



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

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

n. 5, 2008

ISSN 1806-7573

REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

Editores

Paulo Sergio Bretones

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.astro.iag.usp.br/~foton/relea/index.html

Bibliotecária: Rosemeire Zambini CRB 5018

Diagramação: Felipe de Miranda e Souza

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA /
n.5 2008. 2008 [online].

Semestral

ISSN 1806-7573

1. Astronomia – Periódicos. 2. Educação

CDD: 520

Editorial

Este quinto número da *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA) traz dois artigos.

No Editorial anterior destacamos que o número de submissões havia aumentado. Até o momento, estas têm se mantido no volume maior anunciado. Há outros artigos em processos de arbitragem, que serão publicados no número seguinte ainda neste ano. Porém, decidimos publicar imediatamente os artigos cuja arbitragem foi concluída – embora, nesta data, eles não sejam muitos – para imprimirmos uma nova regularidade à Revista.

O Brasil sediará a Reunião da União Astronômica Internacional em 2009, ano declarado pela UNESCO como o Ano Internacional da Astronomia. A RELEA espera aproveitar a mobilização geral que essas comemorações desencadearão, para trazer o foco para questões educacionais mais específicas e importantes, nem sempre devidamente atendidas na promoção de eventos dessa natureza.

Em particular, a forma que a RELEA pretende atuar e contribuir na mobilização desses eventos será principalmente através da promoção da melhoria da qualidade da educação astronômica mundial. Visamos realizar este intento intensificando a divulgação internacional dos trabalhos na área realizados na América Latina e oferecendo um incentivo diferenciado para que mais educadores e pesquisadores reflitam e discutam sobre os problemas e perspectivas em educação em astronomia propriamente dita e publiquem seus trabalhos na área, contribuindo, assim, para o desenvolvimento que essa área tanto necessita.

Outra mudança que fizemos foi a realocação do gerenciamento eletrônico da RELEA para outro sítio. Embora durante esse rearranjo talvez ocorram intermitências eventuais no acesso à página da Revista, estas deverão ser de curta duração e não deverão causar maiores transtornos. Agradecemos a compreensão daqueles que acessarem a Revista nesse período. Qualquer inconveniente ou dificuldade, por favor, comunique-nos imediatamente.

O novo endereço da RELEA é:

www.astro.iag.usp.br/~foton/relea/index.html

Este é um endereço da Universidade de São Paulo (USP). A realocação do sítio da RELEA para esse endereço se deveu a necessidades operacionais da Revista e à colaboração desse servidor em acolher o sítio da Revista – em particular porque um dos Editores (JEH) é docente da USP. Contudo, isto não significa nenhuma mudança no caráter independente da RELEA em relação a esta ou a outras instituições quaisquer.

Neste número contamos com os seguintes trabalhos:

La Enseñanza de la Astronomía en Uruguay, de Reina Pintos Ganón e Julio Angel Fernández. Este trabalho contribui para os estudos sobre história do ensino de astronomia na América Latina, importante área reconhecidamente carente de estudos e publicações. Os autores analisam o caso uruguaio – este, porém, mantém várias semelhanças com o que aconteceu historicamente nessa área no Brasil e em outros países da região. Ganón e Angel identificam a influência do pensamento positivista no meio acadêmico, em particular no último quarto do século XIX, e discutem suas implicações na composição curricular dos cursos afins e no ensino de astronomia na época. Eles abordam também a criação de observatórios astronômicos e o ensino de astronomia no nível médio. Neste ensino, a influência francesa se fez particularmente presente no planejamento da disciplina de Cosmografia, no final do século XIX e início do século XX, e nos textos produzidos para a mesma. As ênfases, em geral, na época, a exemplo do que também ocorreu no Brasil, eram

em astronomia de posição e medida do tempo. As análises e discussões dos autores se estendem até os dias atuais, destacando o avanço relativo na área no Uruguai, prevista para ser contemplada, inclusive, na reforma universitária atualmente projetada.

Gostaríamos de aproveitar e destacar que seria muito oportuno se trabalhos desse teor fossem desenvolvidos para os outros países da América Latina. Incentivamos outros autores a investirem nessa direção. Por um lado, uma boa parte desses países desponta nesse início de milênio como importantes contribuintes na pesquisa astronômica internacional. Contudo, por outro lado, a educação em astronomia nas respectivas sociedades desses países não costuma acompanhar esse avanço e, em geral, deixa muito a desejar. Trabalhos em história do ensino de astronomia contribuiriam para melhorar as providências nesse sentido.

Concepções Alternativas de Alunos do Ensino Médio sobre o Fenômeno de Formação das Fases da Lua, de Gustavo Iachel, Rodolfo Langhi e Rosa Maria Fernandes Scalvi. Neste artigo os autores realizam uma pesquisa sobre concepções alternativas em astronomia, estendendo-a para estudantes do nível médio. Em princípio, se as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências no nível fundamental fossem seguidas com êxito pedagógico, fenômenos como a formação das fases da Lua ou dos eclipses, por exemplo, não deveriam apresentar as dificuldades conceituais que, segundo os resultados obtidos pelos autores, continuam existindo. A abordagem dos autores para explicar os fenômenos em questão ainda se ampara na utilização de esquemas (desenhos) do sistema Terra-Lua. (Esses esquemas, porém, a nosso ver, apresentam dificuldades conceituais e epistemológicas sérias que não têm sido devidamente contempladas na literatura, mesmo para uso no ensino médio.) As conclusões do trabalho alertam para a deficiência da formação naqueles assuntos e a necessidade de desenvolvimento de novos métodos pedagógicos. A literatura citada ao final aponta para alguns desses possíveis métodos, embora estes ainda não avancem na superação da mentalidade representacional esquemática (mesmo quando feita em três dimensões) como principal – e, em geral, exclusiva – fonte para o processo de ensino desses assuntos. O trabalho representa um avanço por ampliar e atualizar o leque de levantamentos das concepções alternativas sobre aqueles fenômenos feitos nos últimos vinte anos.

Mais informações sobre a Revista e instruções para autores podem ser encontrados no **novo** endereço: www.astro.iag.usp.br/~foton/relea/index.html. Os artigos poderão ser redigidos em português, castelhano ou inglês.

Agradecemos ao Sr. Felipe de Miranda e Souza e à Sra. Rosemeire Zambini 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

This fifth number of the Latin American Journal of Education in Astronomy (RELEA) features just two articles.

In the previous Editorial we stressed that the number of submissions had increased. Until now, this higher number trend holds. Other articles are in the peer review processes, and those approved will be published in the following number still this year. However, we decided to publish immediately the present articles with completed peer review - even if, in this date, they are not many - to imprint a new periodicity to the Journal.

Brazil will host the International Astronomical Union Assembly and satellite Meetings in 2009, declared by the UNESCO the International Year of Astronomy. The RELEA pretends to benefit from of the general mobilization that these events will produce, to focus on more specific and important educational questions, not always properly addressed in the events of this nature.

In particular, the form that the RELEA intends to act and to contribute during these events will be mainly through the promotion of the improvement of the quality of world-wide astronomical education. We aim to do that by intensifying the international spreading of the work in the area performed in Latin America and offering a differentiated incentive, so that more educators and researchers can reflect about and discuss the problems and perspectives in education in astronomy and publish their works in the area, thus contributing to the badly needed development in this area.

Another change that we made was the relocation of the electronic management of the RELEA to a new site. Although during this rearrangement eventual glitches in the access to the page of the Journal could occur, these would be of short duration and should not cause great inconveniencies. We thank the understanding of those who access the Journal during this period. Please, communicate us any inconvenience or difficulty, immediately. The new address of the RELEA is:

www.astro.iag.usp.br/~foton/relea/index.html

This is an address of the University of São Paulo (USP). The relocation of the site of the RELEA to this address is due the operational needs of the Journal and to the contribution of this server in receiving the site of the Journal - in particular because one of Editors (JEH) is a professor at the USP. However, this does not mean any change in the independent character of the RELEA in relation to this or any other institution.

In this number we feature the following works:

The teaching of astronomy in Uruguay, by Reina Pintos Ganón and Julio Angel Fernández. This work contributes to the studies on the history of the education of astronomy in Latin America, an important area quite devoid of studies and publications. The authors analyze the Uruguayan case – the former, however, shows several similarities with what happened historically in this area in Brazil and other countries in the region. Ganón and Angel identify the influence of the positivist thinking in the academic environments, particularly in the last quarter of the XIX century, and discuss the consequences for the curricular composition of similar courses and in the education of astronomy. They also address the creation of astronomical observatories and the education of astronomy in the high-school level. In the latter, the French influence made itself particularly present in the planning of disciplines of Cosmography, in the end of XIX and beginning of XX century XX, and in the texts produced for its teaching. The emphasis, in general, at the time, a fact that also occurred

in Brazil, was in astronomy of position and measure of the time. The analyses and discussions of the authors extend until the current days, remarking the relative advancement of Uruguay in this area, foreseen to be incorporated in the currently projected reform of the university.

We would like to remark that it would be very timely if other works with this aim were performed for the other countries of Latin America. We encourage other authors to undertake this task. If on the one hand, a good part of these countries arise in this beginning of millennium as important contributors to the international astronomical research, on the other hand, the education in astronomy in the respective societies of these countries usually does not follow these advances and, in general, leaves quite a lot to desire. Works on the history of the astronomy education would contribute to improve the steps in this direction.

Alternative Conceptions of High-School Students on the Phenomenon of Formation of the Phases of the Moon, by Gustavo Iachel, Rodolfo Langhi and Rosa Maria Fernandes Scalvi. In this article the authors carry through a research on alternative conceptions in astronomy, extending it for students of the high-school level. In principle, if the directions of the National Curricular Parameters for Teaching of Sciences at the elementary level were followed with pedagogical success, phenomena such as the formation of the phases of the Moon or of the eclipses, for example, would not have to present the conceptual difficulties that, according to the results obtained by the authors, continue to exist. The approach of the authors to explain the phenomena is still supported in the use of graphs (drawings) of the Earth-Moon system. (These graphs, however, in our view, present by themselves serious conceptual and epistemological difficulties that have not been addressed in literature, even for use in high-school education.) The conclusions of the work alert for the deficiency of the formation in those subjects and the necessity of development of new pedagogical methods. The literature cited to the end points to some of these possible methods, yet those still do not help to improve the graphical representation mentality (even when made in three dimensions) as the main - and, in general, exclusive - source for the process of teaching of these subjects. The work represents an advance for extending and bringing up to date the several surveys of the alternative conceptions on those phenomena made in last twenty years.

More information on the Journal and instructions for authors can be found in the **new** address: www.astro.iag.usp.br/~foton/relea/index.html. The articles can be written in Portuguese, Spanish or English.

We thank Mr. Felipe de Miranda e Souza and Mrs. Rosemeire Zambini for their help with the edition of articles, the authors, the referees and all those that, directly or indirectly, have assisted us in the continuity of this initiative and, in particular, in the elaboration of the present edition.

Editors

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

Este quinto número de la *Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía* (RELEA) trae dos artículos.

En el Editorial anterior observamos que el número de envíos había aumentado. Hasta el momento, estas se han mantenido en el nivel más alto que anunciamos. Hay otros artículos en proceso de arbitraje, que serán publicados en el número siguiente aún este año. Sin embargo, decidimos publicar inmediatamente los artículos cuyo arbitraje fue concluido – si bien en esta fecha los mismos no son muchos – para imprimir una nueva regularidad a la Revista.

Brasil recibirá la Reunión de la Unión Astronómica Internacional en 2009, año declarado por la UNESCO el *Año Internacional de la Astronomía*. La RELEA espera aprovechar la movilización general que esas conmemoraciones desencadenarán, para concentrar el foco en cuestiones educacionales más específicas e importantes, no siempre debidamente atendidas en la promoción de eventos de esa naturaleza.

En particular, la forma en que la RELEA pretende actuar y contribuir en la movilización de esos eventos será principalmente a través de la promoción de la mejora de la calidad de la educación astronómica mundial. Pretendemos realizar este intento intensificando la divulgación internacional de los trabajos en el área realizados en América Latina y ofreciendo un incentivo diferenciado para que más educadores e investigadores reflexionen y discutan sobre los problemas y perspectivas en la educación en astronomía propiamente dicha y publiquen sus trabajos en el área, contribuyendo así para el desarrollo que ésta tanto necesita.

Otro cambio que realizamos fue la relocación del gerenciamiento electrónico de la RELEA para otro site. Si bien es posible que durante este período tal vez ocurran eventuales intermitencias en el acceso a la página de la Revista, éstas deben ser de corta duración y no causarán mayores trastornos. Agradecemos la comprensión de aquellos que accesen la Revista en ese período. Cualquier inconveniente o dificultad adicional, por favor, comuníquela inmediatamente.

