



---

# **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**

---

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

**n. 8, 2009**

**ISSN 1806-7573**

## ***REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA***

---

### Editores

Paulo Sergio Bretones (Dep. Met. Ens./Univ. Fed. São Carlos)  
Luiz Carlos Jafelice (Depto. Fís./Univ. Fed. Rio Grande do Norte)  
Jorge Horvath (Inst. Astr., Geof. e Ciênc. Atm./Univ. São Paulo)

Editor Técnico Responsável: Gustavo Rojas (ProGrad/Univ. Fed. São Carlos)

### 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: <http://www.relea.ufscar.br>

Bibliotecária: Rosemeire Zambini CRB 5018

Diagramação: Douglas Galante e Gustavo Rojas

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA /  
n.8 2009. 2009 [online].

Semestral

ISSN 1806-7573

1. Astronomia – Periódicos. 2. Educação

CDD: 520

## Editorial

O oitavo número da *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA) é o segundo do Ano Internacional da Astronomia. Pelo segundo ano consecutivo alcançamos nossa meta de regularizar a publicação de duas edições anuais.

Após vários anos de existência da RELEA, este objetivo foi atingido e está sendo mantido graças a um esforço de divulgação que temos empreendido, enquanto editores, por contato direto, participação em eventos e por email, nos níveis nacional e internacional.

Ainda assim, o número de submissões de artigos de autores de países da América Latina, em particular, continua pequeno. Reforçamos a solicitação de colaboração dos leitores em divulgar a Revista e submeter artigos para publicação. A RELEA está crescendo, assim como a penetração e a visibilidade na área dos artigos por ela aceitos.

Houve nova mudança – que esperamos ser a derradeira – do gerenciamento eletrônico da RELEA. Ele foi alocado para outro sítio e o novo endereço da RELEA é <[www.relea.ufscar.br](http://www.relea.ufscar.br)>.

Este é um endereço da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). A realocação do sítio da RELEA ocorreu, mais uma vez, por necessidades operacionais da Revista. O acolhimento do servidor daquela instituição ao sítio da Revista viabilizou a mudança. Os principais motivos desta são porque um dos Editores (PSB) agora é docente da UFSCar e o Dr. Gustavo Rojas, também docente desta instituição e atuante na área de astrofísica com interesse na área de educação em astronomia, foi incorporado como Editor Técnico Responsável. Ele já atuou neste número e deverá, de agora em diante, colocar a revista no ar e cuidar no novo *layout* da página.

É importante enfatizar, mais uma vez, que a mudança da instituição que acolhe o sítio da RELEA não significa nenhuma mudança no caráter de total independência da Revista em relação à atual ou a quaisquer outras instituições acadêmicas e/ou profissionais.

Aproveitamos para divulgar também o *Projeto CTS4: Astronomia – Guia Didático*, bilíngüe (espanhol/português), destinado a professores do ensino fundamental e médio, para a observação do equinócio. Ele foi publicado no Caderno 31 da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) – Ensino de Astronomia “Ação conjunta de observação do Equinócio de março”, organizado por Lisbeth Cordani, com a participação de professores e pesquisadores da Argentina, Brasil e Uruguai. Um dos objetivos gerais desse projeto é fortalecer os vínculos entre pesquisadores e docentes em Ensino da Astronomia nesses três países. A publicação do mesmo está disponível em <[http://www.sbpcnet.org.br/site/arquivos/arquivo\\_256.pdf](http://www.sbpcnet.org.br/site/arquivos/arquivo_256.pdf)>.

Neste número contamos com cinco trabalhos:

*Inclusão de Temas Astronômicos numa Abordagem Inovadora do Ensino Informal de Física para Estudantes do Ensino Médio*, de Aline Tiara Mota, Iracema Ariel de Moraes Bonomini e Ricardo Meloni Martins Rosado. Este artigo relata detalhes de planejamento, metodologia, materiais, avaliação e resultados de um curso de extensão para o Ensino Médio de ensino, realizado junto à Universidade Federal de Itajubá. Foram cobertos tópicos de várias áreas da Astronomia, desde a Astronomia de Posição até a Astrofísica Moderna. Os resultados permitiram a continuidade do projeto, com um segundo curso melhorado – cujas mudanças

também são comentadas no artigo – a partir das sugestões recebidas dos participantes da primeira experiência.

*A Prática de Pesquisa de um Professor do Ensino Fundamental Envolvendo Modelos Mentais de Fases da Lua e Eclipses*, de Glória Pessôa Queiroz, Carlos Jubitipan Borges de Sousa e Maria Auxiliadora Delgado Machado. Aqui, é discutido um trabalho coletivo que integrou professores de uma escola municipal no Rio de Janeiro em um grupo de pesquisa em ensino de Física da universidade. Esta prática permitiu a um professor de Ciências, co-autor do trabalho, incorporar a pesquisa na sua prática docente. Com isso, o artigo apresenta uma discussão sobre a construção da pedagogia desse professor e as mudanças ocorridas em suas aulas considerando os modelos mentais de seus alunos sobre temas de Astronomia.

*Evidenciando as Órbitas das Luas Galileanas Através da Astrofotografia*, de Gustavo Iachel. Trata-se de uma atividade de observação das luas Galileanas com o uso da astrofotografia amadora. Por meio da leitura de trechos da obra *Sidereus Nuncius* (Mensageiro Sideral), de Galileu, o artigo propõe uma metodologia para a observação de Júpiter e seus satélites naturais e, com o uso da astrofotografia, analisa as anotações de campo. Assim, podem ser comparadas as posições dessas luas nas imagens obtidas com o gráfico das posições relativas para evidenciar suas órbitas.

*Estudio del Horizonte Local*, de Rosa M. Ros. Este trabalho trata do estudo do horizonte como fundamental para que alunos possam fazer suas primeiras observações do céu na própria escola. A proposta é fotografar o horizonte (desde um lugar conveniente no colégio) e construir um modelo com eixo de rotação terrestre, meridiano celeste local e equador celeste, que permite ao aluno compreender o movimento diurno e anual do Sol e o movimento da esfera celeste. Além disso, também é proposta a construção de um relógio de Sol equatorial e, a partir dele, podem ser construídos outros modelos, horizontal e vertical.

*Practical Astronomical Activities During Daytime*, de Eric Jackson. Este texto apresenta atividades desenvolvidas em uma investigação feita na Nova Zelândia por um grupo de professores e astrônomos sobre alguns problemas do ensino da Astronomia numa abordagem construtivista. São atividades astronômicas diurnas, que podem ser realizadas enquanto a maioria dos alunos está na escola. Trabalhando de forma cooperativa, os alunos fizeram observações de suas sombras e relacionaram com os movimentos aparentes do Sol. Devido ao envolvimento pessoal nas atividades, os alunos se mostraram mais interessados em estudar o assunto.

Mais informações sobre a Revista e instruções para autores constam do endereço: <http://www.relea.ufscar.br>. Os artigos poderão ser redigidos em português, castelhano ou inglês.

Damos as boas vindas ao Dr. Gustavo Rojas à Equipe da RELEA. Agradecemos aos autores, aos árbitros e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, nos auxiliam na continuidade desta iniciativa e, em particular, na elaboração da presente edição.

Editores

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

## Editorial

The eighth number of the *Latin-American Journal of Astronomy Education (RELEA)* is the second of the International Astronomical Year. For the second consecutive year we achieved our goal of stabilizing the publication to two issues per year.

After a few years of existence of the RELEA, this goal has been achieved and maintained thanks to a divulgation effort started by the Editors, using direct contact, participation in events and email at once.

And yet, the number of submissions from Latin-American authors (particularly) is still small. We recall the need of collaboration from our readers to make the Journal known and submit papers for publication. The RELEA is growing, and with it the insertion and visibility in the area of the articles thereby published.

A further change – hoping to be the last one – in the electronic management of the RELEA has been made. The RELEA site was relocated and the new address is: <http://www.relea.ufscar.br>.

This is an URL address of the *Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)*. The relocation of the RELEA site happened again because of operational needs. The hosting at the UFSCar server allowed the change. Among the main reasons for this change we can mention that one of the Editors (PSB) is now a Professor of the UFSCar, and Dr. Gustavo Rojas, also a Professor at the same institution and an active astrophysicist with interest in Astronomy Education, was appointed as Technical Editor. He has already participated in the launching of the present issue and will be responsible for the future editions and the Page layout.

It is important to emphasize again that the change in the hosting Server does not imply any change for the independent character of the RELEA from that institution or any other academic/professional one.

We take this opportunity to call the attention to the *Projeto CTS4: Astronomia – Guia Didático*, a bilingual (spanish/portuguese) guide directed to the teachers of elementary, middle and high school to observe the equinox. It has been published in the *Caderno 31* of the *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) – Ensino de Astronomia* “Ação conjunta de observação do Equinócio de março”, coordinated by Lisbeth Cordani, with the collaboration of teachers and researchers from Argentina, Brazil and Uruguay. One of the general goals of this Project was precisely to tighten the bonds between researchers and teachers of these three countries. The full published text is available at [http://www.sbpnet.org.br/site/arquivos/arquivo\\_256.pdf](http://www.sbpnet.org.br/site/arquivos/arquivo_256.pdf).

In the present number we feature five articles:

*Inclusion of Astronomy Topics in an Innovative Approach of Informal Physics Teaching for High School Students*, by Aline Tiara Mota, Iracema Ariel de Moraes Bonomini and Ricardo Meloni Martins Rosado. This article reports the details of planning, methodology, materials, evaluation and results of one extra-mural course offered to high school students at the *Universidade Federal de Itajubá*. Topics from several astronomical branches were covered, from Fundamental Astronomy to Modern Astrophysics. The results

allowed to continue the Project in a second improved course – with changes discussed in the text – developed from the suggestions received in the first experience.

*The Practice of Research of a Basic Education Teacher Involving Mental Models of the Phases of the Moon and Eclipses*, by Glória Pessôa Queiroz, Carlos Jubitipan Borges de Sousa and Maria Auxiliadora Delgado Machado. Here a collective work, integrating teachers from a city school in Rio de Janeiro to a university group of research in Physics Education, is discussed. This practice allowed a Science teacher (co-author of the paper) to incorporate research in his teaching activity. The article discusses the construction of the pedagogical setup of that teacher and the changes that occurred in his classes considering the mental models of the students concerning astronomical phenomena.

*Proving the Orbits of the Galilean Moons through Astrophotography*, by Gustavo Iachel. This is about an observational activity of the Galilean moons using amateur astrophotography techniques. By means of excerpts of the book *Sidereus Nuncius* (Sidereal Messenger), by Galileo Galilei, the article suggests a methodology for the observation of Jupiter and its natural satellites, and with the use of astrophotography, to analyze the field notes. In this way, the positions of those moons in the images can be compared with the graphs of their relative positions to discover their orbits.

*Study of the Local Horizon*, by Rosa M. Ros. This work deals with the study of the horizon as a fundamental concept for students to make their first observations at school. The proposal is to photograph the horizon (from a convenient location at school) and then construct a model containing the rotation axis, local meridian and celestial equator that allows the students to understand the daily and annual motion of the Sun and the motion of the celestial sphere. In addition, the construction of an equatorial solar clock is suggested, and with it the further construction of other models (horizontal and vertical).

*Practical Astronomical Activities During Daytime*, by Eric Jackson. This text presents activities developed in an investigation performed in New Zealand by a group of teachers and astronomers about some problems in Astronomy Education within a constructivist approach. They consist of daily astronomical activities that can be made while most of the students are at school. Working in a cooperative fashion, the students made observations of their own shadows and related them to the apparent motion of the Sun. Because their personal engagement in these activities, the students showed more interest to study the subject.

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

We welcome Dr. Gustavo Rojas to the RELEA Editorial Team. Our acknowledgements to the authors, the referees, and all those who in some way helped us to continue with this project, and in particular with the preparation of this issue.

Editors

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

## Editorial

El octavo número de la *Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía* (RELEA) es el segundo del Año Astronómico Internacional. Por segundo año consecutivo alcanzamos la meta de regularizar la publicación en dos ediciones anuales.

Después de varios años de existencia de la RELEA, este objetivo fue alcanzado y está siendo mantenido gracias a un esfuerzo de divulgación que hemos emprendido, en carácter de editores, por contacto directo, participación en eventos y por email, en los niveles nacional e internacional.

A pesar de ello, el número de submisiones de artículos de autores de países de América Latina (en particular), continúa pequeño. Reforzamos la solicitud de colaboración de los lectores para divulgar la Revista y someter artículos para publicación. La RELEA está creciendo, así también su penetración y visibilidad en el área de los artículos publicados.

Hubo un nuevo cambio – que esperamos ser el último – en el gerenciamiento electrónico de la RELEA. La revista fue transferida para otro *site* y su nueva dirección es <<http://www.relea.ufscar.br>>.

Esta URL corresponde a la *Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)*. El cambio del *site* de la RELEA ocurrió, una vez más, por necesidades operacionales de la Revista. El alojamiento en el servidor de esa institución del *site* de la Revista viabilizó la mudanza. Entre los principales motivos del cambio están el hecho que uno de los Editores (PSB) es ahora docente de la UFSCar y el Dr. Gustavo Rojas, también docente de esta institución y activo en el área de astrofísica con interés en el área de educación en astronomía, fue incorporado como Editor Técnico Responsable. El Dr. Rojas ya participó en este número y deberá, de ahora en adelante, colocar la Revista al aire y cuidar del nuevo *layout* de la página.

Es importante enfatizar una vez más que la mudanza de institución que sirve como sede del *site* de la RELEA no implica ningún cambio en el carácter de total independencia de la Revista en relación a la actual o cualquier otra institución académica y/o profesional.

Aprovechamos para divulgar también el *Projeto CTS4: Astronomia – Guia Didático*, bilingüe (español/portugués), destinado a maestros de la escuela primaria y secundaria para la observación del equinoccio. Esta guía fue publicada en el *Caderno 31* de la *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) – Ensino de Astronomia “Ação conjunta de observação do Equinócio de março”*, organizado por Lisbeth Cordani, con la participación de maestros e investigadores de la Argentina, Brasil y Uruguay. Uno de los objetivos generales de ese proyecto es el de fortalecer los vínculos entre investigadores y docentes en Enseñanza de la Astronomía en los tres países. La publicación está disponible en <[http://www.sbpnet.org.br/site/arquivos/arquivo\\_256.pdf](http://www.sbpnet.org.br/site/arquivos/arquivo_256.pdf)>.

En este número contamos con cinco trabajos:

*Inclusión de Temas Astronómicos en un Abordaje Innovador de la Enseñanza Informal de Física para Estudiantes de la Escuela Secundaria*, de Aline Tiara Mota, Iracema Ariel de Moraes Bonomini y Ricardo Meloni Martins Rosado. Este artículo relata detalles de planeamiento, metodología, materiales, evaluación y resultados de un curso de extensión para la Escuela Secundaria, realizado en la *Universidade Federal de Itajubá*. Fueron cubiertos temas de varias áreas de la Astronomía, desde Astronomía de Posición hasta Astrofísica



Moderna. Los resultados permitieron la continuidad del proyecto, con un segundo curso mejorado – cuyos cambios también son comentados en el texto – a partir de las sugerencias recibidas de los participantes de la primera experiencia.

*La Práctica de Investigación de un Maestro de Educación Básica con el Uso de los Modelos Mentales de las Fases de la Luna y Eclipses*, de Glória Pessôa Queiroz, Carlos Jubitipan Borges de Sousa y Maria Auxiliadora Delgado Machado. Aquí se discute un trabajo colectivo que integró maestros de una escuela municipal en Rio de Janeiro en un grupo de investigación en enseñanza de la Física de la universidad. Esta práctica permitió a un maestro de Ciencias, coautor del trabajo, incorporar la investigación en su práctica docente. Con esto, el artículo presenta una discusión sobre la construcción de la pedagogía de ese maestro y los cambios ocurridos en sus clases considerando los modelos mentales de sus alumnos sobre temas de Astronomía.

*Comprobando las Órbitas de las Lunas Galileanas a Través de la Astrofotografía*, de Gustavo Iachel. Se trata de una actividad de observación de las lunas Galileanas con el uso de la astrofotografía aficionada. Por medio de la lectura de trechos de la obra *Sidereus Nuncius* (El Mensajero Sideral), de Galileo, el artículo propone una metodología para la observación de Júpiter y sus satélites naturales y, con el uso de la astrofotografía, analiza las anotaciones de campo. Así pueden ser comparadas las posiciones de esas lunas en las imágenes obtenidas con el gráfico de las posiciones relativas para determinar sus órbitas.

*Estudio del Horizonte Local*, de Rosa M. Ros. Este trabajo trata del estudio del horizonte como fundamental para que los alumnos puedan hacer sus primeras observaciones del cielo en la propia escuela. La propuesta consiste en fotografiar el horizonte (desde un lugar conveniente en el colegio) y construir un modelo que contenga el eje de rotación terrestre, meridiano celeste local y ecuador celeste, el cual permite al alumno comprender el movimiento diurno y anual del Sol y el movimiento de la esfera celeste. Además de eso, también se propone la construcción de un reloj de Sol ecuatorial, y a partir del mismo, pueden ser contruidos otros modelos, horizontal y vertical.

