outros conceitos.

Agradecimentos

Os autores agradecem os *referees* anônimos pelos valiosos comentários e sugestões que permitiram o desenvolvimento deste artigo. A autora E. F. O. agradece o auxílio financeiro da secretaria da educação do Estado de São Paulo, processo nº 0418/0028/2005.

Bibliografia

- AMADOR, L. Mármol; BETANCOURT, J. Fuentes. El gás ideal: Modelacion em computadora. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p.423-428, 2005.
- AUSUBEL, David P.; NOVAK, J. D.; HANESSIAN, H. **Educational psychology**. New York: Holt Rinehart and Winston, reimpresso em inglês por Werbel & Peck, New York, 1986.
- BARRETO, Benigno Filho; SILVA, Cláudio X. **Matemática: aula por aula**. São Paulo: FTD, 1998. 366p.
- IEZZI, Gelson et al. **Matemática: volume único**. São Paulo: Atual, 1997. 651p.
- JAFELICE, Luiz C. Nós e os céus: uma abordagem antropológica. ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (EPEF), VIII, Águas de Lindóia: São Paulo, 5 a 8 de junho de 2002, p.1-20. (CD-ROM, arquivo: CO19_1.pdf)
- KAWAMURA, Maria R. D.; HOSOUOME, Yassuko. A contribuição da Física para um novo ensino médio. **Revista Física na Escola**, v. 4, n. 2, p.22-27, 2003.
- MATSUURA, Oscar T. **Atlas do Universo**. São Paulo: Scipione, 1996. 78p.
- MOREIRA, Marco A.; MASINI, Elcie F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982. 111p
- MOURÃO, Ronaldo R. F. **Introdução aos Cometas**. Rio de Janeiro: Itatiaia, 2000. 602p.
- PCN, Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. – Brasília: Ministério da Educação, 1999. 1-364
- PCN+, Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. – Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- PINHEIRO, Terezinha F.; PIETROCOLA, Maurício. Um estudo sobre o sentimento de realidade em estudantes do ensino médio. ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (EPEF), VIII. Águas de Lindóia: São Paulo, 5 a 8 de junho de 2002, p.1-8. (CD-ROM, arquivo: CO17_2.pdf)
- PINTO, Alexandre C.; LEITE, Cristina; SILVA, José A. **Projeto Escola e Cidadania – Manual do Professor**, São Paulo: Editora do Brasil, 2000. 179p.
- SAGAN, Carl. **Cosmos**. Trad: Ângela do Nascimento Machado. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1986. 363p.
- SMOLE, Kátia C.; KIYUKAWA, Rokusaburo. **Matemática**, v.3. São Paulo: Saraiva, 1998. 333p.
- VOELZKE, Marcos R. Da superstição à razão científica. **Revista UNICSUL**, São Paulo, v. 9, p. 22-31, 2002.