La nueva dirección de la RELEA es:

www.astro.iag.usp.br/~foton/relea/index.html

Esta es una dirección de la Universidad de São Paulo (USP). La relocación del site de la RELEA para esa dirección se debió a necesidades operacionales de la Revista y a la colaboración de ese servidor en recibir el site de la Revista – en particular porque uno de los Editores (JEH) es docente de la USP. Sin embargo, esto no significa ningún cambio en el carácter independiente de la RELEA en relación a esta o cualquier otra institución.

En este número contamos con los siguientes trabajos:

La Enseñanza de la Astronomía en Uruguay, de Reina Pintos Ganón y Julio Angel Fernández. Este trabajo contribuye para los estudios sobre la historia de la enseñanza de la astronomía en América Latina, una importante área reconocidamente carente de estudios y publicaciones. Los autores analizan el caso uruguayo – si bien este guarda varias semejanzas con lo que sucedió históricamente en esa área en el Brasil y en otros países de la región. Ganón y Fernández identifican la influencia del pensamiento positivista en el medio académico uruguayo, en particular en el último cuarto del siglo XIX, y discuten sus implicaciones para la composición curricular de los cursos relacionados y en la enseñanza de la astronomía en la época. Tratan también la creación de observatorios astronómicos y de la

enseñanza de la astronomía en el nivel secundario. En este nivel, la influencia francesa se hizo particularmente presente en el planeamiento de la disciplina Cosmografía, al final del siglo XIX y comienzos del siglo XX, y en los textos producidos para la misma. El énfasis, en general, en esa época, a ejemplo de lo que también ocurrió en Brasil, estaba centrado en astronomía de posición y medida del tiempo. Los análisis y discusiones de los autores se extienden hasta nuestros días, destacando el avance relativo en el área en el Uruguay, previsto para ser contemplado inclusive en la reforma universitaria actualmente en proyecto.

Nos gustaría aprovechar para destacar que sería muy oportuno si otros trabajos de ese calibre fueran desarrollados para otros países de América Latina. Incentivamos a otros autores para seguir esta dirección. Por un lado, buena parte de estos países aparece en este comienzo de nuevo milenio como importantes contribuyentes a la investigación astronómica internacional. Por otro lado, la educación en astronomía en las respectivas sociedades de esos países no acostumbra acompañar este avance y, en general, deja mucho que desear. Trabajos en historia de la enseñanza de la astronomía contribuirían para mejorar las providencias en ese sentido.

Concepciones Alternativas de Alumnos del Secundario sobre el Fenómeno de la Formación de las Fases de la Luna, de Gustavo Iachel, Rodolfo Langhi y Rosa Maria Fernandes Scalvi. En este artículo los autores realizan una investigación sobre las concepciones alternativas en astronomía, extendiéndola para los estudiantes de nivel medio. En principio, si las orientaciones de los Parámetros Curriculares Nacionales para la Enseñanza de las Ciencias en el nivel fundamental fuesen seguidas con éxito pedagógico, fenómenos como la formación de las fases de la Luna o los eclipses, por ejemplo, no deberían presentar las dificultades conceptuales que, según los resultados obtenidos por los autores, continúan existiendo. El abordaje de los autores para explicar los fenómenos en cuestión todavía se basa en la utilización de esquemas (dibujos) del sistema Tierra-Luna. (Esos mismos esquemas que, desde nuestro punto de vista, presentan dificultades conceptuales y epistemológicas serias que no han sido debidamente discutidas en la literatura especializada, ni siquiera para el caso de su aplicación a la enseñanza secundaria.) Las conclusiones del trabajo alertan para una deficiencia de formación en aquellos asuntos y a la necesidad de desarrollar nuevos métodos pedagógicos. La literatura citada al final del trabajo apunta algunos de esos métodos, si bien estos todavía no avancen en la superación de la mentalidad esquemática de representación (aún cuando efectuada en tres dimensiones) como principal – y, en general, exclusiva – fuente para el proceso de enseñanza de esos temas. El trabajo representa un avance por ampliar y actualizar el espectro de revisiones de concepciones alternativas sobre aquellos fenómenos realizados en los últimos veinte años.

Mayores informaciones sobre la Revista e instrucciones para los autores pueden ser encontrados en la **nueva** dirección: www.astro.iag.usp.br/~foton/relea/index.html. Los artículos pueden ser redactados en portugués, castellano o inglés.

Agradecemos al Sr. Felipe de Miranda e Souza y a la Sra. Rosemeire Zambini por la editoración de los artículos, a los autores, 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. LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN URUGUAY

Reina Pintos Ganón / Julio Angel Fernández _____ 9

2. CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O FENÔMENO DE FORMAÇÃO DAS FASES DA LUA

Gustavo Iachel / Rodolfo Langhi / Rosa Maria Fernandes Scalvi _____ 25

CONTENTS

1. THE TEACHING OF ASTRONOMY IN URUGUAY

Reina Pintos Ganón / Julio Angel Fernández _____ 9

2. HIGH SCHOOL STUDENTS' ALTERNATIVE CONCEPTIONS ABOUT THE PHENOMENON OF THE FORMATION OF THE MOON PHASES

Gustavo Iachel / Rodolfo Langh / Rosa Maria Fernandes Scalvi _____ 25

SUMARIO

1. LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN URUGUAY

Reina Pintos Ganón / Julio Angel Fernández _____ 9

2. CONCEPCIONES ALTERNATIVAS DE ALUMNOS DE EDUCACIÓN MEDIA SOBRE EL FENÓMENO DE FORMACIÓN DE LAS FASES DE LA LUNA

Gustavo Iachel / Rodolfo Langhi / Rosa Maria Fernandes Scalvi _____ 25

LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN URUGUAY

*Reina Pintos Ganón¹
Julio Angel Fernández²*

Resumen: Se presenta en este trabajo el desarrollo de la astronomía en el Uruguay desde la época colonial hasta el presente, destacando en particular los aspectos vinculados a su enseñanza tanto formal como informal. Los primeros antecedentes de estudios astronómicos datan de la época colonial relacionados con las expediciones científicas del Viejo Mundo que llegaban a nuestras costas. La enseñanza de la Astronomía se generalizó en el ámbito de los estudios secundarios ya a fines del siglo XIX, mientras que en la Universidad su arribo fue mucho más tardío, a mediados del siglo pasado. Se analiza la situación actual de esta disciplina, sus problemas, y algunas medidas para fortalecer su desarrollo.

Palabras clave: Astronomía, Educación, Investigación, Popularización

O ENSINO DA ASTRONOMIA NO URUGUAI

Resumo: Apresentamos, neste trabalho, o desenvolvimento da Astronomia no Uruguai desde a época colonial até o presente, destacando em particular os aspectos vinculados ao seu ensino tanto formal quanto informal. Os primeiros antecedentes de estudos astronômicos em nosso país datam da época colonial relacionados com as expedições científicas do Velho Mundo que chegavam às nossas costas. O ensino da Astronomia se generalizou no âmbito dos estudos secundários já no final do século XIX, enquanto que sua introdução na universidade foi muito mais tardia, em meados do século passado. Se analisa a situação atual dessa disciplina, seus problemas, e algumas medidas para fortalecer seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Astronomia, Educação, Pesquisa, Popularização

THE TEACHING OF ASTRONOMY IN URUGUAY

Abstract: We present in this work the development of astronomy in Uruguay since the colony times up to the present, stressing in particular those aspects related to the formal as well as informal teaching of astronomy. The first antecedents of astronomical studies in our country go back to the beginnings of the XVIIIth century related to the scientific expeditions from Europe coming to our shores. The teaching of astronomy was generalized at the high school level as soon as the end of the XIXth century, while its introduction at the university level happened much later, around the middle of the last century. We analyze the current situation of this subject, its problems, and some measures to strengthen its development.

Keywords: Astronomy, Education, Research, Popularization.

1. Los orígenes

Según Henry Bergson (citado en Reyes Thévenet 1942): “Toda la ciencia moderna es hija de la Astronomía: ella ha descendido del Cielo a la Tierra a lo largo del plano inclinado de Galileo”. En Uruguay la astronomía también fue la madre de toda la ciencia posterior ya que comenzó antes de que el país surgiera a la vida independiente. En el año 1708 el naturalista francés Louis Feuillée desembarca en la bahía de Montevideo como escala de una expedición científica por América del Sur (ver Mañé Garzón 1996). Mediante observaciones de la altura meridiana del Sol logra determinar

¹ Inspección de Astronomía del Consejo de Educación Secundaria, Uruguay 907, 11100 Montevideo, Uruguay, e-mail: rpintosganon@gmail.com

² Departamento de Astronomía, Facultad de Ciencias, Iguá 4225, 11400 Montevideo, Uruguay, e-mail: julio@fisica.edu.uy

por primera vez la latitud de Montevideo. Como parte de la misión, mide además la altura del cerro de Montevideo mediante un barómetro y describe varias especies animales y vegetales de la zona. En 1789 una expedición científica al servicio de España al mando del Capitán Alejandro Malaspina, que viajaba en la nave “Descubierta”, junto a otra nave, la “Atrevida”, donde viajaba el segundo Comandante, D. José Bustamante y Guerra (quien luego fuera gobernador de Montevideo entre 1797 y 1804), instala el primer observatorio astronómico de carácter provisorio en Montevideo para observar el tránsito de Mercurio por delante del disco del Sol el 5 de noviembre de ese año (Etchecopar 1989). Según el Arq. Carlos Pérez Montero el Observatorio se instaló en las calles San Luis y San Vicente (hoy Cerrito y Pérez Castellano) dentro de la actual Ciudad Vieja. La expedición había sido precedida por cálculos matemáticos rigurosos (con el asesoramiento del astrónomo francés Joseph-Jérôme Lalande, entre otros) desde el Observatorio de San Fernando. Antes de la partida, se habían seleccionado y adquirido en Londres, los instrumentos científicos necesarios para la expedición. Las observaciones aquí realizadas por Dionisio Alcalá Galiano, Juan Vernacci y Juan Gutiérrez de la Concha, fueron utilizadas más tarde por Urbain Leverrier para descubrir el movimiento secular del perihelio de la órbita de Mercurio. En el tomo VIII, del año 1843, del “Journal de Mathématique” publicado en Paris por Liouville, Leverrier, descubridor junto a Adams, aunque independientemente, en forma analítica de Neptuno, da cuenta de las observaciones desde Montevideo del tránsito de Mercurio de 1789. El artículo se titula “Sur l’orbite de Mercure et sur ses perturbations. Détermination de la masse de Vénus et du diamètre du Soleil”.

En 1877 se inaugura el Colegio Pío en Villa Colón (Montevideo), a cargo de los Salesianos, quienes tuvieron una enorme influencia en el cultivo de las ciencias en la parte final del siglo XIX y comienzos del siglo XX así como en la educación formal en nuestro país. Entre sus importantes logros estuvo la instalación del primer Observatorio Meteorológico que contó el país, con instrumental moderno para la época y una importante biblioteca científica, el cual surgió como una necesidad a partir del primer congreso rural de 1895. En dicho congreso se plantean las necesidades de tener mayor conocimiento sobre los factores meteorológicos y previsión para mejorar la producción agropecuaria. En 1896 se le agregó un antejo meridiano para la determinación de la hora oficial. El Padre Luis Morandi cumplió un rol fundamental en la creación de este observatorio, y pronto a su alrededor se forma un grupo de trabajo que se encamina rápidamente hacia la astronomía. El pasaje de la meteorología a la astronomía resulta de la manifestación modernista de los jóvenes opuestos al “utilitarismo” presente en la época: se tendía a desarrollar aquello que tuviera aplicación práctica a corto plazo y que generara ganancias. El observatorio meteorológico se había creado para brindar servicios a los establecimientos agropecuarios, por ello se consideraba con fines utilitarios. Los jóvenes idealistas se rebelaban a todo aquello que fuese hecho con fines materiales o económicos. La ciencia no utilitaria y etérea por excelencia, en aquel momento, era la Astronomía. Por ende será una época para astrónomos románticos y desinteresados por las utilidades. El colegio Pío tenía como centro la personalidad de Enrique Legrand (Fig. 1).

Enrique Legrand (1861-1936), uruguayo educado en Francia, fiel representante de la incipiente burguesía urbana del 900 con inquietudes intelectuales. Científico no profesional por excelencia, poseedor de una vasta cultura que abarca un conjunto de disciplinas diversas que van desde la Matemática, la Física, la Astronomía, hasta la Historia y la Filosofía. Legrand fue sin duda el gran pionero de la astronomía nacional. Fue designado para ocupar una cátedra de Cosmografía en la Sección Secundaria de la Universidad en 1905. Publicó almanaques astronómicos y numerosos trabajos

científicos, entre los que se destaca el cómputo de la órbita del Gran Cometa de 1901, primer trabajo de esta naturaleza hecho en Uruguay. Fue corresponsal de la Sociedad Astronómica de Francia. Su obra astronómica es muy importante, además de los almanaques astronómicos, mide cuidadosamente las coordenadas de diferentes puntos notables del país. También crea una modificación del sextante convencional, con lo que alcanza renombre internacional. Si bien no forma escuela de astronomía, sí lo hace como arquetipo. El Dr. Carlos Vaz Ferreira, fundador de la Facultad de Humanidades y Ciencias, a quien le unía una estrecha amistad con Legrand, tomará de él el modelo de investigador desinteresado, no utilitarista y autodidacta (ver Grompone 1997).