*Actividades Astronómicas Prácticas Diurnas*, de Eric Jackson. Este texto presenta las actividades desarrolladas en una investigación efectuada en Nueva Zelandia por un grupo de maestros y astrónomos sobre algunos problemas de la enseñanza de la Astronomía en un abordaje constructivista. Son actividades astronómicas diurnas, que pueden ser realizadas mientras la mayoría de los alumnos está en la escuela. Trabajando de forma cooperativa, los alumnos realizaron observaciones de sus sombras y las relacionaron con los movimientos aparentes del Sol. Debido a la participación personal en las actividades, los alumnos se mostraron más interesados en estudiar el asunto.

Más informaciones sobre la Revista e instrucciones para los autores están en el *site*: <http://www.relea.ufscar.br>. Los artículos podrán ser redactados en portugués, castellano o inglés.

Damos la bienvenida al Dr. Gustavo Rojas al Equipo de la RELEA. Agradecemos a los autores, a los árbitros y a todos aquellos que, directa o indirectamente, nos ayudan 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. INCLUSÃO DE TEMAS ASTRONÔMICOS NUMA ABORDAGEM INOVADORA DO ENSINO INFORMAL DE FÍSICA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

*Aline Tiara Mota / Iracema Ariel de Moraes Bonomini / Ricardo Meloni Martins Rosado* \_\_\_\_\_7

**2. A PRÁTICA DE PESQUISA DE UM PROFESSOR DO ENSINO FUNDAMENTAL ENVOLVENDO MODELOS MENTAIS DE FASES DA LUA E ECLIPSES**

*Glória Pessoa Queiroz / Carlos Jubitipan Borges de Sousa / Maria Auxiliadora Delgado Machado* \_\_\_\_\_19

**3. EVIDENCIANDO AS ÓRBITAS DAS LUAS GALILEANAS ATRAVÉS DA ASTROFOTOGRAFIA**

*Gustavo Iachel* \_\_\_\_\_37

**4. ESTUDO DO HORIZONTE LOCAL**

*Rosa M. Ros* \_\_\_\_\_51

**5. ATIVIDADES ASTRONÔMICAS PRÁTICAS DIURNAS**

*Eric Jackson* \_\_\_\_\_71

**CONTENTS**

**1. INCLUSION OF ASTRONOMY TOPICS IN AN INNOVATIVE APPROACH OF INFORMAL PHYSICS TEACHING FOR HIGH SCHOOL STUDENTS**

*Aline Tiara Mota / Iracema Ariel de Moraes Bonomini / Ricardo Meloni Martins Rosado* \_\_\_\_\_ 7

**2. THE PRACTICE OF RESEARCH OF A BASIC EDUCATION TEACHER INVOLVING MENTAL MODELS OF THE PHASES OF THE MOON AND ECLIPSES**

*Glória Pessoa Queiroz / Carlos Jubitipan Borges de Sousa / Maria Auxiliadora Delgado Machado* \_\_\_\_\_ 19

**3. PROVING THE ORBITS OF THE GALILEAN MOONS THROUGH ASTROPHOTOGRAPHY**

*Gustavo Iachel* \_\_\_\_\_ 37

**4. STUDY OF THE LOCAL HORIZON**

*Rosa M. Ros* \_\_\_\_\_ 51

**5. PRACTICAL ASTRONOMICAL ACTIVITIES DURING DAYTIME**

*Eric Jackson* \_\_\_\_\_ 71

**SUMARIO**

**1. INCLUSIÓN DE TEMAS ASTRONÓMICOS EN UN ABORDAJE INNOVADOR DE LA ENSEÑANZA INFORMAL DE FÍSICA PARA ESTUDIANTES DE LA ESCUELA SECUNDARIA**

*Aline Tiara Mota / Iracema Ariel de Moraes Bonomini / Ricardo Meloni Martins Rosado* \_\_\_\_\_ 7

**2. LA PRÁCTICA DE INVESTIGACIÓN DE UN MAESTRO DE EDUCACIÓN BÁSICA CON EL USO DE LOS MODELOS MENTALES DE LAS FASES DE LA LUNA Y ECLIPSES**

*Glória Pessôa Queiroz / Carlos Jubitipan Borges de Sousa / Maria Auxiliadora Delgado Machado* \_\_\_\_\_ 19

**3. COMPROBANDO LAS ÓRBITAS DE LAS LUNAS GALILEANAS A TRAVÉS DE LA ASTROFOTOGRAFÍA**

*Gustavo Iachel* \_\_\_\_\_ 37

**4. ESTUDIO DEL HORIZONTE LOCAL**

*Rosa M. Ros* \_\_\_\_\_ 51

**5. ACTIVIDADES ASTRONÓMICAS PRÁCTICAS DIURNAS**

*Eric Jackson* \_\_\_\_\_ 71

# INCLUSÃO DE TEMAS ASTRONÔMICOS NUMA ABORDAGEM INOVADORA DO ENSINO INFORMAL DE FÍSICA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

*Aline Tiara Mota<sup>1</sup>  
Iracema Ariel de Moraes Bonomini<sup>2</sup>  
Ricardo Meloni Martins Rosado<sup>3</sup>*

**Resumo:** Este artigo relata uma experiência em ensino de Astronomia realizada na Universidade Federal de Itajubá na forma de um curso de extensão voltado para alunos do Ensino Médio. Esta iniciativa surgiu da pouca atenção que se dá à Astronomia nesta etapa da Educação embora os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) apontem a importância de sua inclusão.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Ensino de Astronomia. Cursos de extensão. Ensino médio.

## INCLUSIÓN DE TEMAS ASTRONÓMICOS EN UNA ABORDAJE INNOVADORA DE LA ENSEÑANZA INFORMAL DE FÍSICA PARA ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

**Resumen:** Este artículo relata una experiencia en la enseñanza de la astronomía efectuada en la Universidad Federal de Itajubá en la forma de un curso de extensión orientado para los estudiantes del colegio secundario. Esta iniciativa surgió de constatar la poca atención dada a la Astronomía en esta etapa de la Educación formal brasileña, a pesar que los Parámetros Curriculares Nacionales (PCN y PCN+, en Brasil) destacan la importancia de su inclusión.

**Palabras clave:** Educación en Física. Educación en Astronomia. Cursos de extensión. Escuela.

## INCLUSION OF ASTRONOMY THEMES IN AN INNOVATIVE APPROACH OF INFORMAL PHYSICS TEACHING FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

**Abstract:** The current work reports on an experience on Astronomy education at the Federal University of Itajubá through an extra-curricular course offered for High School students. This initiative was motivated by the low attention paid to the Astronomy subjects at this stage of the Brazilian Formal Education, in spite that the National Curricular Parameters (PCN and PCN+, in Brazil) point out the importance of their inclusion.

**Keywords:** Physics teaching. Astronomy teaching. Extra-mural courses. High school

---

<sup>1</sup> Escola Estadual Dr. Genésio Cândido Pereira, São Bento do Sapucaí – SP. e-mail: <alinemota83@gmail.com>

<sup>2</sup> Mestrando em Matemática Aplicada, Programa de Pós-Graduação em Física e Matemática Aplicada, Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Itajubá - MG. e-mail: <irabonomini@yahoo.com.br>

<sup>3</sup> Escola Estadual Prof<sup>a</sup> Joceny Villela Curado, Jundiá – SP. e-mail: <ricardo.meloni@gmail.com>

## 1. Introdução

O curso de Física – Licenciatura, criado na instituição em 2002, teve por objetivo atender a demanda por professores qualificados na região sul do estado de Minas Gerais, assim como em todo o Brasil. Já o curso de Física – Bacharelado, criado no mesmo ano, teve por objetivo formar pesquisadores para atuar em diversas áreas, entre elas a Astrofísica. Os estudantes do Bacharelado e da Licenciatura podem ainda optar por cursar cinco disciplinas optativas que caracterizam a ênfase em Astrofísica na instituição. É no mesmo município de Itajubá que se localiza o Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA)<sup>1</sup>, um dos mais importantes laboratórios de pesquisa em Astrofísica do Brasil, onde alunos da Universidade realizam ou podem realizar trabalhos de iniciação científica.

O curso Astronomia: Uma Nova Visão da Física do Ensino Médio foi criado em junho de 2005 como um curso de extensão na Universidade Federal de Itajubá voltado para alunos do Ensino Médio (EM) das redes pública e particular do município de Itajubá – MG, fruto de uma iniciativa de estudantes de Física – Licenciatura e Bacharelado com o apoio de professores e coordenadores.

Por ser muito recente a criação dos cursos de Física – Licenciatura e Bacharelado na Universidade, o município de Itajubá ainda conta com uma grande carência de profissionais habilitados principalmente nas áreas de Física e Química, nas quais as aulas normalmente por professores de outras áreas. Ricardo e Zylbersztajn (2002) apontam em seu trabalho que, em um país no qual poucas escolas atendem às propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), esta realidade revela-se pertinente à maior parte dos municípios do Brasil.

Dentro deste contexto, a Astronomia apresentou ser uma interessante ferramenta de ensino. Primeiramente, devido ao seu grande poder de alcance para o ensino de Física, conforme apontado por Scarinci e Pacca (2006). Segundo, porque a utilização da Astronomia poderia oferecer novas opções para tornar o ensino da Física mais libertador e alinhado com a proposta dos PCN, que propõem um ensino de Física que desenvolva habilidades e competências.

Essa proposta classifica como indispensável a compreensão da natureza cosmológica, que favoreça ao jovem o conhecimento do seu “lugar” na história do Universo. Os PCN e os PCN+ (Parâmetros Curriculares complementares aos PCN) apontam para essa nova perspectiva, incentivando os alunos a compreenderem as hipóteses e os modelos, bem como as formas de investigação da evolução do Universo. Nesse horizonte, Universo, Terra e vida passam a ser um dos chamados temas estruturadores.

*“Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações freqüentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou do mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra (BRASIL, 2002)”*

---

<sup>1</sup> <<http://www.lna.br>>

Foi na tentativa de uma nova abordagem da física que se estruturou este curso de extensão. Estudar as estrelas e outros corpos existentes no Universo possibilita ao aluno do EM uma nova perspectiva quanto à disciplina de Física que lhe é apresentada tradicionalmente. Viajar pelo espaço e descobrir suas fronteiras não deve ser mais visto como um sonho impossível e sim uma real possibilidade de adquirir conhecimento.

## 2. A Estrutura do Curso

**2.1) A Ementa.** O curso de extensão foi estruturado para um semestre, possuindo 60 horas de aulas teóricas e 15 horas de atividades práticas. Para a primeira edição, ministrada de agosto a dezembro de 2005, elaborou-se uma ementa e um cronograma de aulas e atividades, tomando-se como base a história da Astronomia Ocidental. Como não se exigiu nenhum pré-requisito dos inscritos, além de ensino fundamental completo, o conteúdo da ementa teve os desafios de encaixar-se em um curso voltado para alunos de EM oriundos das redes pública e particular e de respeitar os diferentes níveis de escolaridade. Optou-se, portanto, por criar uma estrutura na qual os conceitos de Física necessários para a compreensão dos assuntos abordados fossem passados ao longo do curso, de forma que qualquer estudante de EM tivesse condições de acompanhar as aulas, independentemente do programa que sua escola seguisse.

A ementa do curso apresentada à Pró-Reitoria de Cultura e Extensão da Universidade Federal de Itajubá em junho de 2005 é apresentada a seguir:

- Astronomia grega: visão geocêntrica, visão heliocêntrica, movimentos celestes, conceitos básicos de astronomia. Comentários adicionais a respeito da astronomia de outros povos.
- Idade Média: permanência do modelo ptolomaico. Aprofundamento do modelo.
- Renascimento e Idade Moderna: modelo heliocêntrico de Copérnico. Observações de Tycho Brahe. Modelo heliocêntrico de Kepler e Leis de Kepler. Luneta de Galileu. Newton: Lei da Gravitação e Óptica. Huygens: Princípio de Huygens. (Conceitos de Mecânica e Óptica). Difração e poder de resolução de telescópios
- Idade Contemporânea: Kelvin: Cálculo da idade do Sol – conceitos de termodinâmica. Bessel: distâncias de estrelas determinadas pela paralaxe. Warren: fotografia na astronomia. Kirchhoff: Espectroscopia. Efeito Doppler. Leis do eletromagnetismo. Einstein: Relatividade Restrita, Relatividade Geral – observações em Sobral, buracos negros e precessão de Mercúrio. Evolução Estelar: processos de fusão, equilíbrio hidrostático (conceitos de física nuclear e hidrostática).

Sobre esta ementa, desenvolveram-se dois cronogramas: um de aulas teóricas e um de aulas práticas. O cronograma de aulas teóricas seguiu uma seqüência semelhante à usual do EM, com pequenas modificações:

- As primeiras aulas foram destinadas a conceitos de mecânica celeste de povos primitivos;
- Em seguida, abordar-se-ia a evolução desses conceitos até a Renascença;

- Terminada a parte de mecânica newtoniana, seria o momento oportuno para falar de óptica, aproveitando os conhecimentos passados sobre Galileu e Isaac Newton;
- Da óptica geométrica, partir-se-ia para a óptica física e toda a teoria de ondas eletromagnéticas;
- Para finalizar, a teoria eletromagnética naturalmente levaria a conceitos de termodinâmica, que logo levariam à Física Moderna.

O cronograma completo, desenvolvido para um curso de dezesseis semanas, é apresentado a seguir com cada linha correspondendo a uma semana (quatro horas) de aula:

- Linha do tempo: apresentação do curso e tópicos abordados a partir de uma linha cronológica. Astronomia dos povos antigos: visão geocêntrica e heliocêntrica. Comentários de outros povos.
- Aprofundamento do modelo ptolomaico. Epíclis. Modelo heliocêntrico de Copérnico. Observações de Tycho Brahe.
- Modelo de Kepler e Leis de Kepler.
- Leis de Newton e Gravitação.
- Luneta de Galileu. Telescópio Newtoniano. Introdução à óptica geométrica.
- Óptica geométrica. Conceitos que levariam à formulação da teoria ondulatória da luz.
- Óptica física. Efeito Doppler. Ondas eletromagnéticas. Espectro eletromagnético.
- Espectroscopia e equações de Maxwell.
- Introdução à termodinâmica. Discussão a respeito do conceito de energia.
- Cálculo da idade do Sol. Paralaxe. Fotografia na astronomia.
- Introdução à Relatividade. Relatividade Restrita e exemplificações.
- Relatividade Geral. Precessão de Mercúrio. Buracos Negros e Cosmologia.
- Conceitos de Física Nuclear e Hidrostática.
- Evolução estelar. Processos estelares.
- Técnicas observacionais em astrofísica de altas energias e em radioastronomia.
- Pesquisas atuais. O panorama da Astrofísica.

As aulas práticas seriam desenvolvidas em paralelo em um horário diferente do das aulas teóricas. A primeira edição do curso contou com apenas dois instrutores (sobre os quais comentar-se-á no próximo item): um deles ficou encarregado de ministrar todas as aulas práticas e seis semanas de aulas teóricas, enquanto o outro ficou com dez semanas de aulas teóricas. Desta forma, a carga horária total foi dividida igualmente. As atividades a serem desenvolvidas ao longo do curso nas aulas práticas são apresentadas a seguir:

- Movimento celeste: acompanhamento das estrelas na esfera celeste. Identificação de estrelas e constelações.
- Fases lunares: observar a variação do horário de nascimento da Lua e sua parte iluminada.
- Trajetória do Sol no decorrer do dia e sua variação ao longo do ano.



- Planetas: observar os planetas e seus movimentos.

A proximidade entre a Universidade e o Laboratório Nacional de Astrofísica permitiu que se firmasse uma parceria entre as duas instituições na qual o Laboratório forneceria palestras e um telescópio para uma eventual sessão de observação do céu noturno. Reservou-se, portanto, um horário à noite para as aulas práticas no qual poderia encaixar-se esta sessão de observação.

**2.2) Método de Avaliação dos Estudantes.** Desde o início da concepção do curso, julgou-se necessário fazer algum tipo de avaliação do desempenho dos estudantes, primeiramente porque esta seria uma forma de os instrutores obterem um retorno do seu trabalho e verificar se os alunos estavam conseguindo acompanhar o curso. Além disso, desejou-se desde a sua concepção que o curso oferecesse um certificado de conclusão reconhecido pela Universidade para os alunos que tivessem acompanhado o curso até o final com bom aproveitamento. A avaliação seria, portanto, uma forma de verificar se houve ou não o aproveitamento necessário para conferir ao aluno o certificado de conclusão.

No entanto, não pareceu muito razoável aplicar uma prova dissertativa, pois a quantidade de conceitos abordados era grande. Optou-se então por fazer uma avaliação de relatórios que seriam entregues pelos estudantes ao final de cada atividade experimental.

Os relatórios deveriam conter dados registrados pelos alunos e uma possível interpretação dos resultados obtidos. A partir da explicação oferecida pelos alunos, poder-se-ia avaliar se houve algum tipo de aprendizado dos conceitos trabalhados em sala de aula. É importante ressaltar que o que está sendo avaliado é a capacidade do aluno em sustentar um modelo científico através de seus dados, e não a veracidade absoluta do modelo apresentado.