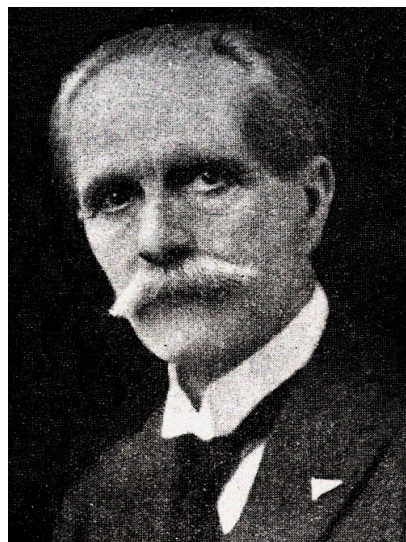


Figura 1. Enrique Legrand

Paralelamente en 1877 comienza a funcionar la Sociedad Ciencias y Artes con el objetivo de impulsar la investigación científica en nuestro país. Entre sus primeros objetivos estuvo la observación del tránsito de Venus por delante del disco del Sol en 1882, programa que estuvo a cargo del Ingeniero Carlos Honoré, miembro de la Sociedad (Márquez 1990), integrante, junto a Legrand, del Observatorio del Colegio Pío, quien además de sus trabajos en el Boletín del Colegio Pío, publicó otros trabajos: “El Sol” (1897), “Loi du rayonnement thermique solaire” (1897) (Grompone 1997). Una de las metas de la Sociedad fue la construcción de un observatorio astronómico nacional, proyecto que fue presentado al gobierno de Máximo Santos (1882-1886), pero que finalmente no prosperó. Santos, general de carrera, había sido Ministro de Guerra del gobierno anterior a su presidencia. Su ascenso al poder se había apoyado en la intimidación de las personas, la coacción sobre la prensa y el fraude electoral. Durante su gobierno hay un disfrute de la ostentación material por parte de su persona y los subordinados que gozaban de favores especiales, sin tendencia al cultivo espiritual e intelectual, y un ejercicio autoritario del poder (Traversoni 1957). No es de extrañar entonces que en ese ambiente político poco propicio el proyecto del observatorio fracasara.

La corriente positivista, que pregonaba el rol fundamental de la ciencia como factor de progreso, despertó el interés de las élites intelectuales de la época que promovieron los estudios científicos, en particular sobre Astronomía y Meteorología a distintos niveles. En 1880 accede al rectorado de la Universidad el Profesor Alfredo Vázquez Acevedo, quien había compartido con José Pedro Varela el proceso de la reforma educativa en el ámbito de Educación Primaria. Vázquez Acevedo promueve las

corrientes científicas mediante la enseñanza de las ciencias naturales y la introducción de las prácticas en la enseñanza de las ciencias, que antes era teórica. No es casualidad que el Instituto que hoy lleva su nombre haya tenido en su momento los mejores laboratorios de ciencias experimentales y el mejor observatorio de la época: el Observatorio de Montevideo, del que hablaremos más adelante. Compró gabinetes de Física, Geografía y Cosmografía, equipos para laboratorios de Química y muchos libros. Además se aprueba en ese entonces su Proyecto de Ley Orgánica donde se estableció, entre otras cosas, los fines de la enseñanza secundaria como complementación de la primaria y preparación para las carreras universitarias. Durante su rectorado se crea la Facultad de Matemáticas (1888) que formaba profesionales en ingeniería, arquitectura y agrimensura. Un núcleo de interesados en las ciencias puras publica, en los Anales de la Universidad, sus contribuciones: curso de Cosmografía y Trigonometría Esférica de Nicolás Piaggio; Ampliación de Matemáticas de Eduardo Monteverde; trabajos de Enrique Legrand sobre la latitud de Montevideo, apuntes sobre determinantes de Juan Monteverde, apuntes sobre números complejos de Piaggio.

El interés por la Astronomía se manifiesta también en el interior del país. En la ciudad de Paysandú el hacendado y aficionado a la Astronomía Don Lorenzo Kropp construye en los años 1880 un observatorio astronómico donde instala un telescopio refractor de 135 mm, tal vez el primero de que se tenga noticia en nuestro país. Posteriormente en 1901 Kropp comunica a la prestigiosa revista alemana *Astronomische Nachrichten* (Noticias astronómicas) el descubrimiento de un cometa, el ahora denominado C/1901 G1, por el Sr. Viscara, administrador de estancia, el primer cometa descubierto desde nuestro suelo. Legrand computó la órbita de este cometa, trabajo que no publicó, pero que comparó con los resultados de Observatorios importantes, verificando que sus cálculos habían sido correctos (Grompone 1997).

2. La Cosmografía en Enseñanza Secundaria

La enseñanza media estaba en sus comienzos bajo la égida de la Universidad, dentro de la Sección Enseñanza Secundaria y Preparatoria. Para ese entonces, fines del siglo XIX, significaba la antesala de estudios universitarios. Los estudios en este nivel se extendían a seis años (según el Plan 1887), durante los cuales se enseñaba: matemáticas, geografía, cosmografía, física, química, historia universal, sudamericana y nacional, gramática y retórica, literatura, filosofía, inglés, francés, latín, dibujo, y gimnasia. Desde la cátedra de Geografía del bachillerato, Ángel Floro Costa había intentado enseñar algunas nociones de Astronomía, en forma aislada.

La primera Cátedra de Cosmografía en la Universidad de la República fue desempeñada por Don Nicolás Piaggio (1852-1918), desde 1889 hasta 1918. Fue autor del primer texto de Cosmografía para Enseñanza Secundaria en 1893. El primer Programa de Cosmografía del que se tienen noticias es el de 1892, el que fue llamado "Aula de Cosmografía". En él se advierte la influencia de los planes de estudio franceses de la época, incluso se hace evidente en su redacción por la presentación de astros observables solamente en el hemisferio norte, como es el caso de la estrella polar (Vicino 1988). Es de destacar que este curso ponía un énfasis muy especial en la astronomía de posición (estudio de la determinación precisa de las coordenadas de un astro) y la medida del tiempo. Más adelante la astronomía de posición pasa a formar parte de los cursos de Topografía y Geodesia, dentro de los programas de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura, especialmente dentro de la carrera de Agrimensor. Esta situación promovió un encare excesivamente matemático de los temas, con énfasis en la

astronomía de posición, y una gran participación de agrimensores, ingenieros y oficiales navales en su enseñanza a nivel secundario.

Todavía no existía un instituto de formación de profesores ni una licenciatura que formara astrónomos, por lo que la imagen visible de la asignatura fue la de los profesionales antes mencionados que desarrollaron y promovieron su enseñanza a nivel secundario. Más allá de las necesidades propedéuticas de agrimensores, ingenieros o marinos, también contribuyeron otros factores para la permanencia de la Astronomía en los planes de educación del Estado de 1905, 1910, 1911, 1916, etc. En 1910, el espectacular pasaje del Cometa Halley por las cercanías de la Tierra, desarrolla aún más el interés por la Astronomía, despertando en el público la admiración por el poder descriptivo desde el punto de vista fenomenológico de lo que sucedía, como por el poder predictivo de las potentes teorías físicas y aplicaciones de la mecánica celeste.

En 1916 se aprueban las “Leyes y Reglamentos de la Universidad de Montevideo”. De ellas se desprende el valor asignado a la Astronomía en la currícula oficial como aporte a la cultura general que debe poseer todo el que se dedica a las profesiones liberales. Según el decreto, hay que suministrar al estudiante “un mínimum de educación científica que lo ponga en condiciones de abordar con éxito el estudio de las Ciencias Jurídicas y Sociológicas”. Así es que en los planes de estudios para preparatorios de Abogacía aparecen “Cursos sintéticos de Ciencias Físico-Naturales”, que comprenden las siguientes ciencias: Cosmografía, Física, Química e Historia Natural. La intención era dar al estudiante una cultura científica para ampliar criterios para evitar la formación de profesionales con una visión deficiente de su entorno, que actuaran con criterio científico.

En 1919, tras el fallecimiento del Prof. Nicolás Piaggio, accede mediante concurso a la cátedra de Cosmografía vacante el Sr. Alberto Reyes Thévenet, quien logra que se apruebe un nuevo programa de la asignatura y publica al año siguiente, 1920, un libro denominado “La Cosmografía y su Enseñanza”. En este libro, con el prólogo del Ing. Nicolás Besio Moreno, Decano de la Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Astronómicas de la Universidad Nacional de La Plata, Reyes Thévenet hace consideraciones sobre la importancia científica y filosófica de la ciencia astronómica, el valor pedagógico de la asignatura, plantea aspectos metodológicos de su enseñanza y propone un nuevo programa práctico y teórico. Reyes Thévenet tuvo una gran influencia en la enseñanza de la astronomía en sus primeras etapas. Como veremos más abajo, fue uno de los impulsores del proyecto de creación de un observatorio astronómico.

Más adelante Pochintesta (1957) escribe un artículo donde propone cambiar el nombre de Cosmografía por el de Astronomía, y resalta las cualidades formativas sobre las informativas de la enseñanza de esta asignatura en la Educación Media. En el mismo advierte sobre las desviaciones que observa, a nivel internacional, en la enseñanza de la astronomía. Por un lado, el ceder a la curiosidad sin encauzarla hacia una metodología científica, favoreciendo la utilización de literatura de pseudociencia o astronomías populares. Por el otro lado, la desviación hacia los tecnicismos extremos por parte de Agrimensores o Ingenieros que rara vez encaran la enseñanza aplicando métodos basados en estudios pedagógicos. Textualmente lo dice así: “Es, en efecto, notorio, que cualquier “hombre de la calle”, que no ha pasado por nuestros liceos, tiene un innato interés por las cosas de la Astronomía; el joven egresado de cuarto liceal quedó, en cambio, casi siempre esterilizado para ese interés, esa curiosidad. La conclusión es que algo anda mal: se matan vocaciones en el momento que deberían despertarse”.

3. El Observatorio Astronómico de Montevideo

Después del fracaso del primer intento de instalar un observatorio astronómico nacional, Enrique Legrand presenta en 1901 un nuevo proyecto de creación de un observatorio astronómico con la finalidad de elaborar una carta fotográfica del cielo austral. A tal fin ofreció donar al estado una parte de su quinta ubicada en la calle Larrañaga para instalación del observatorio. Lamentablemente, la Cámara de Representantes rechazó su proyecto.

En 1922 surge una nueva iniciativa de observatorio astronómico a cargo de los Profs. Alberto Reyes Thévenet, Elzear Giuffra y Armando Acosta y Lara que cumpliera tres finalidades: investigación, enseñanza y cultura popular. Esta iniciativa recibe por fin el apoyo de las autoridades de la Universidad. Se formó posteriormente una comisión técnica en que además de los arriba mencionados, participaron Enrique Legrand, Ricardo Abreu y Eduardo Roubaud. El que sería denominado Observatorio de Montevideo comienza a construirse en la azotea del edificio universitario que hoy pertenece al Instituto Alfredo Vázquez Acevedo del Consejo de Educación Secundaria. En 1927 el observatorio es inaugurado bajo la dirección interina de Giuffra. En 1928 visita nuestro país el Dr. Bernard Dawson del Observatorio de La Plata para el armado, montaje y ajuste final del telescopio, un refractor marca Zeiss de 20-cm de abertura (Fig. 2).