**2.3) Os Instrutores do Curso.** Os professores na primeira edição do curso de extensão foram seus próprios idealizadores, um estudante de Física – Licenciatura e uma estudante de Física – Bacharelado. Os instrutores cursaram ambas disciplinas que caracterizam a ênfase em Astrofísica na Universidade, tais como Introdução à Astronomia, Técnicas Observacionais em Astrofísica e Astrofísica Estelar, e participaram de cursos de extensão em Astronomia e Astrofísica na Universidade de São Paulo (USP) e no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Para o estudante de Física – Licenciatura, o curso surgiu como uma oportunidade de estágio bastante interessante, pois exigiria o trabalho não só de lecionar, como também de criar uma ementa e um planejamento de aulas em cima desta ementa, atividades que dificilmente surgem em estágios para a Licenciatura.

Para a estudante de Física – Bacharelado com interesse na ênfase em Astrofísica, o curso pareceu ser interessante por exercitar uma prática didática, que não é obrigatória para o Bacharelado, mas é bastante interessante para quem um dia poderá estar lecionando em uma Universidade, além de exercitar os conceitos de Astrofísica aprendidos, o que muitas vezes leva a um maior aprendizado sobre o assunto.

Além dos estudantes que participaram como professores do curso, este também contou com palestras dadas por uma pesquisadora do Laboratório Nacional de Astrofísica e pelo coordenador dos cursos de Física (Licenciatura e Bacharelado), pesquisador em Astrofísica, sobre as suas áreas de atuação.

**2.4) O Material Didático.** Uma das questões que mais recebeu atenção no curso foi referente ao material de apoio a ser utilizado. A dificuldade se deu porque existem livros ou voltados para o Ensino Superior ou então para-didáticos muito elementares, mas pouco material sobre Astronomia direcionado ao Ensino Médio, como foi verificado por Monteiro *et al.* (2006). Uma pequena fração dos livros didáticos sobre Física do EM lhe dedica seus capítulos finais<sup>2</sup>, porém sem muita profundidade, o que dificulta a sua inclusão na ementa da escola. A internet e as revistas continuam sendo fontes de consulta importantes para o professor.

Um ponto importante a ser apresentado é que a maioria dos livros didáticos traz apenas pequenos comentários a respeito do momento histórico em que foi desenvolvida uma teoria, às vezes somente as datas em que elas ocorreram, como se o processo científico fosse algo que aparecesse do nada, fruto da inspiração de gênios com respostas prontas. Isso gera a impressão de que a ciência não pertence ao mundo “normal” no qual se vive, sugere algo que está muito distante da realidade. Os conceitos e equações são apresentados como produtos finais onde o trabalho e o raciocínio de quem os desenvolveu pouco importa.

Quanto a isso, pode-se citar um exemplo: a Revolução Copernicana. Em muitas aulas de astronomia aprende-se que os planetas giram em torno do Sol em órbitas circulares e que essa teoria ficou conhecida como “Heliocentrismo”. Pouco (ou quase nunca) se comenta sobre os motivos que levaram Copérnico a estudar tal questão. Pode-se afirmar que o resultado é privilegiado, em detrimento do processo. A divisão dos saberes (NEVES, 1998) contribui para que o aluno crie uma expectativa ruim quanto a seu aprendizado. Os dados que ele passa a obter não fazem sentido em sua vida, sendo processado apenas como informação. Aliado a este fato, onde somente o conteúdo está implicado, nota-se um empobrecimento da linguagem da ciência (NEVES, 1998).

Para esta primeira edição, a solução encontrada foi a de preparar uma apostila escrita pelos próprios instrutores com o material a ser abordado. Algumas referências bibliográficas (BOCZKO, 1984; OLIVEIRA FILHO E SARAIVA, 2003) foram consultadas para a preparação dessa apostila. O material do curso de extensão do INPE<sup>3</sup>, essencialmente voltado para a formação de professores do EM também foi utilizado tanto para a preparação das apostilas quanto para a escolha de algumas atividades complementares as quatro pré-selecionadas. Trabalhou-se com sucesso as atividades de identificação das cores das estrelas e de modelo de expansão do universo.

### 3. A Divulgação do Curso

O curso de extensão foi divulgado nas escolas públicas e privadas do município de Itajubá – MG através de cartazes e panfletos (folderes), que foram impressos na gráfica do Diretório Acadêmico da Universidade Federal de Itajubá. O serviço foi realizado a preço de custo desde que o nome do Diretório aparecesse nos cartazes. Os panfletos continham uma ficha de inscrição que deveria ser preenchida e entregue à Pró-Reitoria de Cultura e Extensão da Universidade. Algumas escolas autorizaram fazer a divulgação pessoalmente nas salas de aula. A maior parte das inscrições foi oriunda destas escolas. Abaixo é mostrado um modelo do cartaz utilizado na divulgação.

Foram abertas 50 vagas que eram preenchidas por ordem de chegada dos interessados. Pessoas que já haviam concluído o EM que tivessem interesse pela área,

<sup>2</sup> Uma boa abordagem pode ser encontrada em Gaspar (2000) ou em Máximo e Alvarenga (2000)

<sup>3</sup> Este material também está disponível em <<http://www.das.inpe.br/curso/ciaa/ciaa.php>>

inclusive universitários, também poderiam se inscrever. Não houve exame de seleção para a inscrição dos candidatos, de modo que os 50 primeiros inscritos tiveram a sua vaga garantida. A procura pelo curso foi muito grande, havendo a necessidade de recusar as inscrições feitas após o fechamento das 50 vagas. As aulas tiveram início no dia 9 de agosto de 2005.

**Astronomia:**  
uma nova visão da Física no Ensino Médio

**Inscrições:** 24/06 a 15/07

**Local:** Pro-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária - UNIFEI

**Taxa:** R\$ 15,00

**Tel:** 3629-1259

**E-mail:** curso\_astronomia@yahoo.com.br

*Está aberta a janela do céu!*  
Um convite aos alunos de **Ensino Médio** para aprenderem mais sobre **Astronomia** e fortalecer seus conceitos de **Física**.

Realização: [Logotipo Azul]

Apoio: [Logotipo Azul]

Patrocínio: [Logotipo Vermelho e Azul]

Figura 1: Cartaz utilizado na divulgação do curso.

#### 4. A Primeira Edição do Curso

4.1) *O Perfil dos Estudantes.* No início do curso, um questionário foi aplicado a todos os estudantes com as seguintes questões:

- Você gosta de Física? E de Matemática? Quais são as suas disciplinas prediletas?
- Você já teve contato com Astronomia em algum momento durante a escola? Em qual(is) disciplina(s)?
- Qual série você está cursando?
  - ( ) primeiro ano do ensino médio
  - ( ) segundo ano do ensino médio
  - ( ) terceiro ano do ensino médio
  - ( ) já concluí o ensino médio
- Em qual escola você estuda (ou estudou)? Esta escola é pública ou particular?

Dos 50, estudantes participantes da primeira edição do curso, 50% cursavam o EM em alguma escola particular, 40% em escola pública e 10% já o haviam concluído. Dentre os alunos que não o haviam concluído, 35% cursavam o primeiro ano, 42,5% o

segundo e 22,5% o terceiro. Nota-se, portanto, uma participação significativa de alunos de escola pública e particular concentrada nos dois primeiros anos.

A mesma pesquisa revelou que cerca de 40% dos estudantes não gostavam de Física nem de Matemática, embora possuíssem interesse em Astronomia. Isto revelou um grande desafio para seus instrutores: preparar aulas para um público extremamente heterogêneo que não possuía grande afinidade com ciências exatas.

**4.2) As Aulas.** O curso e seu público diversificado possibilitaram aos instrutores abordar a Física vista no EM de uma maneira diferente. Um exemplo disto foi a abordagem da óptica na Astronomia (5<sup>a</sup> à 7<sup>a</sup> semana no cronograma apresentado). Usualmente, esta temática é apresentada abordando a óptica geométrica independentemente da óptica física. Porém, como alguns estudantes já haviam estudado óptica geométrica no colégio, não seria muito criativo abordá-la no curso da mesma maneira. A solução encontrada foi abordar a luz emitida por uma estrela como uma onda eletromagnética e explicar os fenômenos associados às ondas eletromagnéticas (reflexão, refração, difração e polarização) do ponto de vista físico. Isto inclusive facilita a compreensão da óptica geométrica, pois assim a refração não fica restrita a uma mera aplicação de fórmulas, sem falar na possibilidade de abordar a difração e a polarização, que dificilmente são abordadas no EM.

No tópico “Mecânica Celeste” (1<sup>a</sup> à 4<sup>a</sup> semana do cronograma), a mudança foi mais radical, pois as atividades também faziam parte da ementa. Pedir para que os alunos imaginassem um modelo do universo, como proposto por Séré (2003) seria inviável porque todos os alunos já haviam tido contato pelo menos uma vez com a informação de que a terra gira em torno do Sol. Porém as observações foram úteis para questionar aos alunos: “quais eram os problemas dos modelos de Ptolomeu e Copérnico?” ou “o que nos leva a crer que a Terra gira em torno do Sol, e não o contrário?”. Para responder algumas destas perguntas, o software educativo *Winstars*<sup>4</sup> foi extremamente útil, pois possibilitou observar a trajetória de Marte e Júpiter descrevendo uma “laçada” no céu, o que requereria instrumentos muito precisos na prática e, no período em que o curso foi realizado, seria impossível.

Já na parte teórica da mecânica, foi possível apresentar as cônicas, as quais poucos alunos do curso conheciam, e apresentar a excentricidade das órbitas dos planetas do sistema solar, normalmente exageradas nos livros didáticos do ensino fundamental (fato também apontado por Scarinci e Pacca, 2006). As cônicas voltaram a ser discutidas na seção de óptica, quando se apresentou as propriedades dos espelhos elípticos, parabólicos e hiperbólicos.

Ao se abordar assuntos de Física Moderna, o de maior interesse foi o de Cosmologia e Evolução Estelar, com participação bastante significativa dos alunos. Nesta fase, ficou claro que eles possuíam certo acesso às informações de Astronomia, entretanto, não lhes parece clara tal informação. Isto também decorre de a mídia, cujo objetivo é divulgar os acontecimentos científicos não ser capaz de transmitir à população leiga a Física presente em uma notícia de forma correta e simples, conforme apontado por Custodio *et al.* (2006).

---

<sup>4</sup> Download disponível em <<http://www.winstars.net>> – este software é gratuito.

**4.3) Divulgação do Trabalho.** Durante a primeira edição do curso fez-se a primeira apresentação do projeto em um evento externo. Este evento foi o oitavo Encontro Nacional de Astronomia (ENAST), realizado nos dias 12 e 13 de novembro em Curitiba – PR. A apresentação do trabalho no evento foi a primeira oportunidade de divulgar o trabalho da Universidade Federal de Itajubá no ensino e divulgação da Astronomia para um público mais amplo, no qual estudantes e astrônomos de diversos estados estavam presentes.

Mas a principal divulgação do projeto deu-se em julho de 2006, na reunião da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), em Atibaia – SP, na qual pesquisadores em Ensino de Astronomia estavam presentes, inclusive estudantes de mestrado e doutorado na área de Ensino.

**4.4) Avaliação Final.** Preparar as aulas para um curso de extensão foi uma experiência bastante enriquecedora para os instrutores do curso. Diferentemente de trabalhar em um cursinho ou em uma escola particular que adote um material didático no qual as aulas venham pré-estabelecidas, os docentes tiveram que organizar as próprias aulas e decidir sobre o material didático a ser utilizado nelas. Esta foi uma experiência bastante interessante principalmente para alunos da Licenciatura e é um dos fatores que motivam a continuidade do projeto para que novos alunos possam atuar nele.

No decorrer do curso, dois questionários foram entregues: o primeiro no início, perguntando as expectativas dos alunos, e o segundo no término, pedindo sugestões, críticas e comentários. Através do primeiro, pôde-se perceber que a maioria dos alunos inscreveu-se movida pela curiosidade. Termos como “conhecer mais sobre astronomia”, “sou fascinado(a) pelas estrelas” e “aprender, aprender e aprender” foram recorrentes. Alguns alunos mais interessados pela Física apontaram o curso ainda como uma forma de confirmar seu gosto pelas Ciências Exatas e decidir sua carreira profissional.

O curso, em toda a sua extensão, buscou atender a estes objetivos, abordando tópicos de diversas áreas da Astronomia, desde a Astronomia de Posição até a Astrofísica Moderna. Poucas reclamações foram apontadas no final da primeira edição, a maioria delas com respeito à divulgação e o horário do curso. Surgiram algumas sugestões interessantes, que motivaram os instrutores a continuar o projeto, agregando mudanças importantes ao material e à abordagem. Um grande número deles queixou-se de que assuntos como buracos negros e evolução estelar deveriam ser tratados com mais calma, por serem mais interessantes, assim como a maioria também reclamou da excessiva “matematização” nas aulas de mecânica celeste.

Outra queixa que os alunos fizeram foi a de haver poucas experiências em sala de aula. Muitos argumentaram que as aulas práticas facilitavam a compreensão da teoria, como por exemplo, quando se levou um laser e uma rede para mostrar o fenômeno da difração. Vale a pena ressaltar que são poucas as escolas da região que contam com um laboratório de Física equipado, logo materiais mais simples como lentes e espelhos também teriam sido muito bem-vindos.

Tais comentários levaram a crer que a segunda edição deveria ser mais ilustrativa do que a primeira e que, mais importante do que apresentar uma grande quantidade de conceitos seria assegurar-se de que estes haviam sido bem compreendidos.

## 5. Conclusão

Criar um curso de extensão em uma universidade, é uma das principais missões de uma instituição de ensino superior: o tripé ensino – pesquisa – extensão.

Além destes aspectos, proporcionar uma prática de ensino diferenciada aos alunos da graduação é uma oportunidade de formação para os futuros profissionais da educação. Esta é uma oportunidade única, pois não só ministraram as aulas, como também planejaram, desenvolveram e divulgaram todo o projeto. Todo este processo contribui para o enriquecimento da formação do professor. Esta formação não termina com a conclusão do curso, pelo contrário, apenas começa. E desenvolver assuntos como a Astronomia (que não faz parte do conteúdo direto do EM) torna possível a discussão das diferentes formas de abordagem dentro da sala de aula, mostrando numa visão histórica a evolução de seus conceitos.

O ponto principal deste artigo é mostrar que a criação de projetos paralelos para o ensino de Física ou de qualquer outra matéria é possível, pois se constatou que, mesmo em um município do interior de Minas Gerais com menos de 100.000 habitantes, há alunos interessados em aprender Astronomia, como pode ser comprovado pelo total preenchimento das vagas do curso em suas duas primeiras edições. Espera-se que, com este artigo, pessoas no Brasil ou em outros países da América Latina se inspirem para criar projetos alternativos de ensino envolvendo a Astronomia ou algum outro tema que desperte a curiosidade da população.

## 6. Referências

BOCZKO, Roberto. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1ª edição, 1984.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. 144 p.

CUSTÓDIO, José Francisco; RICARDO, Elio Carlos. Divulgação Científica e Indústria Cultural: considerações acerca de uma semiformação. In: **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2001. Bauru: IV ENPEC, 2003.

DAMINELI NETO, Augusto. Estrelas. In: FRIAÇA *et al.* (org.) **Astronomia: Uma Visão Geral do Universo**. São Paulo: Edusp. 2003. Cap. 7. p. 139-164.

GASPAR, Alberto. **Física, vol. 1 – Mecânica**. São Paulo: Ática. 1ª edição. 2000. 384p.

MAGALHÃES, Antônio Mário. As Ferramentas do Astrônomo. In: FRIAÇA *et al.* (org.) **Astronomia: Uma Visão Geral do Universo**. São Paulo: Edusp. 2003. Cap. 2. p. 23-34.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz, **Curso de Física, vol. 1**. São Paulo: Scipione. 5ª edição. 2000. 392 p.

MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro; MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga; GASPAR, Alberto; FERREIRA, William José. Ensino de Astronomia: Influência do Livro Didático como Fonte de Consulta para os Professores. In: **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF**, 2006, Londrina. X EPEF. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2006.

NEVES, Marcos César Danhoni. A História da Ciência no Ensino de Física. **Revista Ciência e Educação**. Disponível em:

<<http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigo4/historiafisica.pdf>>. Acesso em 23/06/2006.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia & Astrofísica**. Porto Alegre: Livraria da Física, 2ª edição, 2003.

RICARDO, Elio Carlos; ZYLBERSZTAJN, Arden. O Ensino das Ciências no Nível Médio: Um Estudo Sobre as Dificuldades na Implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.19, n.3, p. 351-370, 2002.

SCARINCI, Anne Louise; PACCA, Jesuína Lopes de Almeida. Um Curso de Astronomia e as Pré-Concepções dos Alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.28, n.1, 89-99, 2006.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O Papel da Experimentação no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.

VILAS-BOAS, José Williams. Formação de Estrelas. In: MILONE *et al.* **Curso de Introdução à Astronomia e Astrofísica**. São José dos Campos: Gráfica do INPE. 2005. Fascículo separado. 18p.



# A PRÁTICA DE PESQUISA DE UM PROFESSOR DO ENSINO FUNDAMENTAL ENVOLVENDO MODELOS MENTAIS DE FASES DA LUA E ECLIPSES

*Glória Pessôa Queiroz<sup>1</sup>*  
*Carlos Jubitipan Borges de Sousa<sup>2</sup>*  
*Maria Auxiliadora Delgado Machado<sup>3</sup>*

**Resumo:** A inclusão do professor da escola básica no universo da pesquisa é questão controversa e em pleno debate no meio acadêmico. A oportunidade de trabalho coletivo que incorporou professores de uma escola municipal no Rio de Janeiro a um grupo de ensino de Física da universidade nos possibilitou vislumbrar a ressignificação da função de um professor de Ciências (co-autor deste trabalho) por ele próprio, agora passando a incluir a pesquisa sobre a construção de conhecimento pelos alunos em sua prática como docente. A formação de grupos interinstitucionais para o planejamento de ações e de pesquisas tem-se mostrado produtiva para um trabalho de construção de conhecimentos a fim de subsidiar processos educativos na escola, ao mesmo tempo em que a universidade enriquece seu acervo de experiências validadas criticamente, podendo considerar seus resultados na formação inicial e continuada de professores. A participação ativa do professor num grupo de pesquisa na universidade o levou à reflexão sobre caminhos didáticos possíveis de serem descritos, analisados e comunicados a outros professores. A construção de uma pedagogia própria, levando em conta os modelos mentais dos alunos sobre temas básicos de Astronomia, e as mudanças promovidas a partir das aulas dadas, trouxeram amplas conseqüências sobre a pedagogia adotada pelo professor. Hoje a prática desse professor incorpora uma nova visão de ciência e formas alternativas de dialogar com os alunos, elementos indispensáveis a um pesquisador em Educação em Ciências.

**Palavras-chave:** Professor pesquisador. Projetos político-pedagógicos. Parceria universidade-escola básica. Modelos mentais.

## LA PRÁCTICA DE INVESTIGACIÓN DE UN MAESTRO DE EDUCACIÓN BÁSICA CON EL USO DE LOS MODELOS MENTALES DE LAS FASES DE LA LUNA Y ECLIPSES

**Resumen:** La inclusión de los maestros de la escuela básica en el universo de la investigación es polémica y está en amplio debate en el mundo académico. La oportunidad de trabajo colectivo de los maestros de una escuela pública en Río de Janeiro con un grupo universitario de enseñanza de la física nos ha permitido vislumbrar la redefinición de la función de un maestro de ciencias (uno de los coautores de este documento) por él mismo, ahora para incluir la investigación sobre la construcción del conocimiento por los alumnos en su práctica como docente. La formación de grupos interinstitucionales para la planificación de la acción y la investigación ha resultado productiva para el trabajo de construcción de conocimiento de apoyo a los procesos educativos en la escuela, mientras que la universidad enriquece su colección de experiencias validadas, considerando los resultados de la educación inicial y continua de maestros. La participación activa del maestro en un grupo de investigación en la universidad lo llevó a reflexiones sobre los posibles caminos didáticos que pueden ser descritos, analizados y comunicados a los demás docentes. La construcción de una pedagogía propia, que tuvo en cuenta los modelos mentales de los estudiantes sobre los temas básicos de astronomía, y los cambios desarrollados a partir de las lecciones que enseñó, trajeron consecuencias de largo alcance sobre la pedagogía adoptada por el maestro, que ahora incorpora una nueva visión de la ciencia y formas

---

<sup>1</sup> Instituto de Física Armando Dias Tavares – UERJ e Programa de Pós-graduação em Educação – UFF, Rua Rocha Miranda, 865, 20530-450, Rio de Janeiro - RJ. email: <gloria@uerj.br>

<sup>2</sup> Escola Municipal Paraguai, SME, Praça Lautário, 10, Rio de Janeiro - RJ. email: <carlos.jubitipan@gmail.com>

<sup>3</sup> Programa de Pós-graduação em Educação – UFF, Rua dos Araújo, 109, casa 101, 20521-000, Rio de Janeiro – RJ. email: <dora.dm@gmail.com>

alternativas al diálogo con los estudiantes, los componentes esenciales para un investigador en Educación en Ciencias.

**Palabras clave:** Maestro investigador. Política educacional. Proyectos universidad-escuela básica. Modelos mentales.

## **THE PRACTICE OF RESEARCH OF A BASIC EDUCATION TEACHER INVOLVING MENTAL MODELS OF THE PHASES OF THE MOON AND ECLIPSES**

**Abstract:** The inclusion of basic education teachers in the survey domain is a controversial issue and fully debated in the academy. The opportunity for a collective work that incorporated school teachers from a public school to a university's group of physics teaching at university allowed us to glimpse the redefinition of the function of a science teacher (a coauthor of this paper) by himself, such that now he includes research on the knowledge construction by students in his teacher practice. The formation of inter-institutional groups for action planning and research in these areas has proved productive for the task of knowledge construction to support educational processes in school, while the university enriches its collection of experiences critically validated, and can consider the results in teachers initial and continued education. The active participation of the teacher in a research group at the university led him to reflect on the possible didactical ways to be described, analyzed and communicated to other teachers. The construction of a pedagogy that took into account the mental models of students on the basic topics of astronomy, and the changes developed resulting from the lessons taught, led to far-reaching consequences on the pedagogy adopted by the teacher, who incorporates now a new vision of science and alternative forms to dialogue with students, essential components for a researcher in Science Education.

**Keywords:** Teacher as a researcher. Educational policy projects. University-basic school partnership. Mental models..

### **1. Introdução**

A inclusão do professor da escola básica no universo da pesquisa é questão controvertida e em pleno debate no meio acadêmico. A formação de grupos para o planejamento de ações e de pesquisas nesses espaços tem-se mostrado produtiva para um trabalho de construção de conhecimentos a fim de subsidiar processos educativos na escola passíveis de acompanhamento por pesquisas de cunho acadêmico (QUEIROZ *et al.*, 2007, 2008 e 2009; QUEIROZ E MACHADO, 2008; VASCONCELLOS, 2008).

No que se refere à participação efetiva dos docentes das escolas, esses tem se firmado como agentes norteadores de processos de contextualização pedagógica relacionada a pesquisas referenciadas na área de Educação em Ciências. Apesar das dificuldades enfrentadas, encontramos entusiasmo com a educação e demanda por orientações de natureza teórica e instrumental, o que nos tem colocado em oportunidades de formação continuada de professores interessados em conhecer, adotar ou mesmo aprimorar projetos na área de ciências que vão além dos conteúdos específicos das disciplinas das ciências da natureza.

No entanto, entre os resultados das últimas pesquisas realizadas (QUEIROZ E MACHADO, 2009), destacamos algumas dificuldades em nossa interação com professores em serviço nas escolas, tornando-se explícita a crise pela qual passa o sistema educacional. Como reflexo, os professores tendem a se sentirem injustiçados e encontram algumas vezes no sentimento de desvalorização social, que revolta a alguns e deprime a outros, justificativas para o não envolvimento em atividades de pesquisa que demandem mais tempo e esforços e que podem colaborar no sentido de transformar as atitudes, suas e dos alunos.

Com a proposta de realização de um projeto pedagógico em conjunto com a universidade, levada a uma escola municipal, no âmbito de um programa de apoio ao ensino de ciências, alguns professores se identificaram com a possibilidade de participação, pois havia algum tempo que já procuravam introduzir novas práticas. Tais professores, no entanto, acreditavam que o desenvolvimento de tarefas que extrapolassem a simples metodologia de transmissão dos conteúdos tradicionais, possibilitado pelas idéias levadas pelo projeto, refletiria automaticamente em mudanças atitudinais dos alunos, tanto do ponto de vista individual quanto do coletivo da escola. Assim, esses professores se voltaram para a prática de construção de novos conhecimentos pedagógicos de conteúdos - CPC (SHULMAN, 1986 e 1987) que incluíam novas metodologias e modelos pedagógicos experimentais sem, entretanto, adotarem uma atitude de pesquisar e avaliar a própria prática, não chegando a analisar, por exemplo, as interações vivenciadas com seus alunos decorrentes das novidades introduzidas (LEMKE, 1997; MORTIMER E SCOTT, 2002).

O presente artigo descreve a participação do professor no grupo de pesquisa na universidade, do qual fazem parte os dois outros autores, e os caminhos didáticos por ele adotados, aqui descritos e analisados. A construção de uma pedagogia própria que levou em conta os modelos mentais de seus alunos sobre temas básicos de Astronomia, e as mudanças promovidas a partir das aulas dadas, trouxe amplas conseqüências sobre sua ação docente. Hoje a prática desse professor incorpora uma nova visão de ciência e formas alternativas de dialogar com os alunos, elementos indispensáveis a um pesquisador em Educação em Ciências.

A presente pesquisa relata o resultado de uma série de encontros entre formadores e licenciandos da universidade e um professor de Ciências de uma escola municipal, co-autor deste trabalho, englobando dificuldades, problemas e avanços vivenciados na ação docente junto a seus 30 alunos de 9º ano do ensino fundamental. O planejamento e desenvolvimento de um conjunto de aulas foram transformados por ele em um projeto de pesquisa para a obtenção de uma bolsa junto à instituição de fomento de pesquisa de nosso estado. Acompanhamos nos últimos meses o trabalho desse professor, identificando sua efetiva aproximação ao universo da investigação educacional acadêmica.

Neste trabalho mostramos como o conhecimento da teoria dos modelos mentais e a sua utilização na compreensão do processo vivenciado nas aulas marcou a construção de um saber docente capaz de envolver os alunos na aprendizagem de um tema novo para eles: fases e eclipses da Lua.

## **2. Referencial Teórico**

As investigações sobre a formação docente (TARDIF, 2002; SHULMAN, 1987) têm revelado a importância dos saberes docentes como elementos essenciais aos alicerces da docência como profissão, constituindo recursos necessários a serem mobilizados no agir competente do professor. Assim, compreende-se a importância de trazer à tona os processos de sua construção para o exercício do magistério.

O início das pesquisas sobre saber docente, sobretudo, aqueles intrínsecos aos saberes dos professores em ação, se confunde com o do movimento de profissionalização do ensino e da formação de professores, potencializado, particularmente, no final da década de 1980, nos Estados Unidos e Canadá, pela reforma da formação inicial dos professores da Educação Básica proposta nestes países. Tal

movimento impulsionou pesquisas não só em outros países anglo-saxões, como Austrália e Inglaterra, bem como no restante da Europa e em países latino-americanos, caracterizando um movimento mundial. Tais reformas tinham por objetivo a revisão da condição profissional para os educadores e apoiavam-se na premissa de que existe uma base de conhecimento – *Knowledge Base* – para o ensino, sendo ela definida como “o corpo de compreensões, conhecimentos, habilidades e disposições de que um professor necessita para atuar efetivamente numa dada situação de ensino”, (SHULMAN, 1986, p. 13).

A pesquisa em Educação em Ciências, área da pesquisa educacional voltada para o ensino-aprendizagem das disciplinas das ciências da natureza, tem ao longo das últimas décadas trazido vasta contribuição para o conhecimento pedagógico do conteúdo - CPC, um amálgama entre conteúdo e pedagogia, constituindo uma dimensão fundamental do conhecimento de base do professor dessas disciplinas. Nesse sentido, é muito valorizado na área o trabalho docente que considera as concepções alternativas (CARRASCOSA, 2005), pensamentos que divergem do que é aceito pela Ciência ensinada atualmente, podendo ser muito parecidas com as de alguma época histórica e que foram substituídos devido a uma série de motivos. Entre as razões para mudanças estão novas perguntas feitas pelos cientistas quando diante de novos contextos sociais e econômicos, ou anomalias às teorias existentes, com o surgimento de melhores idéias que resolveram problemas empíricos ou conceituais.

Algumas concepções alternativas (ANTONIOLI, 2009) estão relacionadas a modelos mentais, definidos como modelos pessoais, construídos pelos indivíduos e que podem se expressar através da ação, da fala, da escrita ou do desenho. “Modelos são representações de objetos, processos ou eventos que capturam estrutura, comportamento e relações funcionais significantes para compreender essas interações” (NERSSESIAN, 2007). Tais modelos são análogos estruturais do mundo, sendo construídos ao longo da vida. Isso faz com que as concepções alternativas a eles relacionadas sejam muito difíceis de mudar.

Pozo e Gomez Perez (1998) indicam que a busca pedagógica por mudanças ou desenvolvimentos conceituais procure levar os alunos a estabelecerem uma integração hierárquica dos conteúdos alternativos, representados pelos modelos mentais iniciais dos alunos, com os científicos ensinados na escola, próximos aos modelos consensuais, conceituais de grupos elaboradores de currículos ou de tradições de pesquisa científica. A modelagem qualitativa dos fenômenos tem sido adotada na área de educação em ciências como objetivo educacional, enfatizando-se a promoção nos alunos da competência em construir e modificar modelos mentais como base para a explicação de fenômenos de natureza científica (KRAPAS *et al.*, 1997).

Tais processos didáticos de integração, teórico-práticos e de metacognição, propiciam a interpretação pelos alunos de suas antigas concepções e modelos mentais à luz das novas idéias ensinadas, que incluem os modelos consensuais ensinados, sob o risco dos alunos permanecerem adeptos de concepções e modelos de senso comum.

A reflexão sobre as diferentes formas de produção de conhecimento científico, presente nos espaços de formação e de pesquisa acadêmica, tem-se mostrado tema muito frutífero para reflexões dos professores sobre as formas de lidar com os alunos, ampliando momentos de diálogo entre modelos dos alunos e modelos consensuais na ciência e a avaliarem seus alunos por diferentes formas de expressão do conhecimento construído durante os projetos escolares. Para Nerssessian (2007), é evidente a diferença entre as práticas usadas pelos cientistas na construção de novos conceitos e nas dos

estudantes aprendendo novos conceitos. Para a autora, se por um lado cientistas articulam aplicações teóricas e sofisticadas estratégias metacognitivas repensando todo o processo experienciado, pode-se estabelecer um paralelo entre as mudanças conceituais nos dois casos: a solução de problemas.

O reconhecimento do trabalho científico como produtor de modelos temporários que resolvem de forma aceitável problemas em determinados contextos, construídos a partir de um longo diálogo teórico-empírico entre diferentes modelos para a realidade, tem-se mostrado efetivo nas mudanças dos propósitos pedagógicos de professores que se envolvem em processos construtivistas de conhecimento junto a seus alunos. Nesse processo ocorre o afastamento das formas reprodutivas de transmissão de conhecimentos fechados, comuns aos professores que acreditam que modelos da Ciência são idênticos à realidade.

No que se refere especificamente ao ensino de Astronomia, Bretones (2006) investigou os movimentos de ações e concepções de participantes de um curso de Introdução à Astronomia para professores, focado no tema da observação do céu, à luz da racionalidade prática, do referencial do professor reflexivo e de modelos de tutoria. Nele, ao procurarem entender o mecanismo da formação de certos acontecimentos como eclipses, marés, estações do ano, dia e noite, fases da Lua, a importância de possuir modelos foi destacada pelos participantes e a utilização de modelos pedagógicos tridimensionais – maquetes - foi propiciada durante as aulas.

Ainda para Nersessian, 2007:

*“O ímpeto para um processo de solução de problemas pode surgir de muitas fontes: adquirindo nova informação, encontrando um fenômeno desafiador, ou percebendo uma inadequação nas formas correntes de compreensão (p. 2)”*.

### **3. Metodologia**

Nos encontros realizados no primeiro semestre de 2009, no âmbito do grupo de pesquisa em ensino de Física da universidade, o professor participou de discussões teóricas da área de ensino de ciências, apresentou seminários e relatou ações desenvolvidas na escola. Durante os encontros, licenciandos e formadores faziam anotações por escrito das idéias dos participantes dos encontros realizados e as aulas do professor foram vídeo-gravadas e fotografadas por ele próprio.

A chegada do professor ao grupo de pesquisa foi acompanhada de uma questão no sentido de responder a sua inquietação que, desde o ano anterior, era: *Que atividades podem ser planejadas numa prática docente de modo que os alunos passem de receptores passivos de informações a elementos ativos no processo de aprendizagem?*

Para acompanhar momentos de ação-reflexão-ação desse professor parceiro durante suas investidas na pesquisa e na ação, ele próprio registrou em vídeo suas aulas, apresentando durante os encontros iniciais na universidade sínteses dos principais diálogos ocorridos na escola ao levar em conta a teoria dos modelos mentais em suas aulas, focando no processo de modelagem por ele promovido. Durante os momentos de reflexão nos encontros seguintes, o professor declarou que suas novas atitudes de ensino, apoiadas na teoria dos modelos mentais, estavam transformando suas interações discursivas na sala de aula, pois, ao abrir maior espaço para os alunos expressarem suas idéias, registrou participação efetiva e interessada da grande maioria dos alunos.

A pedido do grupo de formadores-pesquisadores da universidade, o professor, co-autor desse trabalho, fez ainda, por escrito, uma reflexão sobre sua participação no grupo de pesquisa.

#### 4. O caminho do professor

Para responder a questão que o trouxe à pesquisa, o professor de Ciências elaborou para o ano de 2009 um projeto de Ensino de Astronomia, e o expôs aos colegas da escola no último encontro de 2008, convidando-os a participar. Na falta de adesão explícita de algum colega, ele mesmo deu início em 2009 a aulas de Astronomia básica, elaborando com os alunos maquetes do Sistema Solar.