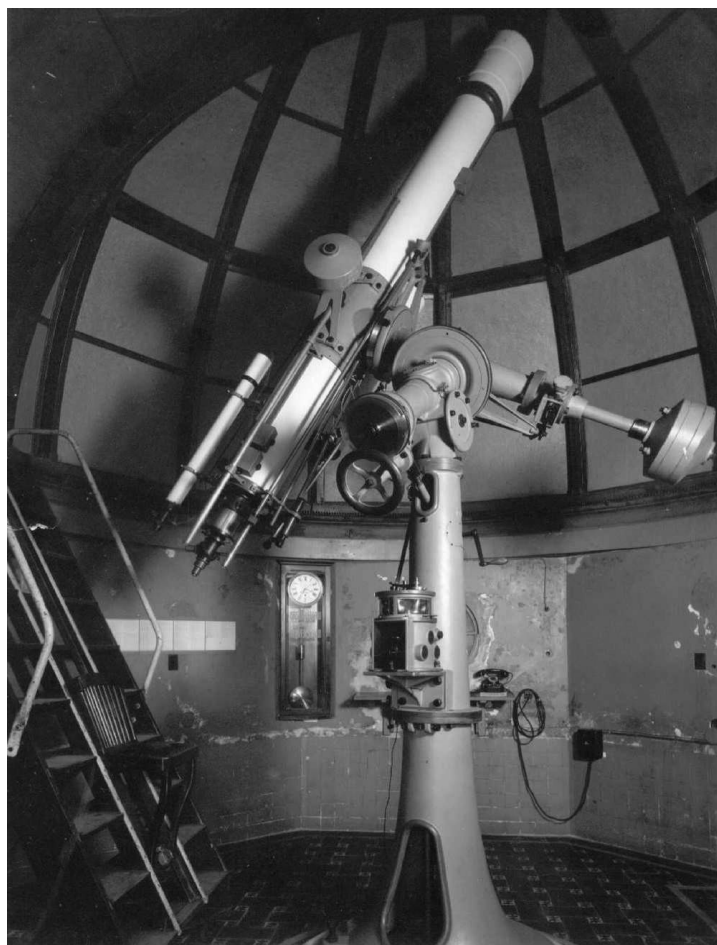


Figura 2. El telescopio refractor Zeiss de 20 cm del Observatorio Astronómico de Montevideo.

El Observatorio de Montevideo tuvo su momento de mayor auge entre aproximadamente 1933, en que asume como director el Prof. Eduardo Roubaud (1908-2000), y 1950. El Prof. Roubaud se mantuvo en la dirección hasta 1945, posteriormente la ocuparía el Prof. Carlos Etchecopar (1908-1986). El Observatorio desarrolló programas de observaciones sistemáticas del cielo austral, estrellas variables y estrellas dobles, nebulosas galácticas, física solar, ocultaciones de estrellas por la Luna, medida del tiempo, catálogos estelares, asteroides y cometas. El punto culminante fue el descubrimiento del cometa C/1947 F1 (Rondanina-Bester) por Esteban Rondanina y Alberto Pochintesta, junto con el astrónomo sudafricano M.J. Bester (Pochintesta 1949). El escándalo que siguió a este descubrimiento, por la no inclusión de Pochintesta como co-descubridor del cometa, responsabilidad que recayó en su director, el Prof. Etchecopar, dañó mucho al Observatorio, llevó a la renuncia de Pochintesta a su cargo, y significó el comienzo del lento declive del Observatorio como centro de importancia cultural y científica. A ello contribuyó el hecho de que el Observatorio de Montevideo dejó de ser un centro universitario en 1935, cuando la Sección Secundaria se separó de la Universidad de la República y pasó a ser un organismo autónomo. Las autoridades de Enseñanza Secundaria, preocupadas por atender la demanda de una población estudiantil creciente, poca atención y recursos le pudieron brindar al Observatorio.

4. La formación de astrónomos profesionales y docentes en Astronomía

Por iniciativa del Dr. Carlos Vaz Ferreira se crea la Facultad de Humanidades y Ciencias en 1945. Esta Facultad pretendía abrir un espacio dentro de la Universidad para la “investigación desinteresada y sin provecho ulterior”, por lo cual quedaba expresamente excluida de sus cometidos la formación de docentes de educación secundaria (Paris de Oddone 1995). La Facultad de Humanidades y Ciencias incluyó desde sus orígenes una cátedra de astronomía teórica a cargo del Prof. Carlos Etchecopar. En 1950 ingresó a la Facultad el Dr. Félix Cernuschi con una nueva cátedra de astronomía y otra de física.

En 1949 se crea el Instituto de Formación de Profesores para la Enseñanza Secundaria según la idea del Dr. Antonio Grompone de contar no sólo con la formación disciplinar, sino también con la formación en ciencias de la educación y con la práctica docente. En 1950, al cumplirse los 100 años del fallecimiento de José Gervasio Artigas, el Instituto pasa a llamarse: Instituto de Profesores “*Artigas*” (IPA), en honor a nuestro prócer máximo. Junto al Dr. Grompone, fue profesor fundador de este Instituto, el Dr. Félix Cernuschi (ver recuadro). También fueron profesores de ese Instituto Carlos Etchecopar y Alberto Pochintesta, y se anotaron como aspirantes a ingresar como estudiantes Gladys Vergara, que luego fuera Directora del Observatorio de Montevideo tras el fallecimiento del Prof. Etchecopar, y Sayd Codina al cual haremos referencia más adelante.

En lo referente a los aspectos curriculares y perfil de egreso, Grompone (1952) expresa: “El profesor de enseñanza media no debe ser un investigador especializado ni tampoco una enciclopedia. La tendencia del plan ha sido agrupar en lo posible aquellas especialidades que mantienen entre sí una correlación o interdependencia como para ser estudiadas al mismo tiempo y con elementos comunes”. Circunstancias que, de hecho, obligan a facilitar la formación de profesores que pueden hacerse cargo de asignaturas afines o relacionadas entre sí. Es así que los cursos de Análisis Matemático I, Geometría, Física Experimental, Matemática Aplicada y Cálculo de Probabilidades, Lógica y Metodología de la Ciencia constituían un núcleo común a las secciones de

Matemática, Física, Química y Astronomía. Lo mismo sucedía para segundo, empezando una gradual especialización, que se hacía máxima hacia cuarto año.

Félix Cernuschi (1907-1999), físico y astrofísico nacido en Montevideo, educado en la Argentina y doctorado en Cambridge, Inglaterra, pionero de la investigación y la educación astronómica a nivel universitario (Fig. 3). Tuvo el privilegio de estudiar y trabajar con los mejores físicos y astrofísicos de la primera mitad del siglo XX, como Bohr, Hoyle, Dirac y Shapley. Propuso una nueva teoría de líquidos y otra sobre comportamientos de la materia a presiones y temperaturas extremadamente altas con aplicaciones al estudio de las estrellas de neutrones. Trabajó además en rayos cósmicos, materia interestelar, cosmología y origen del sistema solar. Fue profesor titular de Astronomía y de Física en la antigua Facultad de Humanidades y Ciencias y Director del Departamento de Astronomía (más tarde rebautizado de Astronomía y Física). Por muchos años compartió su trabajo en Montevideo con el de profesor de Física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires en la que llegó a ser designado Decano en 1986.



Figura 3. Félix Cernuschi

Con relación a la formación de profesores, Cernuschi (1971) plantea específicamente para la Enseñanza Media: “Para mejorar y transformar la enseñanza en el ciclo medio, se necesitan profesores que tengan:

- a) sólida y amplia preparación en la correspondiente materia y en las asignaturas directamente relacionadas (para enseñar algo bien, hay que saberlo muy bien);
- b) verdadera vocación por la enseñanza que le permita enseñar con claridad y despertar interés en los estudiantes por su materia;
- c) profundo conocimiento de lo que llamaríamos didáctica específica;
- d) capacidad para enseñar a los alumnos a estudiar y a aprender por su propia cuenta.”

En 1955 se crea dentro de la Facultad de Humanidades y Ciencias el Departamento de Astronomía por iniciativa del Dr. Cernuschi, donde se formarán los primeros astrónomos profesionales del país. El primer Licenciado en Astronomía fue el Dr. Sayd Codina (1926-2006), uno de sus primeros discípulos y colaboradores, quien tuvo a su cargo la instalación y puesta en funcionamiento de un radiotelescopio de tipo interferométrico para el estudio de radioexplosiones solares. El radiotelescopio, inaugurado en 1966, estaba localizado en el predio del Aeropuerto Nacional de

Carrasco. Codina emigró posteriormente a Brasil donde prosiguió su destacada carrera que culminó como director del Observatorio Nacional de Rio de Janeiro.

5. El Planetario Municipal Germán Barbato

Hacia 1950 aparece la primera Sociedad de Astronomía en el Uruguay, como satélite de la Sociedad Meteorológica del Prado, realizando sus primeras observaciones en el Observatorio de Montevideo. Hacia 1952 queda definitivamente constituida la Asociación de Aficionados a la Astronomía. En esos años entra en juego un gran aficionado a la astronomía y docente de cosmografía, el Agrimensor Germán Barbato, quién además, y detalle nada menor, fue intendente de Montevideo durante el período 1948-1954. Barbato junto a otras personalidades, entre las que se destacaba el Dr. Cernuschi, impulsó la instalación de un planetario en el predio de Villa Dolores, sede del zoológico y lugar de paseo. Fue el Dr. Cernuschi quien, en su calidad de asesor técnico del proyecto, entró en contacto con la firma norteamericana Spitz Laboratories donde se adquirió el instrumento, un modelo experimental para la época.

En 1955 se inaugura el Planetario Municipal de Montevideo, el primero de Iberoamérica. El Planetario de Montevideo, luego denominado Germán Barbato, ha cumplido un rol muy importante como difusor de la astronomía en el ámbito popular y de educación secundaria y primaria. Hoy a más de 50 años de su inauguración, el instrumento original (Fig. 4) todavía continúa brindando servicios. Esto sin duda constituye un enorme mérito para sus técnicos y funcionarios, pero es nuestra opinión que las autoridades competentes deberían pensar en la adquisición de un nuevo instrumento planetario, fortacer su cuerpo docente y promover una dirección académica.

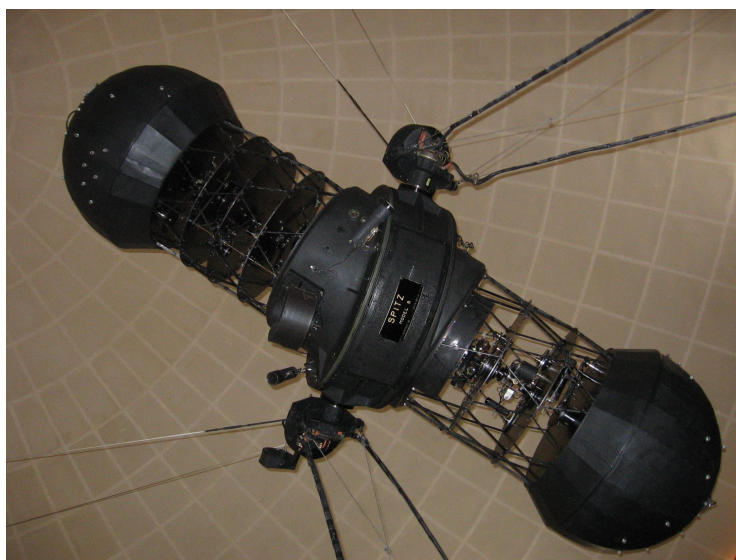


Figura 4. Planetario Municipal “Germán Barbato”: Instrumento modelo Spitz B de aproximadamente 3,50 m de largo. Los hemisferios estelares tienen un diámetro de 91,5 cm (Foto cortesía O. Méndez).

6. La Astronomía en tiempo de crisis

La crisis política que se agudizó a partir de fines de la década del sesenta afectó a la educación en general y a la Astronomía en particular. En junio de 1973 se produce un

golpe de estado que instaura una dictadura cívico-militar que se prolonga hasta 1985, la cual lleva al exilio, la renuncia o la cárcel de una gran cantidad de docentes universitarios y de la enseñanza primaria y secundaria. Tal vez lo más rescatable de este oscuro período en el plano de la enseñanza de la Astronomía en el ámbito de Enseñanza Secundaria haya sido la iniciativa del entonces Inspector de la asignatura Capitán Julio Ambrosini, marino y docente, de proponer un nuevo programa de la asignatura en Enseñanza Secundaria en el que pasa a dársele el nombre más moderno de Astronomía, en lugar de Cosmografía, introduciéndole además temas de actualidad: satélites artificiales, viajes espaciales, cuásares, etc. Como vimos, la propuesta del cambio de nombre ya había sido realizada por el Prof. Pochintesta en 1957.

En 1975 se crea el Comité Nacional de Astronomía (CNA), bajo la órbita del Ministerio de Educación y Cultura, integrado por representantes de diferentes instituciones oficiales: Universidad, Educación Secundaria, Planetario Municipal, Servicio Meteorológico Nacional y las Fuerzas Armadas. Sin embargo este Comité dejó fuera al Dr. Félix Cernuchi, en ese momento el científico más destacado en el área de la Astronomía con que contaba el país, lo que muestra hasta qué punto la represión política permeaba todas las decisiones supuestamente académicas. Aún siendo una persona de ideas conservadoras, Cernuschi hacía explícito su rechazo a la intervención de los militares en la vida del país, en particular en los centros de enseñanza. No es de extrañar entonces que su participación fuera vetada en organismos oficiales.