Durante esse período inicial, a coordenação do grupo na universidade solicitou ao professor que elaborasse o seu projeto de pesquisa, partindo dele próprio a idéia de usar experimentos, porém com uma visão empirista-positivista: *“o melhor é criar situações (experimentos dando ênfase ao processo de medição e registro de dados que serão posteriormente analisados), onde o aluno buscaria nessas vivências anteriores elementos necessários que lhe permitissem formular conceitos”* (Professor de Ciências). Nesse momento, apesar dele relacionar currículo a experiências vivenciadas, mostrando-se atento a concepções educacionais atuais, ficou a dúvida de como ele imaginava que a criança pudesse aprender ciência, parecendo que apenas o trabalho com material concreto pudesse levá-la ao processo de formação de conceitos. Percebia-se no projeto inicial do Professor de Ciências não haver diferença entre plano de aula e planejamento de uma pesquisa sobre sua ação docente.

Mais adiante, mantendo seu apreço pelo trabalho com experimentos e maquetes, o professor encontrou sintonia com a teoria dos modelos mentais. Entre os artigos e livros lidos e discutidos nos encontros, entre eles Ibiapina, 2008 e Krapas *et al.*, 1997, se aprofundou no último, no qual as autoras apresentam uma revisão bibliográfica sobre o tema, mostrando diferenças encontradas entre modelos mentais, modelos consensuais e modelos pedagógicos<sup>4</sup>. A partir daí, por iniciativa própria reuniu e estudou outros autores, como Moreira (1996), Borges (1997), e Vosniadou (1994).

Em seus estudos aprofundou sua compreensão sobre modelos mentais, enraizando a idéia de Johnson-Laird (apud MOREIRA, 1996) de que as pessoas raciocinam com modelos mentais, sendo eles como blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinaados conforme necessário. Compreendeu que, como quaisquer outros modelos, eles representam o objeto ou uma situação em si, sendo a captura da essência dessa situação ou objeto (se parece analogicamente) uma das características mais importantes da estrutura dos modelos mentais. Por serem construídos pelo próprio indivíduo, os modelos mentais, em sua essência, não são precisos, são falhos, sendo responsáveis por muitas concepções alternativas à ciência, como, por exemplo, as que surgem trazendo dificuldade em dissertar sobre questões que envolvem a flutuação positiva, neutra ou negativa dos corpos ou a trajetória da bala de um canhão.

O professor concordou ainda com outros autores, como Borges (1997), para quem:

---

<sup>4</sup> Modelo mental: pessoal, construído pelo indivíduo e que pode se expressar através da ação, da fala, da escrita, do desenho; Modelo consensual: formalizado rigorosamente, compartilhado por grupos sociais; Modelo pedagógico: construído com o propósito de promover a educação.

*“a habilidade de um indivíduo em explicar e prever eventos e fenômenos que acontecem a sua volta evolui à medida que ele adquire modelos mentais mais sofisticados dos domínios envolvidos. Tais modelos evoluem com o desenvolvimento psicológico e com a instrução, num processo conhecido como mudança conceitual. (BORGES 1997, p.8).*

Ao apresentar seu projeto de pesquisa junto a seus alunos de uma turma de 9º ano, o professor indicou o contexto em que isso ocorreu:

*“Este trabalho se insere no Programa de Apoio ao Ensino de Ciências e Matemática das escolas públicas do Rio de Janeiro (Programa da FAPERJ), tendo sido realizado em interface com o projeto da escola em que atuo. Como o projeto político pedagógico da escola municipal para o ano de 2009 está baseado no ano internacional de Astronomia, meu trabalho procurou investigar sobre a possível existência de modelos mentais relativos aos fenômenos relacionados aos movimentos do sistema Terra-Lua, levando à formação das fases da Lua e dos eclipses. Analisa-se também como a intervenção do professor pode atuar nos modelos mentais dos alunos para redirecioná-los até se chegar a modelos consensuais”.*

A análise detalhada da estrutura, comportamento e mecanismo de funcionamento dos modelos mentais de seus alunos não estava prevista pelo projeto de pesquisa, mas sim usar esse referencial teórico para demonstrar que é possível, a partir do seu levantamento, efetuar uma mudança conceitual ou um desenvolvimento em direção aos conceitos e modelos capazes de responderem a questões colocadas como situações-problema para os estudantes.

Para se efetivar a pesquisa, o professor trabalhou com uma turma de 9º ano, pedindo aos alunos que fizessem representações com material concreto, placas e bolas de isopor, cartolina e tinta, construindo maquetes que representassem o movimento da Lua ao redor da Terra e desta em torno do Sol. As questões colocadas sobre o porquê das fases e do eclipse da Lua e do eclipse do Sol precisariam ser respondidas diante das maquetes tri-dimensionais construídas pelos alunos.

Sabendo que os alunos conheciam em linhas gerais que a Lua gira em torno da Terra e que a Terra, com a Lua ao seu redor, gira em torno do Sol, o professor tomou como ponto de partida esses elementos estruturais e comportamentais do modelo mental inicial dos alunos sobre os fenômenos a serem estudados. Planejou então suas aulas de modo a levantar o comportamento mais complexo que relaciona os planos das órbitas da Terra em torno do Sol com o da Lua em torno da Terra, entregando a cinco grupos, de seis alunos cada, uma placa de isopor representando o primeiro e quatro placas menores para representar a órbita da Lua em quatro posições diferentes, diametralmente opostas.

Ao dar início à unidade de Ensino sobre fases da Lua e eclipses, foi perguntado à turma por que a Lua aparece no céu com formas diferentes?

As respostas dos alunos foram:

Aluno 1: *a Lua cheia ocorre quando ela está toda iluminada pelo Sol.*

Não se pode afirmar com certeza se o aluno pretendeu mencionar que apenas a parte da Lua que está voltada para o Sol é a que está *“toda iluminada pelo Sol”* ou se em seu modelo mental apenas meia esfera está iluminada.

Aluno 2: *crescente é quando apenas uma parte da Lua aparece iluminada pelo Sol e a outra parte é tampada pela Terra.*



O aluno aqui explicitou uma concepção alternativa ao supor que a parte da Lua não iluminada fosse consequência da sombra da Terra, confundindo fase lunar com eclipse.

Aluno 3: *a Lua minguante ocorre quando apenas uma parte está iluminada pelo Sol.*

Faltou ao aluno acrescentar que esta parte iluminada era a que estava voltada para o Sol.

Aluno 4 : *nova é quando a Lua não está iluminada pelo Sol.*

O aluno aqui explicitou uma concepção alternativa ao não se dar conta que não é toda a Lua que não está iluminada, mas somente a parte voltada para a Terra.

As primeiras maquetes foram construídas e a partir delas o professor deu início ao processo de modelagem qualitativa dos fenômenos de fases da Lua e eclipses. Procurou levar os alunos a confrontarem suas concepções com o que era possível deduzir a partir das maquetes construídas e modificadas por eles diante das intervenções do professor e das sugestões dos participantes das discussões surgidas nas aulas.

As aulas descritas e analisadas a seguir obedeceram ao Cronograma de atividades seguinte:

1ª Semana: dias 03/06/2009 e 04/06/2009 - Tempo de duração: 150 minutos. Primeira montagem, maquete 1, Figura 1.

A turma foi dividida em cinco grupos, cada grupo devendo representar os fenômenos das fases da Lua e os eclipses por meio de um modelo tridimensional. Foram cortadas placas de isopor, na forma retangular e cartolina para simular os planos orbitais da Lua em diferentes posições, colados ao isopor, sendo usadas bolas de isopor para representar a Terra, Lua e o Sol

Todos os grupos fizeram maquetes similares ao modelo da Figura 1, representando a Terra em quatro posições em torno do Sol e a Lua em duas posições para cada posição da Terra. Foi proposto pelo professor e efetuado um debate sobre o que era possível ser observado.



Figura 1: Primeira maquete de um grupo da turma, análoga a dos demais grupos

Diante desta configuração, os alunos só puderam explicar as fases de quarto minguante e crescente, nas ocasiões em que a Lua se posicionava num eixo da órbita da

Lua em torno da Terra perpendicular ao alinhamento da Terra com o Sol, mas surgia o problema de se caracterizar as Luas nova e cheia, pois nestas posições o lugar da Lua coincidia com situações de eclipses, ora do Sol, ora da Lua.

Perguntou-se então aos alunos se haveria dois eclipses por mês, um solar e outro lunar? Os alunos apenas disseram que não, sem apresentarem nenhuma justificativa. Uma aluna declarou nunca ter visto um eclipse, o que tornou claro o papel do trabalho do professor: usar questões geradoras de modelos mentais mais complexos do que os que os alunos possuíam, para serem respondidas com o apoio e demonstrações em modelos pedagógicos *stricto sensu*.

2ª Semana: dias 17/06/2009 e 18/06/2009 - Tempo de duração: 150 minutos - Montagem dos modelos seguintes, maquete 2, Figura 2.

Foi reiniciado o debate sobre a questão das fases da Lua e dos eclipses, o que levou os alunos a modificarem a configuração inicial. Uma vez que já tinha sido trabalhado o conceito da propagação da luz em linha reta, formando diante de um corpo opaco uma região de sombra, perguntou-se como retirar a Lua dessa região no caso do alinhamento Sol, Terra, Lua que caracteriza o eclipse lunar? Mais adiante, perguntou-se como fazer deixar de existir um ponto de sombra na Terra quando do alinhamento Sol, Lua, Terra, com referência ao eclipse solar?

A seguir foi pedido que novos arranjos fossem tentados para resolver o problema. Surgiu então uma proposta de um aluno de levantar o plano que continha a Terra e a Lua presas a ele, com “a finalidade de a luz bater na Lua” (aluno autor da proposta).

Coube ao professor recolocar para toda a turma a sugestão do aluno de se efetuar uma inclinação no plano da órbita lunar onde estavam presentes a Terra e a Lua para que houvesse a incidência direta dos raios luminosos oriundos do Sol na superfície lunar, iluminando-a. Novas maquetes foram construídas, todas idênticas à mostrada na Figura 2.

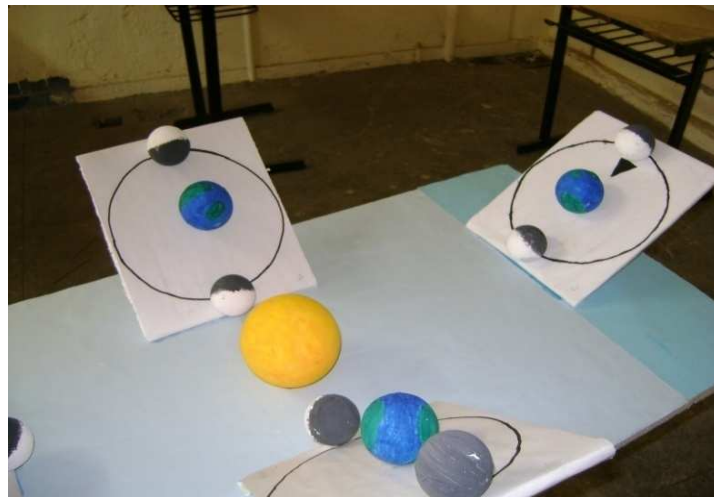


Figura 2: Maquete 2 de um grupo, inclinando o plano da órbita da Lua, sugerida por uma aluna e seguida por todos os grupos.

3ª Semana: dias 24/06/2009 e 25/06/2009 - Tempo de duração: 150 minutos - Montagem do último modelo, maquete 3, Figuras 3.

Ao observar os modelos construídos na aula anterior, o professor percebeu que o plano da órbita lunar aparecia inclinado e, além disso, o plano fazia um movimento giratório de 360 graus quando a órbita da Terra completava uma volta ao redor do Sol, ficando voltados um para a frente do outro, quando em posições diametralmente opostas. Nessa maquete, no ponto mais elevado da órbita da Lua ela era observada como Lua cheia e no seu ponto mais baixo como Lua nova. Surgia então um problema oposto ao da primeira montagem, não se verificando em nenhum caso o fenômeno dos eclipses, pois as montagens não possibilitavam nenhum alinhamento Terra-Lua-Sol. Houve necessidade de uma nova intervenção do professor: “*O que está errado nestas maquetes? Onde vocês observam os eclipses?*” Ao que os alunos responderam: *em nenhuma*.

Foi proposto então que os alunos tentassem variações, mantendo-se a inclinação do plano. Os alunos deram início a diferentes tentativas, até que surgiu de um dos grupos a maquete 3, mostrada na Figura 3.



Figura 3: Maquete 3, representando o movimento da Lua, mantendo constante a inclinação do plano da sua órbita em torno da Terra

Esta maquete é bem parecida com o modelo pedagógico sugerido no esquema abaixo, na qual é demonstrada a inclinação do plano da órbita lunar em relação ao da órbita da Terra ao redor do Sol.

Uma das alunas do grupo justificou para toda a turma a adequação da maquete 3 para possibilitar a visualização dos eclipses, afirmando que “*o eclipse ocorre sempre que a Lua fica alinhada com a Terra na sua órbita em relação ao Sol, sendo eclipse lunar na Lua Cheia e solar na Lua nova.*” A partir dessa “descoberta”, exemplificada pela aluna para a turma, os demais grupos começaram a seguir a sugestão da colega, reproduzindo a inclinação adotada, dando início à testagem das fases e dos eclipses da Lua, em um processo típico de modelagem qualitativa de um fenômeno em busca da solução de uma situação-problema (NERSSESIAN, 2007).

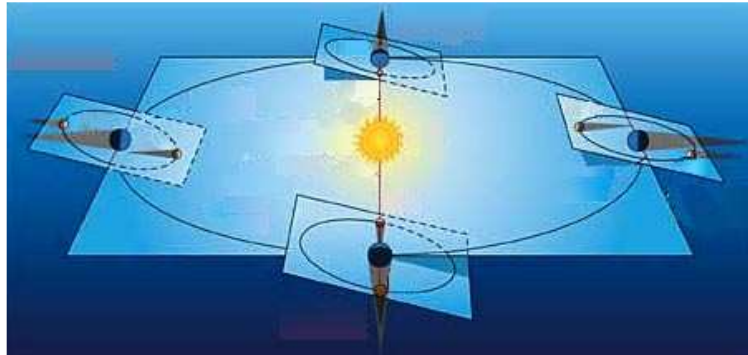


Figura 4: Esquema demonstrando a inclinação do plano da órbita lunar  
Fonte: <<http://astro.if.ufrgs.br/eclipse.htm>>.

Nessa etapa, o professor precisou intervir diante da dificuldade encontrada por alguns alunos, informando que os planos das órbitas eram hipotéticos. O fato do material usado não ser transparente impossibilitou a compreensão imediata de alguns alunos, uma vez que, por não conseguirem conceber a passagem da luz do Sol para a parte de baixo da maquete, colocavam os planos da órbita da Lua acima do plano da órbita da Terra em torno do Sol.

Depois de passar por todos os grupos, questionando sobre as posições da Lua nas diferentes fases, o professor percebeu, em dois deles, a tendência a voltar à maquete 2 e a decorrente impossibilidade de com ela simular o que era pedido, fases e eclipses na mesma maquete.

A partir do momento em que todos os grupos sentiram a avaliação positiva feita pelo professor ao grupo que sugeriu a maquete 3, os demais então a adotaram, passando a ter sucesso em encontrar as posições solicitadas das fases e dos eclipses, deslocando meio plano da órbita da Lua para a parte de baixo do plano da órbita da Terra.

Ao final, o professor fez uso da linguagem científica para acrescentar novas informações: “*Este ponto onde a órbita da Lua se encontra com o plano da órbita da Terra se chama nodo orbital. O nodo pode ser classificado como ascendente ou descendente de acordo com a direção que a lua cruza o plano. Ao contrário dos eclipses solares que são visíveis apenas em pequenas áreas da Terra, os eclipses lunares podem ser vistos em qualquer lugar da Terra em que seja noite no momento do eclipse*”.

De modo a detalhar o comportamento do modelo, foi colocada a seguir pelo professor a seguinte questão: *Reparem bem a diferença entre a maquete 2, onde há um erro de posicionamento em relação ao plano que contém a Terra e Lua, com a maquete 3. Como se comporta o deslocamento do plano que contém a órbita lunar que também contém a Terra ao redor do Sol?* Ao que, após várias discussões entre os alunos, uma aluna respondeu: *a diferença entre as maquetes é que, na última, o plano que continha a órbita lunar, juntamente com a Terra, tinha um movimento apontando sempre na mesma direção.*

De fato, durante o movimento de translação é possível observar que o plano que contém a Terra e a Lua se desloca mantendo-se sempre paralelo a si mesmo. O mesmo ocorre com a inclinação do eixo da Terra no movimento ao redor do Sol. Isso se dá pela

conservação do momento angular<sup>5</sup>, conceito que, no entanto, não é trabalhado nessa fase do ensino de ciências.

Nas discussões sobre a representação dos fenômenos estudados com a ajuda das maquetes feitas em aula pelos alunos, o fato do plano da órbita da Lua ficar sempre acima do plano da órbita da Terra em torno do Sol requer uma adequação, de modo a fazê-lo corresponder, com mais precisão, ao correto (Figura 4). Para tal, é necessário um corte no plano de base, fazendo com que a Lua passe ora acima, ora abaixo desse plano. Outra solução, encontrada posteriormente pelo professor, foi elevar o Sol, de modo a colocá-lo no plano da órbita da Terra ao seu redor (Figura 5), que assim deixa de ser o da placa de isopor maior.



Figura 5: Maquete 3, modificada pelo professor, ajustando a altura do Sol.

Segundo Vosniadou (1994), a mudança conceitual é uma modificação progressiva dos modelos mentais, que o aluno tem sobre o mundo físico, conseguida por meio de enriquecimento ou revisão. Enriquecimento envolve a adição de informações aos modelos existentes e revisão implica em mudanças nas crenças ou pressupostos individuais ou na estrutura relacional do modelo. Na situação aqui estudada, os modelos mentais dos alunos eram precários para poderem responder ao que foi solicitado pelo professor. As várias informações adquiridas, assim como as oportunidades de manipulação de modelos pedagógicos no ambiente social da sala de aula, tendo os fenômenos astronômicos em questão como ponto de chegada, tornaram possível a construção dos modelos mentais pelos alunos.

Uma vez que os modelos mentais dos alunos, em sua maioria, eram confusos e incompletos, podemos aqui falar do modelo pedagógico usado nesse experimento didático justamente como mediador do processo de ajustamento, do desenvolvimento de modelos mentais simples (mentais dos alunos) para modelos de mais alta complexidade no que se referem ao fato de possuírem um comportamento que relaciona as órbitas dos dois astros – Lua e Terra – e que deu conta da demonstração das fases da Lua e eclipses,

---

<sup>5</sup> Assim como o momento linear de uma partícula só varia quando sobre ela é aplicada uma força externa, o momento angular de um sistema de partículas só se altera na presença de torque externo. No caso da Lua, a força central gravitacional não produz torque, seu momento angular se conserva, e o plano de sua órbita se mantém.



se aproximando dos modelos consensuais/conceituais no campo do conhecimento em Astronomia abordado no curso de ciências na escola básica.

Vale ressaltar que, mesmo se o produto de um processo de modelagem é um objeto concreto, como um modelo do sistema solar simplificado (Terra, Lua e Sol), o que conta é a representação mental realizada e que pode levar os alunos a, em outros momentos, explicarem não só os fenômenos estudados como outros correlatos que envolvam a mesma base conceitual desenvolvida.

## 5. Reflexão do professor de Ciências

Realizar esse trabalho com os alunos, em paralelo a discussões com o grupo de pesquisa na universidade, levou o professor a expressar sentimentos de mudança, descritos e comentados abaixo:

*“Já faz algum tempo venho trabalhando com os alunos no sentido de buscar neles através de suas concepções alternativas uma ferramenta de trabalho para o entendimento dos conceitos dentro do curso de Ciências. Mas na verdade em que se baseavam essas concepções?”*

*“A proposta da existência de modelos mentais me deu uma idéia de como essas concepções poderiam se formar. O trabalho de pesquisa presente está voltado para a análise da construção do conhecimento através da intervenção pedagógica, com o objetivo de transformar um modelo mental em modelo consensual”.*

Neste trecho, percebe-se que o encontro do professor com a teoria dos modelos mentais deu a ele respostas sobre a origem das concepções alternativas de seus alunos. Nota-se, a seguir, sua opção pelo construtivismo, uma vez que, a partir do saber da sua experiência considera a participação ativa dos alunos indispensável, sendo a diversificação das metodologias que tem o diálogo na sua base essencial para obtê-la:

*“... o professor deve atuar como mediador, no sentido de fazer os conceitos (oriundos de modelos mentais) emergirem dos próprios alunos e explorá-los e redirecioná-los para novos conceitos (modelos consensuais), ao invés de simplesmente passá-los adiante já prontos, pois ele corre o risco de ver seu aluno, quando questionado sobre um dado assunto, dar uma resposta que, apesar de certa, ter sido respondida de forma aleatória, ou efetuar respostas tendo por base apenas algo memorizado, mas do qual ele nada entendeu ou não acredita. Além disso, ao diversificar os métodos de trabalho (aulas teóricas, trabalhos práticos em grupo, debates), permitindo o diálogo com o aluno, é possível torná-lo mais participativo, melhorar seu interesse e conseqüentemente seu desempenho.”*

No trecho a seguir de sua reflexão, o professor dá indícios da ressignificação de seu papel como docente, incluindo nele o pesquisador da sua própria prática:

*“Fazer uma pesquisa sobre seu próprio método de trabalho é interessante, uma vez que torna o professor mais atento aos detalhes, passível de reflexões para a avaliação dos pontos onde se está atingindo os objetivos propostos e onde está sendo falho, para reavaliações de procedimentos.”*

## 6. O ponto de vista dos formadores na universidade

Para o trabalho dos formadores de professores, o investimento em trabalhos de pesquisa no cotidiano das escolas mostrou-se mais uma vez fundamental no caso aqui

estudado, sendo, no entanto, a construção da cultura da “co-laboração” (FREIRE, 1987) dependente de um trabalho educativo continuado e prolongado.

Ao acompanhar os passos iniciais do professor na pesquisa, recorrendo à montagem de maquetes tri-dimensionais, gravando e analisando suas aulas e percebendo as mudanças pedagógicas mais amplas por ele vividas, os parceiros universitários dessa pesquisa puderam conhecer não apenas os modelos iniciais alternativos à ciência dos alunos e suas formas de aprendizagem diante dos desafios propostos pelo professor. Além disso, foi possível conhecer a reação dos alunos à estratégia de ensino adotada e o processo vivido pelo professor. Segundo esse professor, apesar de, para alguns de seus alunos, a nova metodologia causar estranheza, agitando-se com as mudanças durante as aulas, a maioria se mostrou mais motivada, perguntando em muitas oportunidades pela continuidade de aulas desse tipo diferenciado. Tal reação serviu de incentivo ao professor.

Em outro momento de interação com o professor, ficou claro também que essa sua postura de atenção ao que dizem os alunos não era nova para ele, tendo sido provocada na época em que atuou em uma turma do Projeto de Educação de Jovens e Adultos (PEJA):

*“Com o PEJA tive que fazer uma revolução diante da heterogeneidade dos alunos. Tive que me estruturar para entender porque os alunos não acompanhavam como os mais novos do ensino diurno. A partir dessa experiência eu vinha me modificando e vi na teoria dos modelos mentais um caminho fértil para trabalhar nessa mesma perspectiva.”*

Ao ser perguntado sobre o que pensa da didática que leva os alunos a explicitarem seus modelos mentais, representando-os nas maquetes e sendo levados a modificá-los, o professor declarou que: *“era isso que eu estava fazendo, eu estava interagindo com os alunos, procurando saber a idéia inicial sobre determinado fenômeno, pois eu queria mudar para o conhecimento aceito.”* Percebemos em suas palavras que esse professor reconhece o valor de possuir agora uma teoria para descrever o que já procurava fazer.

Foi interessante ainda perceber como o professor declarou ter havido mudança de sua visão da relação da Ciência com a realidade, mostrando a importância de metodologias construtivistas na discussão epistemológica, levando-o para além do ensino de conteúdos conceituais e alcançando os atitudinais em relação às formas de produção da Ciência (POZO e GOMEZ CRESPO, 1998):

*“Tive que fazer uma 'reciclagem' minha, para entender a realidade como um modelo consensual da ciência, aceitar a realidade como não real, definitivamente, e sim como um modelo. Com essa posição fica mais fácil se tornar mais flexível e entender certas colocações que o aluno faz. Até a ordem de calar a boca dada aos alunos, diante das possíveis besteiras ou erros dos alunos, mudou para querer ouvi-los.”*

O professor relatou em outro momento da interação na universidade sua preocupação com a motivação de toda a turma para seu melhor desempenho como professor:

*“Às vezes o início dos diálogos que acontecem nas aulas parece caótico, mas à medida que deixo eles falarem alguma coisa com sentido surge e a gente pode pegar o gancho para aproximar as idéias deles do que diz a Ciência. Por vezes, de início, o assunto que os alunos trazem não é o que você quer focar naquele momento, mas se você dá tempo para o aluno falar acaba surgindo a oportunidade de abordar o que*

*você deseja. Até a atenção da turma é chamada quando um colega fala e é ouvido pelo professor, apesar do professor se sentir desviado do planejamento traçado anteriormente. Mas, ouvindo o aluno, eu tenho conseguido encontrar interfaces e interessar os outros alunos.”*

O professor, com esse depoimento, deixou evidente seu reconhecimento sobre os benefícios sentidos por ele pela adoção de um enfoque construtivista embasado na Teoria dos Modelos Mentais. De fato, ao passar a considerar o papel dos modelos científicos de forma menos realista, o professor adotou pressupostos epistemológicos que mudaram sua forma de levar em conta a participação dos alunos em prol de uma aprendizagem subjacente a tal enfoque, que considera de grande importância o engajamento dos estudantes no processo educativo.

## **7. Considerações finais**

A conscientização de que aos professores em serviço na educação escolar, encarregados em especial da aprendizagem dos estudantes, é requerido que façam opções pedagógicas (LIBÂNEO e SANTOS, 2009), nos leva à clareza quanto aos objetivos adotados em nossas ações de formação na universidade e na escola. Entre eles destacamos a sintonia de metas com as dos docentes parceiros empenhados no desenvolvimento de estudantes de escolas inseridos em contextos socioculturais e institucionais concretos.

Partimos do pressuposto que, quando os professores ganham voz ativa num projeto de pesquisa, no qual ocorre desenvolvimento de saberes docentes, estão se preparando para ressignificar sua atuação, o que consiste em assumirem o compromisso profissional de compartilharem seus saberes, divulgando-os e aceitando submetê-los à crítica da comunidade educacional. Ao se reconhecer que os professores “*possuem a capacidade de racionalizar sua própria prática, de nomeá-la, de objetivá-la, em suma de definir suas razões para agir*” (TARDIF, 2002, p. 205), um repertório refletindo os saberes dos professores pode ter sua visibilidade ampliada quando eles se assumem como pesquisadores. Em função das condições precárias da profissão docente e apesar delas, parcerias universidade-escola podem contribuir na construção de atividades inovadoras para escolas reais por meio da inclusão dos seus professores em projetos de pesquisa interinstitucionais. Na parceria proposta por nossa universidade a uma escola de nosso município, paramos de fato de ver os professores como objetos de pesquisa, passando a considerá-los como sujeitos do conhecimento.

*“Fazer de aulas práticas não somente uma mera confirmação de uma proposição teórica sobre um determinado tema, mas fazer com que o aluno passe de um receptor passivo de informações para ser um elemento ativo no processo de aprendizagem através do registro, troca e relacionamento de informações, despertando o seu interesse e sua disposição para dar continuidade ao aprendizado”.*

Esse era o objetivo inicial do professor envolvido no processo de ação-reflexão-ação apresentado nesse artigo. Os passos dados por esse professor, que nos fizeram passar a reconhecê-lo como um professo-pesquisador, podem ser resumidos em:

- Inserir-se em um campo de pesquisa;
- Estudar alguns autores;
- Conhecer as linhas teóricas desse campo, optando por uma delas;
- Realizar de maneira autônoma busca bibliográfica mais extensa na linha teórica escolhida;



- Estabelecer relações entre a linha teórica escolhida e a prática a ser pesquisada;
- Definir uma pergunta de partida correlata;
- Redigir relatórios e participar da elaboração de artigos;
- Divulgar em encontros e seminários o trabalho realizado;
- Mostrar interesse em dar continuidade ao trabalho como pesquisador, aliado à atuação de professor.

A inserção no campo de pesquisa em Educação em Ciências foi propiciada no espaço de reflexão conjunta de professores da escola básica junto aos licenciandos e formadores na universidade, todos envolvidos em pesquisa, ensino e extensão. Com as leituras e discussões vivenciadas no grupo em busca de respostas a perguntas de pesquisa ocorreu, entre muitos desdobramentos, a aproximação desse professor ao universo da pesquisa acadêmica.

Destacamos, no artigo, a importância dada à apropriação feita pelo professor à teoria dos modelos mentais e a sua aplicação ao levantamento do conhecimento prévio dos alunos, explicitado durante a construção de maquetes representando o movimento relativo entre Sol, Terra e Lua. As mudanças nos modelos vivenciadas pelos alunos possibilitaram ao professor identificar nesse tipo de atividade na escola, *uma prática que levou os alunos a passarem de receptores passivos de informações a elementos ativos no processo de aprendizagem*. Trabalhar com a explicitação dos modelos mentais dos alunos, abrindo espaço para o debate entre eles e os modelos consensuais da ciência, foi a resposta encontrada pelo professor a sua pergunta de pesquisa.

A participação nesse projeto dos licenciandos nas diversas ações formativas junto a alunos da escola básica e aos seus professores, vivenciando possibilidades e limites das inovações propostas, gerou para os formadores na universidade ampliação de repertório de ações validadas na escola, passando seus resultados a ser considerados durante a formação inicial e continuada de professores.

## 8. Referências

ANTONIOLI, M. P. Origens das Concepções Alternativas em Óptica. **Monografia de Graduação**, UERJ, Rio de Janeiro, 2009.

BORGES, T. Um estudo de modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n3/borges.htm1997>>.

BRETONES, P. S. A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu. **Tese de doutorado**, Universidade Estadual de Campinas, Instituto De Geociências, Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra, Campinas, 2006.

CARRASCOSA, J. El problema de las Concepciones Alternativas en La Actualidad (Parte I). Analisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. **Revista Eureka sobre La Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v.2, n.2, p. 183-208, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**, 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

IBIAPINA, I. M. L. M. **Pesquisa Colaborativa – Investigação, Formação e Produção de Conhecimentos**. Brasília: Líber Livro, 2008.

KRAPAS, S. *et al.* Modelos: Uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.2, n3, Porto Alegre, 1997. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>>.

LEMKE, J. L. **Aprender a Hablar Ciencia – Lenguaje, aprendizaje y valores**. Temas de Educación Paidós, Madri: 1997.

LIBÂNEO, J.C., SANTOS, A (org) **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**, 2ª edição, Campinas, SP: Alínea Editora, 2009

MOREIRA, M.A., Modelos mentais. **Investigações e ensino de ciências** v.1,n. 3 , dez. 1996. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N3/moreira.htm>>.

MORTIMER, E., SCOTT, P. Atividade Discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino - **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7 - n.3, Porto Alegre, 2002. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>>.

NERSSESIAN, N. Mental Modeling in Conceptual Change. In Vosniadou, S. (org.) **Handbook of Conceptual Change**, Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum, 2007.

POZO, J. I., GÓMEZ-CRESPO. M. A. **Aprender y enseñar ciencias**. Madri: Morata, 1998

QUEIROZ, G. R. P. C.; MACHADO, M. A. D. A inclusão dos professores do ensino básico no universo da pesquisa. **Congresso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las Ciências**. Barcelona, 2009.

QUEIROZ, G.. R. P. C., DA ROCHA BERNARDO, J. R., ANTONIOLLI, P. M., ROSA, V. J. L. G., FERNANDES, H. S. Física na Cultura e na Pedagogia de Projetos In: **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória/ES. Atas do XVIII SNEF, 2009.

QUEIROZ, G.. R. P. C., MACHADO, M. A. D., BITTENCOURT, B. RODRIGUES, L., RAMALHO SILVA, L., CASTRO, G. Parceria Universidade-Escola e Emancipação Docente. In: **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória/ES Atas do XVIII SNEF , 2009.

QUEIROZ, G.. R. P. C., MACHADO, M. A. D., SANTIAGO, R. B. - Registros da Ciência e da Tecnologia na Formação da Diversidade Cultural Brasileira. In: **Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física**, 2008, Rosario, Argentina. Memorias do Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física. Rosario: FCEIA, 2008.

QUEIROZ, G.. R. P. C., MACHADO, M. A. D. Formação da Diversidade Cultural Brasileira. In: **19ª UERJ sem Muros**, 2007, Rio de Janeiro. CD ROM da 18ª UERJ sem muros. Rio de Janeiro, 2008.

QUEIROZ, G.. R. P. C., MACHADO, M. A. D., BARBOSA-LIMA, M. C., SANTIAGO, R. B. Weaving ties on the earth and beyond. In: **ICPE2007 Conference: Building Careers with Physics**, Marrakech - Morocco. Anais da conferência ICPE2007. Marrakech, v. único. p. 250, 2007.

SHULMAN, L. Those Who Understand: knowledge growth in teaching. **Harvard Educational Review**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. Knowledge and Teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p.1-22, 1987.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

VASCONCELLOS, M. M. N. **Educação Ambiental na Colaboração entre Museus e Escolas: limites, tensionamentos e possibilidades para a realização de um projeto político pedagógico emancipatório**. Tese (Educação) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

VOSNIADOU, S. Capturando e Modelando os Processos de Mudança Conceitual. **Learning and Instruction** v. 4, p.45-69. Disponível em: <[http://www.geocities.com/modelos\\_mentais/menus.htm](http://www.geocities.com/modelos_mentais/menus.htm)>.