En enero del año 1976 se inaugura el Observatorio del entonces Instituto Femenino de Enseñanza Media, Instituto Batlle y Ordoñez (IBO). El telescopio, un refractor UNITRON de 10 cm, había sido comprado con dinero de las alumnas, motivadas por la profesora Gladys Vergara en la década del 60. Su instalación se había visto postergada por circunstancias políticas hasta que en 1975, con la colaboración del CNA y de la entonces Universidad del Trabajo, se logró construir una cúpula y pedestal, se estacionó el instrumento y comenzó a funcionar. El único expositor en la inauguración fue el Prof. Carlos Etchecopar, Director del Observatorio de Montevideo, quien expresó en forma visionaria: “La hora del espacio se nos acerca, toca a las autoridades de la enseñanza introducir a los jóvenes en estos temas para el futuro que se viene”.

7. La restauración democrática

A partir de la restauración democrática en 1985 comienza un período de reorganización de la enseñanza primaria, secundaria y universitaria. Se crea además en 1986 el Programa de Desarrollo de Ciencias Básicas (PEDECIBA), bajo la presidencia académica del Dr. Caldeyro Barcia, que ha tenido un gran impacto en el desarrollo de diversas disciplinas como las matemáticas, física, química, biología e informática, y en el retorno al país de un gran número de científicos que habían emigrado o estaban exiliados durante la época de la dictadura. En ese clima más favorable para el cultivo de las ciencias, la Astronomía logra un espacio de desarrollo.

En la década de los 80, el Comité Nacional de Astronomía consiguió la donación de un predio por parte del Estado para la construcción de un observatorio astronómico de carácter profesional. El remozado CNA, que se constituyó después de 1985, se abocó a la adquisición de un telescopio para ubicar en ese predio. Finalmente se decidió por un telescopio reflector de 35-cm de abertura de la firma inglesa Broadhurst, Clarkson & Fuller con fondos donados por el gobierno británico. El 24 de mayo de 1994 es inaugurado el Observatorio Astronómico Los Molinos (OALM), el que depende oficialmente del Ministerio de Educación y Cultura. En el predio trabajan en la investigación egresados del Departamento de Astronomía de la actual Facultad de

Ciencias y otros técnicos. También están instalados en el predio telescopios de la Asociación de Aficionados a la Astronomía y la Sociedad Astronómica Octante. Con fondos de un proyecto a cargo del Dr. Gonzalo Tancredi se adquirió un nuevo telescopio reflector Centurion de 46 cm de abertura (Fig. 5), en la actualidad el más grande en nuestro país, también instalado en el predio del OALM. Desde el OALM se está llevando a cabo un programa sistemático de observaciones astrométricas y fotométricas de asteroides y cometas. Los telescopios sirven además para el entrenamiento práctico de estudiantes de la Licenciatura de Astronomía, profesores de institutos de educación media, visitas de alumnos de primaria y secundaria y público en general.

En 1990 se crea la Sociedad Uruguaya de Astronomía (SUA), entidad civil sin fines de lucro, con la finalidad de nuclear a personas relacionadas al ámbito astronómico, tanto universitario, como el educativo (enseñanza media), o amateur con larga trayectoria. Uno de los primeros objetivos de la SUA fue la construcción y puesta en funcionamiento del OALM. Desde 1994 la SUA organiza reuniones anuales que congrega a astrónomos profesionales, docentes de secundaria, estudiantes y aficionados, donde se presentan trabajos científicos y se discuten temas de interés astronómico.



Figura 5. El telescopio reflector Centurion de 46-cm de abertura instalado en el predio del Observatorio Astronómico de Los Molinos (Foto cortesía G. Tancredi).

El renovado impulso que recibió la investigación científica luego de la restauración democrática, que se reflejó en la creación del PEDECIBA y luego en 1990 de la Facultad de Ciencias, ofreció un marco propicio para el desarrollo de la Astronomía al nivel universitario. De los 22 Licenciados en Astronomía o en Física (Opción Astronomía) (denominación que recibió luego de la reforma del plan de estudios en

1992) que han egresado hasta la fecha, 17 lo hicieron después de 1986 en que se reorganizó el Depto. de Astronomía. También han egresado 3 magisters.

Por otro lado, la década del 90 no fue muy buena para la enseñanza de la Astronomía en el ámbito de Enseñanza Secundaria. En varias oportunidades se intentó eliminar la asignatura de la malla curricular. Este hecho trajo como consecuencia la merma en el ingreso de estudiantes al profesorado de Astronomía y una desprofesionalización de los docentes de Educación Secundaria. Las autoridades de la Enseñanza reciben una nota del Dr. Carl Sagan (1993) saludando a la educación uruguaya por contar dentro de su malla curricular la Astronomía como asignatura independiente y disuadiendo la intención de su eliminación con palabras que sólo un maestro como él podía expresar: *“Mientras que la ciencia puede ser utilizada tanto para el bien como para el mal, es claro que el futuro pertenece a aquellas naciones con bases científicas fuertes, no sólo entre los técnicos sino entre la población en general”*.

A partir del año 1996 se propone la formación dual del profesorado, que cursaría las asignaturas específicas, técnicas de la disciplina en el Departamento de Astronomía de la Facultad de Ciencias y las inherentes a las Ciencias de la Educación y la Didáctica en el Instituto de Formación de Profesores, IPA. Mediante esta propuesta han egresado 5 profesores de Astronomía en estos 10 años, restando unos 15 estudiantes con algunas asignaturas pendientes para egresar.

Al día de hoy de los 180 profesores de Astronomía que ejercen la docencia en Enseñanza Secundaria en todo el país, sólo 15 (menos del 10%) tiene la carrera de profesorado terminada y 30 (menos de un 20%) han rendido alguna prueba de acreditación de conocimientos; el resto de los docentes de Astronomía accedió a la docencia en forma coyuntural y han permanecido en ella, en algunos casos como actividad laboral principal, y otros en forma complementaria.

8. Presente y futuro de la enseñanza de la Astronomía en la Enseñanza Secundaria

En el año 2003, bajo un gobierno que había iniciado su gestión en el 2000, se propone una Transformación de la Enseñanza Media Superior donde se incluye a Astronomía en un espacio articulador de saberes bajo el nombre de "Ciencias de la Tierra y el Espacio" con presencia en el primer año de la educación media superior como asignatura curricular, y en las líneas científico-matemática de segundo y tercero de este ciclo y de ciencias de la vida en segundo, como taller optativo. En esta propuesta de Ciencias de la Tierra y el Espacio se entiende la educación científica enmarcada en un concepto de ciencia para todos, que facilite en los jóvenes la comprensión del mundo en el que viven, los modos en que se construye el conocimiento científico, las interacciones entre Ciencia Tecnología y Sociedad, con fines a la formación de un sujeto competente, "aquel que ha internalizado un conjunto de procedimientos, que involucran una serie de capacidades, las que a su vez pueden aplicarse para la resolución de un sinnúmero de problemas matemáticos, espirituales, prácticos o simbólicos, haciéndose cargo de sus consecuencias", según palabras de la especialista argentina Inés Aguerrondo (2001). En dicha asignatura se incluyen contenidos conceptuales de geología, ciencias del espacio y ambientales (química, física, biología, astronomía, ecología); contenidos procedimentales de abordaje de situaciones teórico-prácticas y actitudinales de posicionamiento frente a la ciencia, sus métodos e implicancias desde un paradigma de la complejidad (Morin 1998) y la ética. Se entiende que gran parte del atractivo didáctico de la Astronomía lo constituye la interdisciplinariedad y globalidad con que pueden tratarse los temas (Galadí-Enríquez,

1998). Más aún, se encara desde una lógica de la transdisciplinariedad, como inherente a la actitud científica, permitiendo reconocer la existencia de diferentes niveles de realidad, regidos por distintas lógicas; la complementariedad de las distintas miradas disciplinares, evitando el formalismo excesivo y la absolutización que llevan a la exclusión y empobrecimiento intelectual.

La reforma del año 2003 se gestó desde un órgano creado en forma paralela al de la Administración Nacional de Educación Pública sostenida por el presupuesto nacional, que administraba los préstamos provenientes del Banco Interamericano de Desarrollo y del Banco Mundial. Estos aportes, provenientes de políticas neoliberales generaron rechazos por algunos sectores de la enseñanza y un aparato costoso de mantener por los cargos y asesorías creadas. A partir del año 2006 se decide recortar el alcance de la transformación del año 2003, y con ello, la asignatura Ciencias de la Tierra y el Espacio. En una estructura curricular de asignaturas, sin espacios de acción y de intención nítidamente identificados, las Ciencias de la Tierra y el Espacio han sido reemplazadas por Astronomía, volviendo a la situación anterior pero con una carga horaria semanal disminuida de 3 a 2 horas semanales. La nueva asignatura Astronomía adopta algunos elementos de Ciencias de la Tierra y el Espacio. Aquí se produce un quiebre importante en la posibilidad de desarrollo de los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales previstos. Estamos en un período de prueba, que aún no se ha terminado de evaluar.

Sin duda, el problema más importante es la escasa formación general de los docentes de Astronomía de Enseñanza Secundaria que requiere medidas urgentes para paliarlo. Como se dijo anteriormente, los docentes de la asignatura, en sus inicios fueron egresados o estudiantes universitarios de Agrimensura, militares y profesores formados en Matemática o Física. Posteriormente el perfil docente fue cambiando y estuvo dominado por personas formadas en el área de la Geografía o de los Aficionados a la Astronomía. Los astrónomos profesionales, incluso los estudiantes de la licenciatura, no son muy afines a dictar clases en la educación media, si bien en algunos casos puntuales y, por poco tiempo, han incursionado en ella. También se da en nuestro país el hecho de que la formación académica (licenciatura) está separada de la formación docente, que está a cargo de institutos especiales no universitarios. Los profesores egresados en Astronomía del Instituto de formación de profesores apenas cubren el 10% de las horas de clase disponibles.

El desafío de los próximos años será aumentar significativamente el número de docentes graduados en Astronomía. Para el 2008 está prevista una reforma general de la Educación en la que, a nivel de Formación Docente, con una carrera de 4 años, se reinstalaría un núcleo común de los profesados de Física y de Astronomía, y una malla curricular de especialización de 10 asignaturas, en un total de 18, entre los 4 años.

Una estrategia que se ha venido desarrollando en el presente año para mejorar y estimular la enseñanza y el aprendizaje de la Astronomía, es el fortalecimiento de la red de observatorios liceales. Sin duda la posibilidad de observar astros a través del telescopio constituye una fuente de inspiración, de reflexión y de estímulo al desarrollo de vocaciones científicas. Se han gestado nuevos observatorios liceales, se crearon horas docentes, se ha invertido en reconstrucción y mejora edilicia mediante proyectos concursables, se ha invertido en la compra de cartas estelares y otros recursos didácticos, y se piensa llamar a licitación para la compra de telescopios modernos, con función GO TO. En la actualidad Enseñanza Secundaria cuenta con 12 observatorios: 3 en Montevideo (2 operativos), y 9 en el interior (todos operativos), lo que supone un incremento de casi el 100% con respecto a la situación existente en 2005.

Queda como tema pendiente definir la situación del Observatorio de Montevideo. Hasta hace un año estaba en una situación de abandono que había afectado tanto la parte edilicia como instrumental. Afortunadamente ha comenzado su restauración dentro de un plan de obras más general de restauración del edificio que lo alberga. Se ha elaborado una propuesta para convertir al Observatorio en un Museo de Astronomía y Ciencias Afines (carta presentada al Director del Consejo de Enseñanza Secundaria en diciembre 2003).

9. Conclusiones

La educación en astronomía, en los diferentes niveles, se ha ido ganando un espacio a lo largo del siglo XX y comienzos del XXI con marchas y contramarchas, reflejo de las condiciones políticas, sociales y económicas cambiantes puntuadas por varias crisis de diferente entidad. Hoy, con una nueva institucionalidad que se ha plasmado en la creación de la Agencia Nacional para la Investigación y la Innovación, la prometida reforma de la Administración Nacional de la Educación Pública (que incluye los niveles primario, secundario y formación docente a nivel terciario) y la proyectada nueva reforma universitaria, se abren nuevos espacios para la investigación y educación en astronomía, tanto formal como informal, dentro de un marco de revalorización del rol de la ciencia en el desarrollo de nuestra sociedad.

Referencias

- AGUERRONDO I. **Formación de docentes para la innovación pedagógica, ponencia presentada en Seminario regional del BIE/UNESCO**, Maldonado, Uruguay, setiembre 2000, BIE/UNESCO, Ginebra. 2001.
- ARAUJO O. **Historia de la escuela uruguaya**. Consejo de Primaria, Montevideo. 1911.
- BRAHLICH J. **Una historia de la educación en el Uruguay**. Fundación de Cultura Universitaria, Montevideo. 1996.
- CERNUSCHI F. **Ciencia, Tecnología, Sociedad y Universidad**, UdelaR, Montevideo. 1971.
- ETCHECOPAR C.A. **El pasaje de Mercurio observado en Montevideo el 5 de noviembre de 1789**, Consejo Directivo Central de ANEP, Montevideo. 1989.
- GALADÍ E. D. **La astronomía en Enseñanza Secundaria**, Universo No. 38, pp. 46-81, 1998.
- GROMPONE A. **Formación de profesores en Enseñanza Secundaria**, Consejo Nacional de Enseñanza Secundaria, Montevideo. 1952.
- GROMPONE J. **Una historia de las ciencias en el Uruguay**. Galileo, segunda época, Núm. 16, Facultad de Humanidades y Ciencias. 1997.
- MAÑÉ, Garzón F. **Historia de la ciencia en el Uruguay**. Tomo II. De las Misiones Jesuíticas hasta el fin del Siglo XVIII. Universidad de la República, Colección del Rectorado, pp. 7-21. 1996.
- MÁRQUEZ G. **Un caso de ciencia normal en Uruguay de 1880 a 1915**. Galileo, segunda época, Núm. 7-8, Facultad de Humanidades y Ciencias. 1990.
- MORIN, E. **Introducción al pensamiento complejo**, Ed. Gedisa, Barcelona.
- París de Oddone, B. (coord.) 1995. **Historia y Memoria. Medio Siglo de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación**, Depto. de Publicaciones, UdelaR. 1998.

POCHINTESTA A. **La Historia del Descubrimiento de un Cometa en el Observatorio Astronómico de Montevideo**, Documentos relativos a la intervención de la Sociedad para el Progreso de la Ciencia, Montevideo. 1949.

POCHINTESTA A. **La enseñanza de la astronomía elemental**. Anales del IPA, No. 2, p. 76, 1957.

REYES THÉVENET A. **Elementos de Cosmografía**, Monteverde, Montevideo. 1942.

SAGAN C. Carta del 8 de setiembre dirigida al entonces Ministro de Educación y Cultura, Dr. Antonio Mercader y al entonces Director del CODICEN, Dr. Juan Gabito Zóboli. 1993.

TRAVERSONI A. **Historia del Uruguay**. Ed. Medina, Montevideo. 1957.

VICINO G. **Acerca de la Enseñanza de la Astronomía en la Educación Secundaria en Uruguay**, Informe de Inspección. 1988.

CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O FENÔMENO DE FORMAÇÃO DAS FASES DA LUA

*Gustavo Iachel¹
Rodolfo Langhi²
Rosa Maria Fernandes Scalvi³*

Resumo: Quarenta estudantes, com idades entre 14 e 18 anos, pertencentes a três escolas da cidade de Bauru, foram questionados sobre suas concepções alternativas acerca do fenômeno de formação das fases da Lua. Foi observado que alguns dos alunos confundem o fenômeno da formação das fases da Lua com o fenômeno da formação dos eclipses lunares, outros desconhecem o motivo do fenômeno, apresentam concepções alternativas incoerentes com a realidade ou então concepções incompletas. Os resultados aqui encontrados são destinados aos professores do Ensino Básico e poderão ser usados como subsídio para futuro desenvolvimento de novos métodos pedagógicos.

Palavras-chave: fases da Lua, eclipse lunar, concepções alternativas, formação de professores.

CONCEPCIONES ALTERNATIVAS DE ALUMNOS DE EDUCACIÓN MEDIA SOBRE EL FENÓMENO DE FORMACIÓN DE LAS FASES DE LA LUNA

Resumen: Cuarenta estudiantes, con edad entre 14 y 18 años, pertenecientes a tres escuelas de la ciudad de Bauru, fueron cuestionados sobre sus concepciones alternativas acerca del fenómeno de la formación de las fases de la Luna. Fue observado que algunos alumnos confunden el fenómeno de formación de las fases de la Luna con el fenómeno de formación de los eclipses lunares, otros desconocen el motivo del fenómeno, presentan concepciones alternativas incoherentes con la realidad o bien presentan concepciones incompletas. Los resultados aquí encontrados son destinados a los profesores de la Enseñanza Básica y podrán ser usados como ayuda para el futuro desarrollo de nuevos métodos pedagógicos.

Palabras clave: Fases de la Luna, eclipse lunar, concepciones alternativas, formación de profesores.

HIGH SCHOOL STUDENTS' ALTERNATIVE CONCEPTIONS ABOUT THE PHENOMENON OF THE FORMATION OF THE MOON PHASES

Abstract: Forty students, at ages between 14 and 18 years old, from three schools in Bauru city, were questioned about their alternative conceptions concerning the phenomenon of formation of the Moon Phases. It was observed that some of the pupils confound the phenomenon of the formation of the Moon Phases with the phenomenon of the formation of the lunar eclipses, others are unaware of the reason of the phenomenon, they present incoherent alternative conceptions of the reality or incomplete conceptions. The results found here are aimed at the teachers of Elementary Education and can be used as a subsidy for future development of new pedagogical methods.

Keywords: Moon's Phases, Lunar eclipses, Alternative conceptions, Teachers formation.

¹ Mestrando do curso de Pós Graduação em Educação para a Ciência (Ensino de Ciências) e atuante no Grupo de Estudos Astronômicos. Faculdade de Ciências. UNESP, Campus de Bauru, e-mail: iachel@fc.unesp.br

² Professor das Faculdades Integradas de Adamantina. Mestre em Educação para a Ciência. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências. Faculdade de Ciências. UNESP, Campus de Bauru, e-mail: rodolfo@fai.com.br

³ Professora Doutora do Departamento de Física. Faculdade de Ciências da UNESP, campus de Bauru. Coordenadora do Grupo de Estudos Astronômicos, e-mail: rosama@fc.unesp.br

1. Introdução

1.1 O fenômeno de formação das Fases da Lua

A seguir, são mostrados os fatores fundamentais para a ocorrência do fenômeno de formação das fases da Lua. Os esquemas mostrados na figura representam o sistema Terra-Lua observados de dois referenciais distintos. O sentido do movimento de translação da Lua ao redor da Terra é coincidente ao sentido do movimento de rotação da Terra. Colocando o observador acima do Pólo Norte (Esquema a), o sentido dos movimentos é o anti-horário. Se colocarmos um observador em um ponto acima do pólo Sul, este constatará que os movimentos de translação da Lua ao redor da Terra e de rotação da Terra seriam no sentido horário.

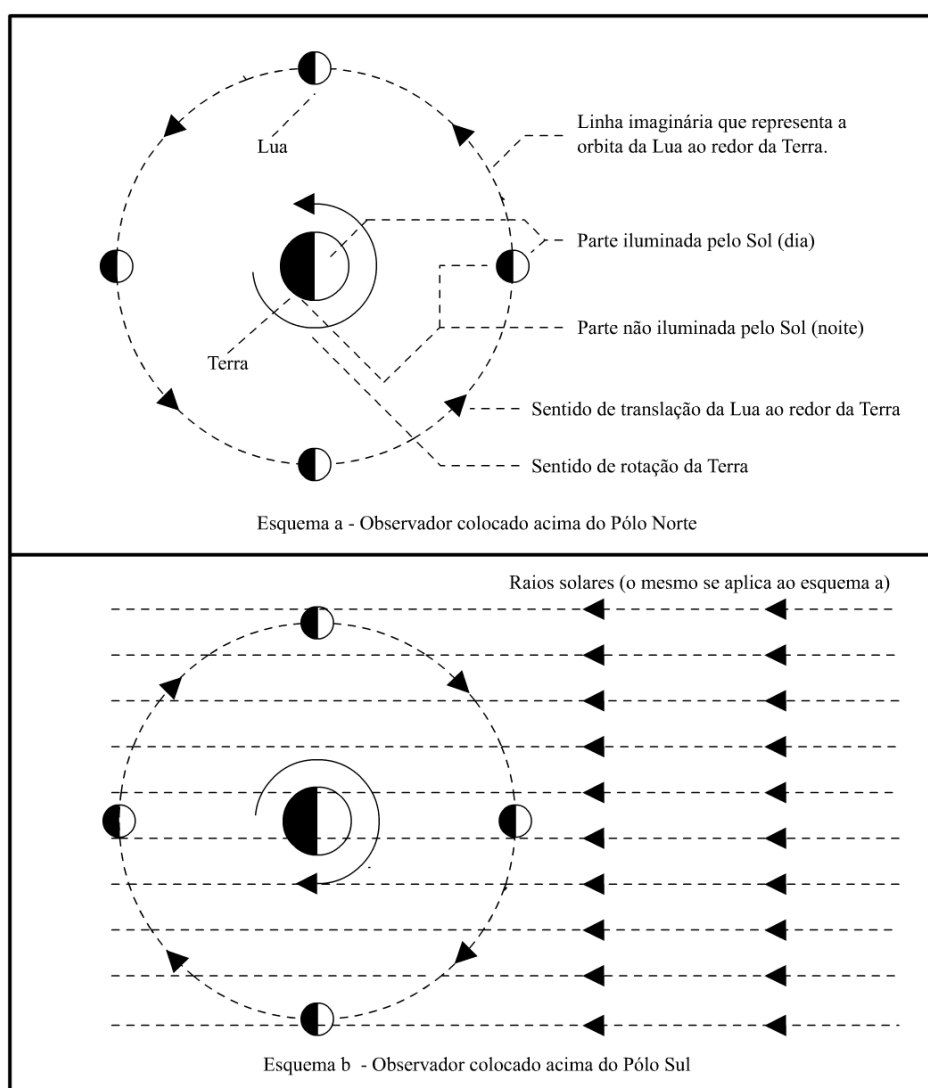


Figura 1 – Esquemas para o sistema Terra-Lua vistos de dois referenciais distintos

Observação: O diâmetro da Terra e da Lua utilizado na ilustração, bem como a distância entre estes corpos celestes, não condizem com a realidade (o mesmo se aplica aos demais esquemas apresentados neste trabalho).

O esquema acima mostra que a Lua também possui dias e noites, como a Terra.

O fenômeno de formação das fases da Lua ocorre devido à posição relativa dos astros do sistema Sol-Terra-Lua, conforme o esquema apresentado na figura 2:

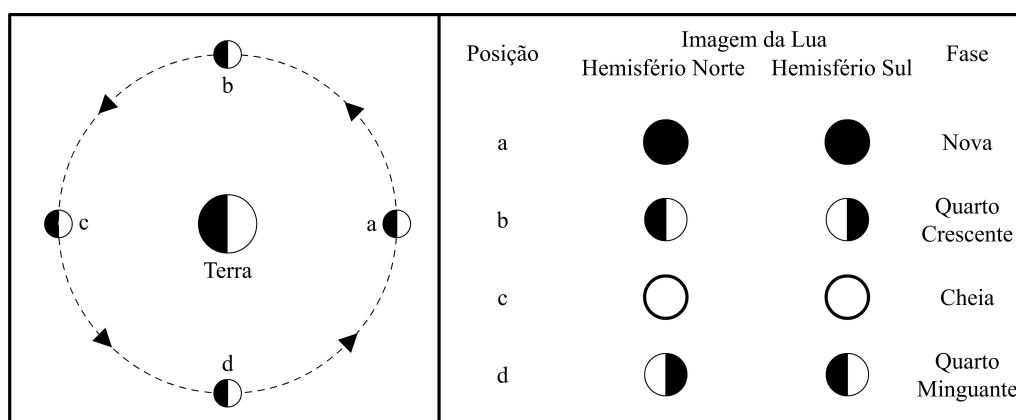


Figura 2. Esquema explicativo do fenômeno de formação das fases da Lua.

Na fase Nova (a), a parte da Lua iluminada pelo Sol não está visível para os observadores no planeta Terra. A claridade do dia atrapalha o observador em sua tentativa de observar a noite lunar.

Na fase crescente a Lua começa a sair da conjunção com o Sol (Lua Nova) e passa a ter a cada dia uma porção maior de sua parte iluminada visível aos observadores na Terra. No dia em que metade da parte iluminada está voltada para a Terra a fase se chama Quarto Crescente (b). Ela continuará em fase crescente até que todo o dia lunar seja visível na Terra (c), entrando assim em fase Cheia.

Depois da fase Cheia (c), com o passar dos dias, a parte da Lua iluminada pelo Sol diminui gradativamente se observada da Terra. Esta é a fase minguante (ou decrescente). Quando a face iluminada visível da Terra tiver se reduzido à metade, a fase se chama Quarto Minguante (d). A lua continuará em fase minguante até que toda a superfície iluminada pelo Sol não seja mais visível da Terra, entrando assim na fase Nova, completando o ciclo das fases lunares.

As imagens da Lua invertem-se de acordo com o hemisfério, pois enquanto as pessoas no hemisfério Sul olham para a Lua no sentido Pólo Sul – Equador, os habitantes do hemisfério Norte a observam no sentido Pólo Norte – Equador (é como se o observador de um hemisfério estivesse invertido em relação ao observador do outro hemisfério).