## EVIDENCIANDO AS ÓRBITAS DAS LUAS GALILEANAS ATRAVÉS DA ASTROFOTOGRAFIA

*Gustavo Iachel*<sup>1</sup>

**Resumo:** Uma atividade relacionada à observação das luas Galileanas e à astrofotografia amadora é apresentada neste trabalho. Através da leitura de trechos da obra *Sidereus Nuncius* (Mensageiro Sideral), de Galileu, é possível traçar uma metodologia para a observação do planeta e de seus satélites naturais e, com o auxílio da astrofotografia, analisar as anotações de campo. Além disso, é possível comparar as imagens obtidas com o gráfico das posições relativas destas luas para evidenciar suas órbitas. Essa atividade pode ser realizada por professores, estudantes e astrônomos amadores, de forma a desenvolverem suas capacidades de observar fenômenos astronômicos.

**Palavras-chave:** Ensino de Astronomia. Instrumentação astronômica. Astrofotografia. Júpiter.

## COMPROBANDO LAS ÓRBITAS DE LAS LUNAS GALILEANAS A TRAVÉS DE LA ASTROFOTOGRAFÍA

**Resumen:** Se presenta en este trabajo una actividad relacionada a la observación de las lunas Galileanas y a la astrofotografía amateur. A través de la lectura de tramos de la obra *Sidereus Nuncius* (El Mensajero Sideral) de Galileo, es posible trazar una metodología para la observación del planeta y de sus satélites naturales y, con el auxilio de la astrofotografía, analizar las anotaciones de campo. Además, es posible comparar las imágenes obtenidas con el gráfico de las posiciones relativas de estas lunas para comprobar sus órbitas. Esa actividad puede ser realizada por maestros, estudiantes y astrónomos amateurs, de forma a desarrollar sus capacidades de observación de los fenómenos astronómicos.

**Palabras clave:** Enseñanza de la Astronomía. Instrumentación Astronómica. Astrofotografía. Júpiter.

## PROVING THE ORBITS OF THE GALILEAN MOONS THROUGH ASTROPHOTOGRAPHY

**Abstract:** An activity related to the observation of the Galilean moons and to amateur astrophotography is presented in this work. Through the reading of excerpts of the book *Sidereus Nuncius* (Sidereal Messenger), by Galileo, it is possible to trace a methodology to observe the planet and its natural satellites and, with the aid of the astrophotography, to analyze the field recordings. Moreover, it is possible to compare the images obtained after plotting the relative positions of these moons to prove their orbits. This activity can be conducted by teachers, students and amateur astronomers, in order to develop their capabilities of observation of astronomical phenomena.

**Keywords:** Astronomy teaching. Astronomical instrumentation. Astrophotography. Jupiter.

---

<sup>1</sup> UNESP – Observatório Didático Astronômico “Lionel José Andriatto”, Av. Carlos Sandrin, s/n (IPMET) - Bauru – SP, e-mail: iachel@fc.unesp.br

## 1. Introdução

Em Março de 1610, Galileu Galilei (1564-1642) publicou o *Sidereus Nuncius*, ou Mensageiro Sideral, livro em latim contendo vinte e quatro páginas.

*“O Mensageiro Sideral foi escrito em Janeiro e Fevereiro de 1610; a última observação relatada é referente a dois de Março, e em 12 de Março o livro foi publicado em Veneza. Foi dedicado à Cosimo de’ Médici, após Galileu ter batizado os satélites de Júpiter como ‘Estrelas Mediceanas’”.* (DRAKE, 1995, p. 157, tradução nossa)

Nesta obra, o astrônomo declarou o que observou com sua luneta (desde sua construção, em 1609): o caráter montanhoso da superfície lunar; alguns aglomerados estelares; as enormes distâncias entre as estrelas; e o mais importante aspecto da obra, que tomou mais de 40% de suas páginas, a descoberta de quatro luas que orbitam o planeta Júpiter.

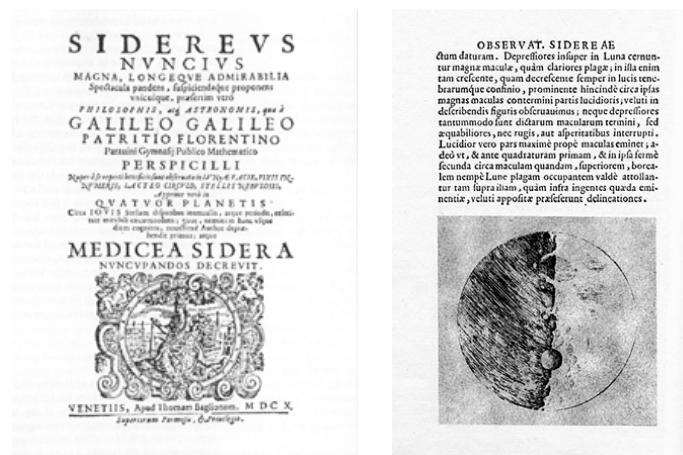


Figura 1. a) Frontispício do *Sidereus Nuncius* <sup>[a]</sup>; b) Uma das páginas da obra com uma ilustração da Lua <sup>[b]</sup>

Para entendermos como Galileu descobriu as principais luas de Júpiter, alguns trechos de sua obra foram traduzidos e comentados abaixo.

Em sete de Janeiro de 1610, Galileu se deparou com pontos ao redor de Júpiter, os quais foram denominados “estrelas” em um primeiro momento:

*“[...] no sétimo dia de Janeiro do presente ano de 1610, na primeira hora da noite, quando observava corpos celestes através da luneta, Júpiter apresentou-se para mim. E como tinha fabricado um instrumento absolutamente excelente, reconheci (o que antes não tinha podido conseguir devido à fraqueza da outra luneta) que havia três estrelas próximas do planeta, pequenas, mas muito claras. [...]”* (DRAKE, 1983, p. 58, tradução nossa)

Algo chamou a atenção de Galileu durante a observação: o alinhamento desses pontos com o plano da eclíptica<sup>1</sup>. Isso nos mostra a capacidade que o astrônomo possuía em observar e perceber padrões na natureza, por mais disfarçados que estivessem.

<sup>1</sup> O plano da eclíptica é o plano médio formado pelo equador do Sol e pelas órbitas dos planetas do sistema solar.

Durante os dias seguintes, ele acompanhou o planeta e as mudanças de posições relativas dessas misteriosas “estrelas”. Em 11 de Janeiro de 1610 descobriu que elas não faziam parte do conjunto das estrelas fixas da esfera celeste, pois “erravam” em volta de Júpiter:

“[...] existiam duas estrelas a Leste; a do meio estava três vezes mais distante de Júpiter que em relação a mais à Leste. A última era aproximadamente duas vezes maior que a outra, enquanto que, na noite anterior, apareceram mais ou menos iguais. Foi por isso que estabeleci sem qualquer dúvida que havia no céu três estrelas errando à volta de Júpiter, tal como Vênus e Mercúrio em torno do Sol. Isso se tornou mais claro do que a luz do dia ao longo de outras observações posteriormente feitas [...]” (DRAKE, 1983, p. 61, tradução nossa, grifo nosso)

Quando o astrônomo usou o termo “errando”, ele já sabia que estes pontos não seriam estrelas. Esta constatação fica clara com a menção *quator planetis*<sup>2</sup> (quatro planetas) inscrita no frontispício do *Sidereus Nuncius*.

Em treze de Janeiro de 1610, Galileu percebeu pela primeira vez que seriam na verdade quatro, e não três, os planetas que orbitavam Júpiter. Provavelmente<sup>3</sup>, o astrônomo pode ter demorado a perceber a existência de um quarto planeta devido à distância em que este se apresentava de Júpiter quando do início de suas observações. Entre sete e treze de Janeiro, Calisto (a lua mais distante de Júpiter, dentre as quatro principais) vinha do Leste, tendo sua distância aparente em relação ao planeta cada vez menor, o que a fez entrar no campo de visão de sua luneta. O astrônomo pôde percebê-la em treze de Janeiro, pois não ocorreram ocultações ou trânsitos<sup>4</sup> das luas.

Após evidenciar os planetas errando ao redor de Júpiter, Galileu passou a estimar a distância aparente entre as “estrelas” e o planeta. A anotação seguinte é referente ao dia 21 de Janeiro de 1610:

“[...] os intervalos eram, segundo a minha estimativa, de 50 segundos de minuto. Havia também uma estrela a Leste, distante de Júpiter quatro minutos. A estrela mais próxima de Júpiter, em Leste, era a menor de todas; as outras, pelo contrário, eram um pouco maiores e mais ou menos iguais entre elas [...]” (DRAKE, 1983, p. 71, tradução nossa)

Enquanto as observações se consolidavam, o discurso de Galileu foi tornando-se mais técnico e preocupado em informar as posições exatas dos planetas em relação a Júpiter. O astrônomo realizou as observações de Júpiter e suas principais luas entre 07/01/1610 e 02/03/1610. Foram aproximadamente dois meses de observações para a descoberta de algo que viria a modificar a visão de Astronomia da época, com a evidência de satélites naturais orbitando outros planetas além da Terra.

Por volta de 1800, as luas foram nomeadas como Io, Europa, Ganimedes e Calisto. Esses nomes eram utilizados por Simon Marius (1573-1624), astrônomo alemão e contemporâneo de Galileu.

---

<sup>2</sup> Em grego, *planetis* significa errante, ou quem erra o caminho. Este apelido se deve ao movimento dos planetas não coincidirem ao movimento da esfera celeste, ou seja, de certa forma erram o caminho, se atrasam, se adiantam, etc. É válido ressaltar que, atualmente, as Luas Galileanas são consideradas satélites naturais de Júpiter, e não mais planetas, como havia mencionado Galileu.

<sup>3</sup> Em 1964, o astrônomo belga Jean Meeus realizou cálculos para saber quais eram as posições dos satélites Galileanos entre sete e quinze de Janeiro de 1610 e os comparou com os desenhos presentes no *Sidereus Nuncius*. Além de ter constatado a perícia das observações de Galileu, sugeriu a hipótese sobre o prazo que o astrônomo levou para perceber a quarta lua. (DRAKE, 1995, p. 152)

<sup>4</sup> Quando observamos Júpiter, as luas Galileanas podem estar atrás (em ocultação) ou em frente (em trânsito) de Júpiter. (MOURÃO, 2004, p. 144)

A Tabela 1 apresenta algumas características relacionadas às quatro luas descobertas por Galileu:

Tabela 1. Características<sup>5</sup> das principais luas de Júpiter.

Nome da Lua	Distância média a Júpiter (km)	Período orbital (dias terrestres)	Excentricidade da órbita <sup>6</sup>	Magnitude (mag) <sup>7</sup>	Raio equatorial (km)
Io	421.769	1,769	0,0041	5,02	1.820
Europa	671.079	3,551	0,0101	5,29	1.570
Ganimedes	1.070.428	7,155	0,0006	4,61	2.630
Calisto	1.882.759	16,689	0,0074	5,65	2.400

Em 2010 comemoram-se os 400 anos da publicação desta importante obra, e as contribuições de Galileu para a metodologia utilizada na observação celeste se fazem presentes atualmente.

## 2. Objetivo

Este trabalho busca traçar um esquema metodológico para a observação de Júpiter e suas luas com o suporte da astrofotografia. Para Neves e Pereira (2007)

*“Trabalhar com a Astrofotografia pode aproximar o interesse das pessoas num céu já tão empobrecido pelo sistema de ensino e pelas luzes e poluição das cidades. Investir, pois, numa Astrofotografia simples, significa tocar a imaginação das pessoas, trazendo para um “pedaço de papel” um pedaço do céu como nunca antes observado. Além disso, a fotografia astronômica pode se constituir num recurso didático enriquecedor para o aprendizado de conceitos de Astronomia e do aprendizado de Física, especialmente envolvendo a interdisciplinaridade entre aquela ciência e os conceitos de ótica.”* (NEVES E PEREIRA, 2007)

A astrofotografia também foi usada por Moraes e Pereira (2009) como ferramenta auxiliar para o estudo da terceira lei de Kepler aplicada às luas Galileanas. Os autores afirmam que

*“a motivação para o estudo das luas de Júpiter é dupla: (a) elas são facilmente observadas, mesmo através de equipamentos simples, e (b) suas dinâmicas orbitais são tais que, após uma semana de observação, a maioria delas terá completado uma ou mais revoluções ao redor do planeta.”* (MORAES e PEREIRA, 2009, p. 241, tradução nossa).

<sup>5</sup> Fonte: Cosmobrain Astronomia: Satélites de Júpiter: Efemérides e observação, Disponível em <<http://www.cosmobrain.com.br/res/satjup.html>>. Acessado em: 19/05/2009

<sup>6</sup> Excentricidade da órbita é um valor que indica quão acentuada é a elipse orbital, ou seja, seu “achatamento”. Esse valor pode variar de 0 (uma circunferência) até 1 (uma elipse completamente achatada). Portanto, as órbitas das luas Galileanas podem ser didaticamente aproximadas ao formato de circunferências devido suas baixas excentricidades.

<sup>7</sup> Conforme Mourão (2004, p. 141), “*Quanto mais elevado o valor numérico da magnitude mais fraco o brilho*”, por exemplo, Ganimedes (4,61) é mais brilhante que Calisto (5,65).

Estes trabalhos apresentam a potencialidade da astrofotografia para o estudo da Astronomia. Com o auxílio das fotos realizadas e do gráfico das posições relativas das luas Galileanas (gerado por software), torna-se possível evidenciar as órbitas desses satélites naturais.

### 3. Materiais e métodos utilizados nas seções de astrofotografia

Para as seções de astrofotografia, foram utilizados os seguintes materiais:

a. *Telescópio refrator (Luneta):*

- Distância focal da objetiva: 700 mm;
- Distância focal da ocular: 20 mm;
- Aumento óptico<sup>8</sup>:  $700 \text{ mm} / 20 \text{ mm} = 35$  vezes;
- Abertura da objetiva: 60 mm de diâmetro.

b. *Câmera fotográfica digital:*

- Tamanho da foto, ou definição: 7.2 Megapixels;
- Sensibilidade ISO: ajustada para 1250;
- Aumento óptico (Zoom): 3x ativado;
- Exposição<sup>9</sup>: ajustada para +2;
- Temporizador (Timer): 10 segundos.

c. *Suporte em madeira:*

- O suporte em madeira serve para adaptar a lente objetiva da câmera fotográfica próxima à lente ocular da luneta, no “método afocal”, e pode ser construído de acordo com as especificações dos equipamentos utilizados.

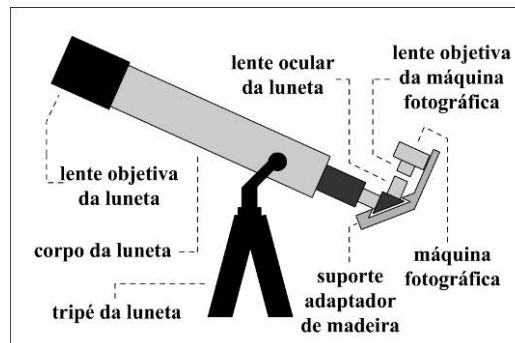


Figura 2. Esquema do equipamento utilizado para a tomada de astrofotografias.

<sup>8</sup> Para calcular o aumento óptico de uma luneta, dividimos a distância focal da lente objetiva pela distância focal da lente ocular.

<sup>9</sup> A escala de exposição da máquina fotográfica digital utilizada começa em -2 e termina em +2. Quando maior for o valor de exposição, maior será a quantidade de luz que o sensor da máquina captará, ou seja, o sensor ficará mais sensível para captar brilhos de menor intensidade, o que se faz necessário quando desejamos fotografar detalhes do espaço.



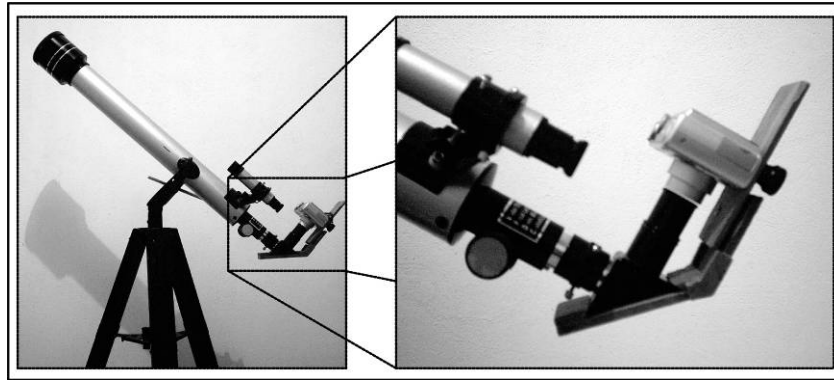


Figura 3. Equipamento utilizado.

A técnica mais utilizada por amadores para fotografar o céu é conhecida como “método afocal” ou “projeção afocal”. Segundo Ré (2002, p. 102), “*a projeção afocal é um dos processos mais simples de acoplar uma câmara fotográfica a um telescópio. A câmara é colocada, sem retirar a objetiva, diretamente após a ocular do telescópio*”. Dessa forma, não é necessário desmontar qualquer equipamento, o que poderia provocar a quebra ou perda de peças importantes da luneta ou da máquina fotográfica digital.