O período entre duas fases iguais e consecutivas é chamado de período sinódico (ou Luação) e demora aproximadamente 29,5 dias terrestres. Já o período sideral (ou mês sideral) é o intervalo de 27,32 dias terrestres que a Lua leva para dar uma volta completa ao redor da Terra.

O esquema explicativo das fases da Lua (Figura 2) pode instigar a seguinte dúvida: Se a Lua demora 27,32 dias para transladar ao redor da Terra então deveriam ocorrer dois eclipses por mês, um Lunar e um Solar. Para dirimir esta dúvida devemos observar o sistema Terra-Lua a partir de um referencial lateral, como ilustrado na figura 3:

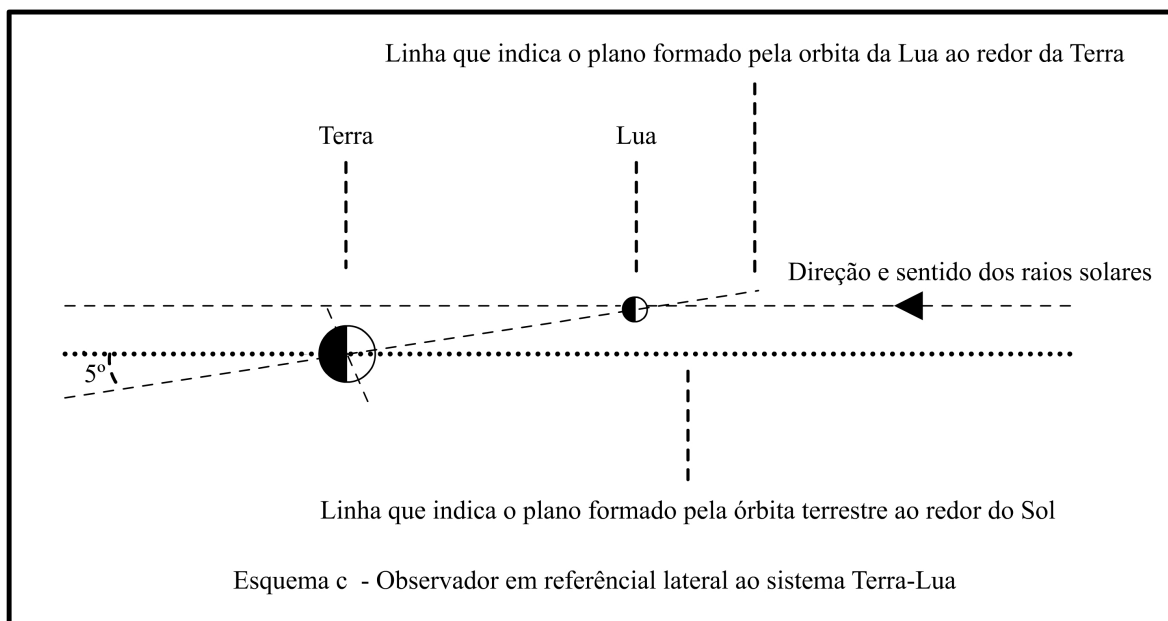


Figura 3. Esquema que representa a visão lateral do sistema Terra-Lua.

O plano que contém a órbita da Lua ao redor da Terra é aproximadamente 5° inclinado em relação ao plano que contém a órbita terrestre ao redor do Sol. É devida esta diferença que não ocorrem eclipses todos os meses. Eclipses Lunares ou Solares ocorrem apenas quando a Lua está atravessando o plano formado pela órbita Terrestre ao redor do Sol e ainda quando os três astros (Sol, Terra e Lua) estão alinhados.

Um estudo mais aprofundado sobre o fenômeno de formação das fases da Lua foi feito por SILVEIRA (2001), o qual também demonstra matematicamente as variações dos intervalos entre as fases principais da Lua.

1.2 Breve revisão literária que contempla algumas pesquisas para levantamento de concepções alternativas sobre o fenômeno de formação das fases da Lua

O intuito desta breve revisão literária não é o de esgotar todas as pesquisas desse caráter, e sim posicionar o leitor cronologicamente, além de constatar a crescente preocupação com o Ensino de Ciências Naturais.

BAXTER (1989), ao pesquisar as concepções alternativas de estudantes de faixa etária entre 9 e 16 anos encontrou inúmeras noções explicativas para o fenômeno de formação das fases da Lua, dentre elas: Nuvens cobrem parte da Lua; Planetas provocam sombra sobre a Lua; O Sol faz sombra sobre a Lua; O planeta Terra faz sombra sobre a Lua; As fases são explicadas através da visibilidade a partir da Terra. Dentre todas as respostas, a concepção mais comum que surgiu durante sua pesquisa é a de que a Terra faz sombra sobre a Lua, provocando assim as suas fases.

CAMINO (1995), ao entrevistar professores do Ensino primário constatou que certos modelos explicativos eram freqüentes, sendo que o Modelo 1 e o Modelo 2, descritos abaixo, foram os mais utilizados pelos docentes. Os modelos explicativos utilizados foram: Modelo 1 - A lua é parcialmente iluminada pelo Sol, e ao rotacionar a

Terra, varia sua posição, variando assim as partes iluminadas e não iluminadas de sua superfície; Modelo 2 – A sombra da Terra é projetada na Lua; Modelo 3 – O Reflexo do Sol na Terra interfere na iluminação da Lua, sendo que o afastamento e aproximação da Lua também contribuem para o fenômeno de formação das fases da Lua; Modelo 4 – A Lua descreve sua órbita ao redor do Sol, e as fases ocorrem porque o Sol eclipsa a Lua.

TRUMPER (2001), em um estudo quantitativo, consultou 378 estudantes entre 10 e 12 anos acerca de suas concepções alternativas sobre diversos temas em Astronomia. Ao perguntar aos estudantes sobre a formação das fases da Lua, constatou que cinquenta e três por cento (53%) deles acreditavam que o principal fator para o fenômeno é que “a lua gira em torno da terra”. Vinte e sete por cento (27%) dos entrevistados acreditavam que a sombra da Terra interfere no fenômeno. Outros dezessete por cento (17%) disseram que “o Sol faz sombra sobre a Lua”. Três por cento (3%) dos estudantes acreditavam que a lua tem uma face branca e a outra preta, e ao girar, essas faces trocam de posição.

BARNETT (2002) entrevistou 14 crianças para verificar e conflitar suas concepções alternativas sobre o fenômeno de formação das fases da lua e da formação dos eclipses lunares, para com isso, em uma segunda fase da pesquisa, refazer a entrevista e comparar se os conceitos apresentados pelos estudantes eram mais claros e mais condizentes a realidade que os apresentados durante a primeira fase da pesquisa. O autor também solicitou aos entrevistados desenhos que apoiassem suas respostas. Vários modelos explicativos surgiram durante a pesquisa, tais como encontrados por BAXTER (1989). O pesquisador pode constatar melhora nas concepções dos alunos durante a segunda fase de sua pesquisa.

LANGHI (2004), ao levantar as concepções alternativas de professores do Ensino Médio pôde constatar que alguns deles apresentam concepções não condizentes à realidade do fenômeno, tal como a sombra da Terra ser a responsável pela formação das fases da Lua, como detectado em professores primários por CAMINO (1995).

Podemos observar, através deste breve histórico, que a confusão entre os conceitos sobre o fenômeno de formação das Fases da Lua e os conceitos sobre o fenômeno de eclipses lunares são freqüentes em diversos níveis da educação formal, ou seja, a confusão é demonstrada por alunos do Ensino Fundamental e Médio e até mesmo por professores do Ensino Fundamental e Médio. Desde trabalhos como o de BAXTER (1989) até trabalhos como o de LANGHI (2004) nota-se a crescente preocupação com o Ensino de Ciências Naturais, nesse caso, a Astronomia.

1.3 Proposta da Pesquisa

Tendo em vista a breve revisão literária realizada, onde inúmeros modelos explicativos não condizentes com a realidade do fenômeno surgem, a proposta deste trabalho foi levantar as concepções alternativas de estudantes do Ensino Médio sobre a formação das Fases da Lua, buscando assim averiguar se os mesmos também apresentam concepções equivocadas, a fim de comparar com os resultados de pesquisas anteriormente realizadas.

Os alunos do Ensino Médio deveriam possuir a concepção correta do fenômeno da formação das fases lunares, conceito este que deve ser compreendido durante o terceiro ciclo do Ensino Fundamental, conforme solicita os Parâmetros Curriculares Nacionais (área: Ensino de Ciências), o qual deixa sugestões claras para se trabalhar tal conteúdo curricular:

“Uma primeira aproximação à compreensão das fases da Lua pode se realizar neste ciclo por meio de observações diretas durante um mês, em vários horários, com registro em tabela e interpretando observações. O primeiro referencial nesses estudos, assim como na construção de maquetes representando o Sol, a Lua e a Terra, é o lugar de onde o estudante observa a Lua, o que favorece o deslocamento imaginário posterior para uma referência a partir do Sol ou mesmo fora do Sistema Solar, por experimentos com luz e sombra.” (BRASIL, 1998. p. 63)

Essa pesquisa busca também viabilizar aos professores de ciências naturais do Ensino Fundamental subsídios para futuro desenvolvimento de novas abordagens no Ensino de Astronomia, principalmente no que tange o fenômeno de formação das fases da Lua, tornando com isso o aprendizado de seus alunos cada vez mais eficaz. A partir do momento que os professores conhecem as concepções alternativas de seus alunos previamente, podem desenvolver aulas que busquem desmistificar as concepções alternativas não condizentes a realidade e tornar as concepções condizentes a realidade mais plausíveis e inteligíveis aos seus estudantes.

Além desses motivos, é válido ampliar e atualizar cada vez mais a coletânea de trabalhos disponíveis desse caráter.

2. Metodologia

2.1. Coleta de dados

Para a coleta de dados, criou-se um questionário impresso, com as seguintes questões dissertativas:

- a) Explique, com suas palavras, como se formam as fases da Lua.
- b) Faça um desenho que esboce a sua resposta.

Tais questionários foram distribuídos a quarenta alunos do Ensino Médio em três escolas estaduais distintas na cidade de Bauru, SP. Foi informado aos alunos que eles contribuiriam mais com a pesquisa se respondessem às questões individualmente. Não ocorreram entrevistas com os alunos, ficando assim suas concepções alternativas anotadas unicamente nos questionários de papel.

2.2. Análise da amostragem

A média etária dos alunos que participaram da pesquisa era de 16:3 anos (16 anos e 3 meses), sendo o aluno mais novo de 14:7 e o mais velho de 18:1.

Pôde-se constatar a ocorrência de cinco concepções alternativas freqüentes:

- a) Desconhece: O aluno apenas cita o nome das quatro fases e desenha a face da Lua como vista em cada fase, não respondendo as razões pelas quais ocorrem as fases da Lua. A pesquisa busca uma concepção alternativa de como as fases da lua se formam, e não se os estudantes conhecem quais são as fases da Lua. Pode-se inferir também, para estes casos, que o aluno não compreendeu o solicitado pela questão **a**.
- b) Confusa: O aluno afirma que a sombra da Terra é responsável pelas fases da Lua, e confirma tal concepção alternativa através de seu desenho.
- c) Atribui a outros fatores: O aluno atribui ao fenômeno outros fatores (Ex: outro planeta do sistema solar interferindo nas fases da Lua).

Para que as explicações dos estudantes se enquadrassem nas concepções alternativas seguintes, esperou-se que o mesmo conhecesse os fatores responsáveis pelo fenômeno. Se o estudante citou apenas um fator (posição relativa dos astros do sistema Sol-Terra-Lua ou iluminação solar) sua concepção foi interpretada como incompleta. Se o estudante citou dois fatores (posição dos astros do sistema Terra-Lua e iluminação solar) sua concepção foi enquadrada como completa. Se o aluno não citou dois fatores, mas o seu desenho apresenta os dois fatores, sua explicação também foi interpretada como completa.

- a) Incompleta: O aluno cita um fator pertencente ao fenômeno de formação das fases da Lua, mas não demonstra conhecimento pelo outro fator através de palavras ou em seu desenho.
- b) Completa: O aluno cita dois fatores responsáveis pela formação das fases da Lua, mesmo não tendo confirmado sua resposta em desenho, ou então, o aluno cita um fator do fenômeno, mas completa a explicação de sua concepção em desenho.

A amostragem desta pesquisa foi toda classificada conforme as concepções alternativas acima.

Tais concepções alternativas também puderam ser constatadas por BARNETT (2002) e CAMINO (1995), com pouquíssimas diferenciações, o que talvez demonstre uma divisão natural de concepções, tanto no Brasil como em outros países.

Para manter o sigilo, os nomes dos estudantes foram reduzidos, ora para as iniciais de seu nome completo, ora para as três letras iniciais de seu nome (caso o mesmo não tenha informado o nome completo). Exemplos: João José da Silva (JJS), Karina (KAR).

2.3. Exemplos de algumas concepções alternativas encontradas durante a pesquisa:

Nos exemplos que seguem, pode-se constatar a sigla que representa cada indivíduo, sua idade (em anos e meses), sua resposta à questão **a** e o desenho que representa a sua concepção alternativa sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. Durante a exposição, são tecidos comentários pertinentes às análises realizadas.

2.3.1. Concepções alternativas do tipo a (Desconhece):

APT, 18:1:

Resposta: “Não sei”.

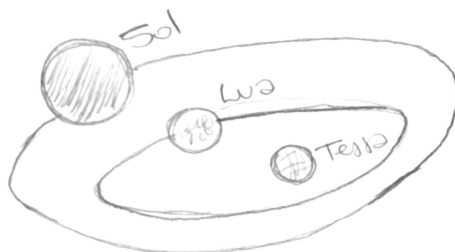


Figura 4. Desenho do aluno APT, de 18:1.

O aluno afirma desconhecer sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. Note que para ele o sistema Geocêntrico é o que melhor representa sua visão do sistema Sol-Terra-Lua.

LLC, 15:7:

“Ela demora um dia para dar a volta na Terra”.

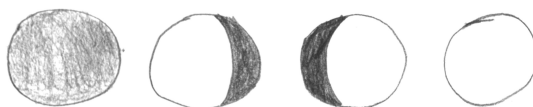


Figura 5. Desenho da aluna LLC, de 15:7.

Para a aluna LLC, o período de translação da Lua ao redor da Terra é de apenas um dia. Na verdade, a Lua demora 27,32 dias para completar uma volta completa ao redor da Terra. Podemos dizer que a aluna se coloca em um referencial geocêntrico fixo, pois para ela, o Sol também deve demorar um dia para transladar ao redor da Terra. Não está claro na explicação da estudante que ela entenda o fenômeno.

2.3.2. Concepções alternativas do tipo b (Confusa):

LAV, 17:5:

“É a posição que a luz do Sol sobre a Terra faz sombra na Lua”.



Figura 6. Desenho da aluna LAV, de 17:5.

SIL, 17:2:

“Através do movimento da Terra na qual sua sombra na Lua transforma suas faces”.

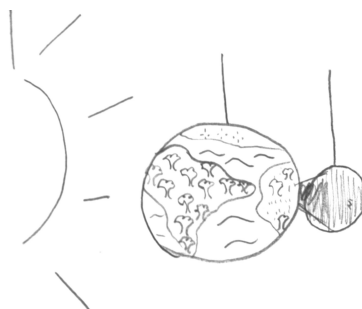


Figura 7. Desenho do aluna SIL, de 17:2.

É um desenho curioso o da aluna SIL. Podem ter ocorrido duas situações: Na primeira, a aluna satirizou o sistema Terra-Sol-Lua, pendurando os astros em fios ou cordas; Na segunda, a aluna pode realmente acreditar que as forças que mantêm os astros em suas órbitas são devidas a algo material, de fato.

ERV, 16:8:

“As fases da Lua mudam de acordo com o movimento da Terra e da própria Lua em relação ao Sol. O que vemos são apenas sombras que o Sol faz da Terra”.



Figura 8. Desenho da aluna ERV, de 16:8.

2.3.3. Concepções alternativas do tipo c (Atribui a outros fatores):

FMM, 17,8:

“Enquanto o Sol nasce, a Lua se põe, e enquanto a Lua nasce o Sol se põe”.



Figura 9. Desenho da aluna FMM, de 17:8.

Para a aluna FMM, nunca haverá ao mesmo tempo o Sol e a Lua no céu. No entanto, em alguns dias do mês, ambos os astros podem ser vistos, desde que não estejam em conjunção, ou seja, “quando a Lua está em conjunção com o Sol, tem-se, então, a Lua nova ... a Lua é invisível, nasce às seis horas da manhã e passa pelo meridiano ao meio dia” (MOURÃO, 2004).

BAP, 14:11:

“Eu acho que depende de onde os planetas estão porque dependendo do lugar onde ele estiver ele pode tampar a lua”.

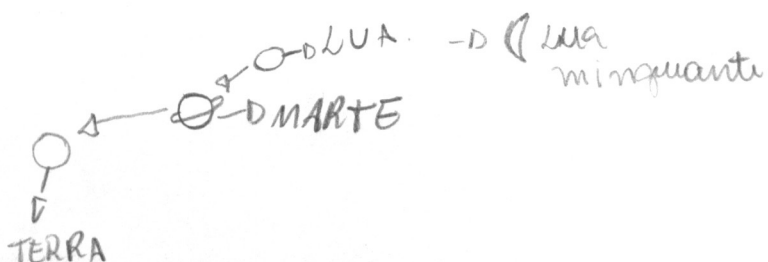


Figura 10. Desenho da aluna BAP, de 14:11.

A aluna BAP acredita que os planetas do sistema solar podem interferir nas fases da Lua, sendo que em seu desenho Marte eclipsa a Lua, tornando-a minguante.

2.3.4. Concepções Alternativas do tipo d (Incompleta):

VAD, 17:7:

“As fases da Lua se formam a partir da iluminação do Sol sobre a Lua”.

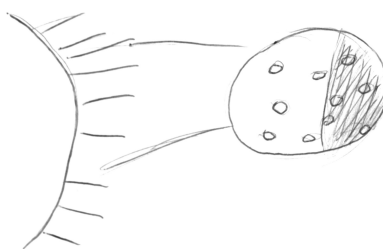


Figura 11. Desenho da aluna VAD, de 17:7.

A aluna deixa claro que a iluminação solar é fator importante no fenômeno e que existem dias e noites na Lua, no entanto não se pode inferir que ela conheça a dinâmica Sol-Terra-Lua, e por este motivo sua concepção alternativa foi enquadrada como incompleta.

WRS, 14:11:

“Conforme a Terra gira a Lua muda de fase. Crescente, cheia, minguante e nova”.



Figura 12. Desenho do aluno WRS, de 14:11.

Em sua resposta, o aluno WRS omite o movimento da Lua contribuindo para a formação das fases da Lua, mas em seu desenho deixa claro que a Lua varia sua posição ao redor da Terra. Porém, não podemos inferir que o aluno compreenda a importância da iluminação para o fenômeno, e por este motivo a concepção é considerada incompleta.

2.3.5. Concepções Alternativas do tipo e (Completa):

KEL, 16:1:

“Conforme o movimento que a Terra e a Lua fazem ao redor do Sol, formam as quatro fases da Lua: crescente, minguante, nova e cheia, e a cada sete dias, a Lua se desloca e assim, mudando as suas fases”.

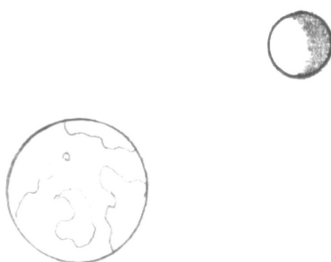


Figura 13. Desenho da aluna KEL, de 16:1.

A estudante KEL conhece a dinâmica Terra-Lua, afirma ainda que cada fase principal dura cerca de 7 dias, o que é uma aproximação aceitável a realidade. Além disso, deixa claro em seu desenho o fator da iluminação solar, ao sombrear uma face da Lua. A aluna apresenta uma concepção alternativa condizente com a realidade do fenômeno.

CSL, 17:1:

“Com o sistema solar; no momento em que a Terra gira ela tem o dia e a noite, e para a Lua também; pra os nossos olhos, ex: estamos aqui na Terra e vimos à noite a Lua cheia, ela está de frente para o Sol e em nossa visão, e na Lua crescente dá para apenas vê-la pela metade (sombra). O que se vê é a Luz do Sol”.

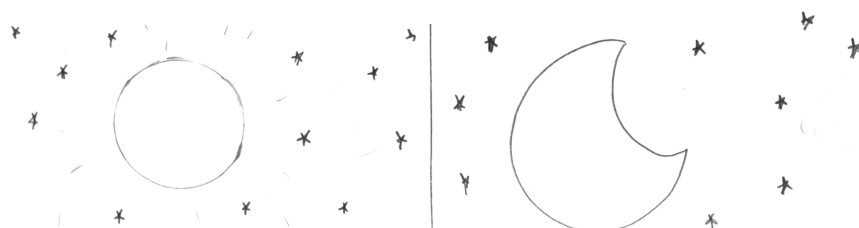


Figura 14. Desenho da aluna CSL, de 17:1.

3. Conclusões

A seguir são acumuladas as quantidades de concepções alternativas encontradas durante a pesquisa.

Concepções Alternativas do tipo a (Desconhece): 17 (42,5 %)

- Concepções Alternativas do tipo b (Confusa): 7 (17,5 %)
- Concepções Alternativas do tipo c (Atribui a outros fatores): 3 (7,5 %)
- Concepções Alternativas do tipo d (Incompleta): 5 (12,5 %)
- Concepções Alternativas do tipo e (Completa): 8 (20 %)

Uma expressiva quantidade dos questionados, quarenta e dois e meio por cento (42,5%), afirmaram que não sabiam como explicar o fenômeno.

Apenas vinte por cento (20%) dos alunos questionados explicaram o fenômeno da formação das fases da Lua de uma forma completa.

Outros doze e meio por cento (12,5%) dos alunos conhecem um fator, mas apenas um fator referente ao fenômeno não o explica. Se a Lua fosse iluminada pelo Sol, mas não transladasse ao redor da Terra, o fenômeno não ocorreria. O fenômeno também não ocorreria se a Lua apenas transladasse ao redor da Terra e não recebesse luz proveniente do Sol.

Dezessete e meio por cento (17,5%) dos questionados confundem os fenômenos de formação das fases da Lua com o fenômeno de formação de eclipses.

Tais resultados corroboram as pesquisas apresentadas durante breve histórico (seção 1.2 deste trabalho).

Constatou-se que alguns alunos têm mais facilidade em desenhar o fenômeno de que explicá-lo em palavras. O caso contrário também ocorre. O exemplo que trás a concepção da estudante KEL apresenta uma resposta bem completa, em palavras, mas seu desenho não seria capaz de explicar o fenômeno de formação das fases lunares se analisado separadamente da resposta escrita.

Outra informação que talvez possamos tirar desta análise é que ocorre, por parte dos alunos, a falta do hábito de observação da natureza. Neste caso, a falta do hábito de observar a Lua, as posições do Sol de acordo com o horário, até mesmo a possibilidade de ambos os astros estarem visíveis ao mesmo tempo (o que ocorre em alguns dias do mês). Deve-se então, por parte dos professores, um incentivo maior para que os alunos tomem uma postura mais observadora dos fenômenos naturais de nosso planeta.

Esse trabalho visou viabilizar aos professores subsídios para futuro desenvolvimento de novos métodos pedagógicos que levem os alunos do Ensino Básico a uma aprendizagem mais eficaz dos fenômenos astronômicos.

Métodos para o Ensino dos temas abordados vêm sendo desenvolvidos e devem ser difundidos pela comunidade educacional, tais como descritos por BARNETT (2002), que utiliza softwares e sistemas tridimensionais no Ensino de Astronomia. PEÑA (2001) descreve a importância do uso de imagens no Ensino de Astronomia. KRINER (2004) detalhada quais os principais pré-conceitos necessários aos alunos para que eles compreendam o fenômeno, analisando alguns destes pré-conceitos retirados de livros didáticos.

4. Referências

- BARNETT, M. MORREAN, J. Addressing children's alternative frameworks of the Moon's phases and eclipses, **International Journal of Science Education**, V. 24, N. 8, p. 859-879, 2002
- BAXTER, J. Childrens' understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, v.11, special issue, p.502-513, 1989.

- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – ciências naturais*. Brasília. MEC/SEMTEC. 1998.
- CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. **Enseñanza de las Ciencias**, v.13, n.1, p.81-96. 1995
- KRINER, A, Las fases de la Luna, ¿Cómo y cuándo enseñarlas?, *Ciência & Educação*, v.10, n.1, p.111-120, 2004
- LANGHI, R. Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004
- MOURÃO, R. R. F. **Manual do Astrônomo: Uma introdução à astronomia observacional e à construção de telescópios**, 6.ed., Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2004
- PEÑA, B. M.; QUILEZ, M. J. G. The importance of images in astronomy education. **International Journal of Science Education**, v.23, nº 11, p.1125-1135, 2001
- SILVEIRA, F. L. As Variações dos Intervalos de Tempo entre as Fases Principais da Lua. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.23, n. 3, Setembro, 2001.
- TRUMPER, R. A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. **International Journal of Science Education**, v.23, nº 11, p. 1111-1123, 2001.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo e CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - pelo apoio financeiro, aos colegas do Departamento de Física e ao Prof. Dr. Roberto Nardi do Departamento de Educação da Unesp – Bauru, pelas sugestões.