É válido ressaltar que, quanto maior for o aumento óptico do telescópio utilizado, maior serão os detalhes obtidos na astrofotografia. Para este estudo foi utilizada uma luneta de custo consideravelmente baixo, mas que possui aumento óptico suficiente para o cumprimento dos objetivos propostos. Além disso, o zoom óptico da máquina fotográfica aumentou o alcance da luneta.

O temporizador da máquina fotográfica serviu para que, após o acionamento do botão de disparo, o sistema todo (Luneta – Suporte – Máquina fotográfica) se estabilizasse nos dez segundos restantes antes da tomada da foto, de tal sorte que a imagem obtida de Júpiter e de suas luas fosse a mais nítida o possível (imagens bem focadas, não tremidas).

#### 4. Observações e astrofotografias

Durante a introdução foram apresentados trechos traduzidos do *Sidereus Nuncius*, que mostram certa sistemática observacional. Primeiramente, Galileu sempre iniciava suas anotações com data e hora, além de um desenho que ilustra as posições relativas dos satélites em relação a Júpiter. Além disso, tentava estimar quais “estrelas” eram mais brilhantes em relação às outras, anotava em qual lado do planeta se apresentam (se a Leste ou Oeste) e estimava as distâncias entre os objetos visualizados. Não obstante, a observação iniciava-se sempre no mesmo horário, hora *sequentis noctis prima*, que em português quer dizer “na primeira hora da noite”, isto é, logo após o anoitecer. Portanto, entende-se que as seções de observação devam ser realizadas sempre em horários parecidos e em vários dias consecutivos. A partir dessa breve análise foi elaborada a guia para observação de Júpiter e seus satélites, como forma de registrar as seções:

- a. Data;
- b. Horário da observação;

c. Descrição da observação, com estimativas de distâncias e de brilho aparentes das luas em relação à Júpiter e entre si;

d. Astrofotografia (esse elemento moderno assume o “papel” dos desenhos que Galileu fazia);

e. Horário em que a astrofotografia foi realizada;

f. A partir da análise das fotos, a descrição da observação poderá ser analisada.

As seções de observação astronômica e de astrofotografia foram realizadas na cidade de Bauru (latitude  $-22^{\circ}18'53''$  e longitude  $49^{\circ}03'38''$ ) e iniciou-se em 06/07/2009. Para que fosse possível acompanhar variadas mudanças das posições das luas Galileanas, a observação foi realizada em três dias consecutivos. Os horários das observações são superiores às 22 horas, pois este era o horário em que o planeta Joviano nascia a Leste na época em que o estudo foi realizado.

Observação: para padronizar e facilitar a anotação das estimativas das distâncias aparentes entre Júpiter e suas luas, foi usado, como referência, o diâmetro do planeta.

## 5. Resultados

Os resultados foram separados por dia de observação, conforme segue:

*06/07/2009 - Observação realizada às: 22h30*

Descrição da observação: Havia três luas do lado Leste e uma do lado Oeste, aparentemente tocando a circunferência planetária. A Lua mais próxima a Júpiter, do lado Leste, apresentava-se a um diâmetro de distância, a segunda mais distante, estava a aproximadamente dois diâmetros de Júpiter. A terceira lua estava a aproximadamente quatro diâmetros distante do planeta. A lua mais a Leste aparentava ser mais brilhante que as demais.

Horário em que a astrofotografia foi realizada: 22h30



Figura 4. Astrofotografia de Júpiter e seus satélites em 06/07/2009 às 22h30

*07/07/2009 - Observação realizada às: 22h30*

Descrição da observação: Havia duas Luas do lado Leste do planeta, e outras duas do lado Oeste. A Lua mais distante, do lado Oeste, aparentava estar afastada aproximadamente três vezes o diâmetro do planeta, e apresentava um brilho menor que as demais, enquanto que a outra, ainda do lado Oeste, estava distante de planeta pouco mais que um diâmetro de Júpiter. Já do lado Leste, a mais afastada apresentava-se a quase dois diâmetros planetários de distância, e a outra, aparentava tocar o planeta, ou seja, estava entrando ou saindo de uma ocultação ou trânsito por Júpiter.

Horário em que a astrofotografia foi realizada: 22h30



Figura 5. Astrofotografia de Júpiter e seus satélites em 07/07/2009 às 22h30

08/07/2009 - Observação realizada às: 22h20

Descrição da observação: Apesar do horizonte encoberto por algumas nuvens, foi possível observar o planeta e as suas luas. Do lado leste, havia apenas uma lua, distante aproximadamente um diâmetro e meio do planeta. Já do lado oeste havia três luas. A mais distante, e de menor brilho entre as quatro, aparentava estar a mais de cinco diâmetros de distância em relação ao planeta. A lua intermediária, a cerca de três diâmetros de distância, e a mais próxima a Júpiter do lado oeste, aparentava estar a cerca de dois diâmetros planetários em relação a Júpiter.

Horário em que a astrofotografia foi realizada: 22h20



Figura 6. Astrofotografia de Júpiter e seus satélites em 08/07/2009 às 22h20

## 6. Elaborando uma sequência de astrofotografias

Quando as astrofotografias são comparadas em sequência, é possível notar facilmente a mudança das posições das luas, principalmente de Ganimedes e Calisto, as mais distantes de Júpiter. As movimentações de Io e Europa são mais difíceis de serem notadas, devido serem as mais próximas ao planeta e de possuírem seus movimentos orbitais mais rápidos que as demais luas.

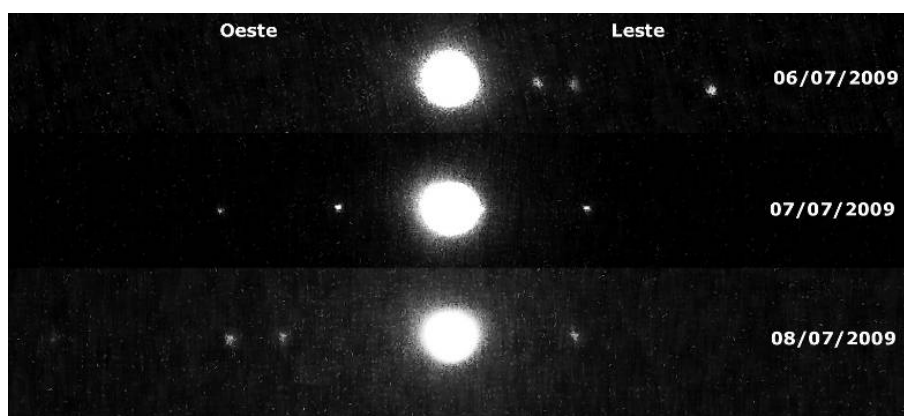


Figura 7. Fotocomposição<sup>10</sup> organizada em sequência.

<sup>10</sup> Foi utilizado o software *Adobe Photoshop* para a realização da fotocomposição.

## 7. Comparando a fotocomposição com o gráfico das luas Galileanas para Julho de 2009

O gráfico *Jupiter moons orbit graph for July 2009* (Figura 8), o que em português quer dizer “gráfico das órbitas das luas de Júpiter para Julho de 2009”, apresenta as posições orbitais relativos desses satélites. As linhas horizontais e paralelas, que cruzam o gráfico, representam o diâmetro do planeta. As linhas verticais dividem o gráfico em 30 dias, desde as zero hora do dia 01/07/2009 até as 23 h 59 min do dia 31/07/2009. As linhas traçadas representam, da mais interna para a mais externa, as posições relativas de Io, Europa, Ganimedes e Calisto, nessa ordem. Na Tabela 1 podem ser conferidas as distâncias médias de cada uma das luas em relação a Júpiter. As legendas “E” (*East* - Leste) e “W” (*West* - Oeste) indicam os lados Leste e Oeste de Júpiter, ou seja, se a linha que indica a posição orbital de Io, por exemplo, estiver do lado “E”, isto quer dizer que Io estará a Leste de Júpiter. O eixo *Day of month – at Midnight*, em português quer dizer “dia do mês – à meia-noite”.

Para facilitar a comparação do gráfico com a fotocomposição realizada, o mesmo foi colocado na vertical, e somente o intervalo de dias da observação foi utilizado.

Comparando a fotocomposição com o gráfico das órbitas das luas de Júpiter, é possível, sem grandes dificuldades, identificar cada um dos satélites e evidenciar que:

- O movimento orbital de Io é mais rápido dentre os demais. Isso fica claro na fotocomposição, a qual indica para cada dia terrestre, Io completa aproximadamente meia-volta em torno de Júpiter;
- Os movimentos orbitais das luas Io e Europa são mais difíceis de serem constatados na astrofotografia do que os movimentos orbitais de Calisto e Ganimedes. Como as últimas duas estão mais afastadas do planeta, passam, com maior frequência, por momentos em que seus movimentos não se misturam, aparentemente, com o das demais luas. Como podemos ver na fotocomposição, Calisto, a mais afastada ao lado Oeste e, Ganimedes, que cruzou do lado Leste ao lado Oeste;
- É possível capturar, através da técnica apresentada, a início ou o término de trânsitos ou ocultações. Este fato ocorreu na primeira foto, quando Calisto saía de um trânsito, ou seja, terminava de passar pela frente de Júpiter e, também ocorreu na segunda foto, quando Ganimedes entrava em trânsito. Desta forma, pode-se observar que, quando o movimento lunar é no sentido aparente Leste-Oeste, a lua realizará um trânsito, e quando o movimento orbital é de Oeste para Leste, esta lua será ocultada por Júpiter, ou seja, passará por trás do planeta;
- A astrofotografia também é capaz de capturar e diferenciar os satélites naturais de Júpiter de acordo com suas magnitudes aparentes, como apresentado na Tabela 1, como é o caso de Calisto (menor brilho) e Ganimedes (maior brilho);

Jupiter Moons Orbit Graph for July 2009  
 1: Io 2: Europa 3: Ganymede 4: Callisto

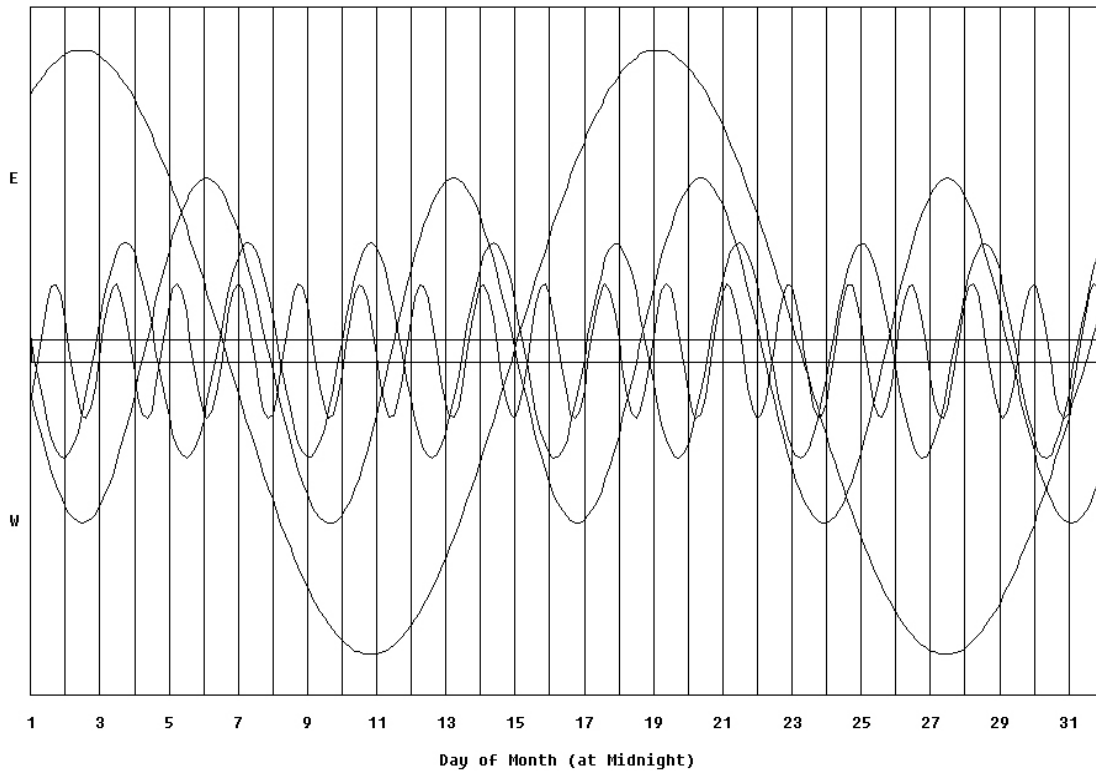


Figura 8. Gráfico<sup>11</sup> das posições orbitais das luas Galileanas.



Figura 9. Gráfico alterado para facilitar a sua comparação com a fotocomposição.

- A astrofotografia também é capaz de capturar e diferenciar os satélites naturais de Júpiter de acordo com suas magnitudes aparentes, como apresentado na Tabela 1, como é o caso de Calisto (menor brilho) e Ganimedes (maior brilho);
- Algumas mudanças orbitais podem ser observadas em um curto espaço de tempo.

<sup>11</sup> O gráfico foi obtido através do software *Astronomy Lab 2* (v. 2.03), de autoria de Eric Bergman-Terrell. Trata-se de um *shareware*, isto é, um programa distribuído gratuitamente para que os usuários o analisem e possam se interessar em comprar o programa completo. Disponível em: <http://www.personalmicrocosms.com/Pages/32bit.aspx>, acessado em Maio de 2009.

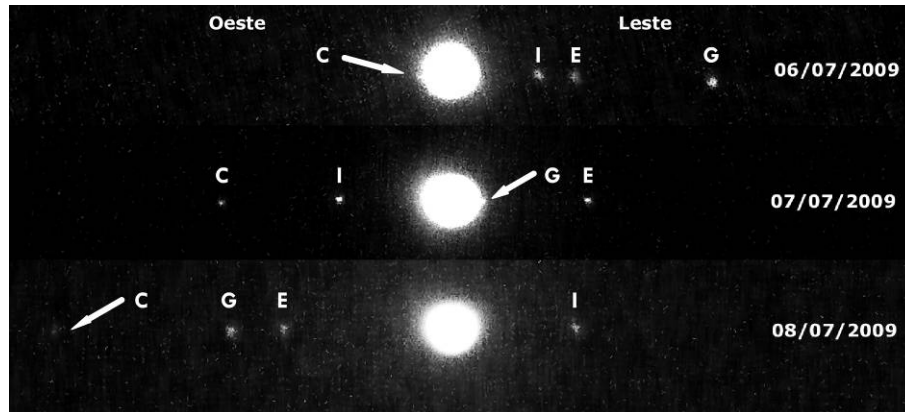


Figura 10. Fotocomposição com a legenda das Luas Io, Europa, Calisto e Ganímedes.

É importante lembrar que, quando observamos Júpiter e as luas Galileanas temos, à primeira vista, a impressão que estes corpos celestes estão “colados” no plano da esfera celeste, isto é, fazemos uma ideia bidimensional do fenômeno. Essa sensação também ocorre quando, por exemplo, olhamos para a constelação do Cruzeiro do Sul e imaginamos todas as suas estrelas em um mesmo plano, o que pode ser desmistificado, por exemplo, através de uma maquete como a construída por Silva *et al.* (2008). Na verdade, tanto Júpiter e seus satélites como as estrelas que compõem o Cruzeiro do Sul são objetos celestes que estão dispersos em um espaço tridimensional. Portanto, o plano de observação, que é bidimensional, é uma projeção de um fenômeno celeste tridimensional, como ilustrado na figura seguinte.

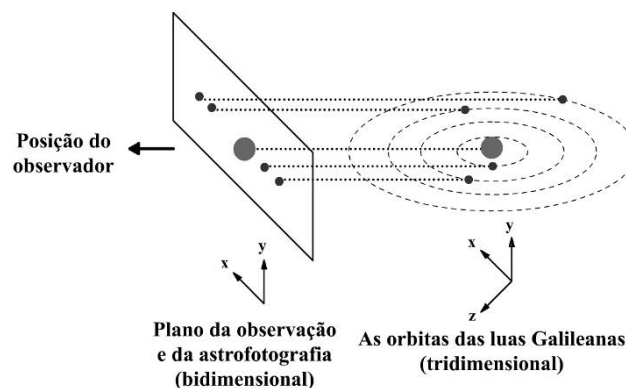


Figura 11. Projeção de um fenômeno tridimensional em um plano bidimensional.

## 8. Conclusões

Esse trabalho apresentou a possibilidade do uso da astrofotografia para a observação e constatação das órbitas das principais luas de Júpiter.

A atividade apresentada é uma sugestão de observação celeste, na qual professores, estudantes e astrônomos amadores poderão, além de rememorar os passos de Galileu, desenvolver suas competências em acompanhar um fenômeno natural relacionado à Astronomia, de forma a identificar padrões e buscar compreender o seu significado. Exercícios desse gênero deveriam ser mais explorados pelo ensino das ciências.

Destarte, o trabalho buscou enaltecer a memória de Galileu Galilei e a importância do *Sidereus Nuncius* para a época em que foi publicado e para a atual prática<sup>12</sup> de observação celeste. Em Março de 2010, este marco observacional completará 400 anos, e sua importância histórica perdurará por outros inúmeros séculos.

## 9. Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Renato Carlos Tonin Ghiotto, pelas sugestões.

## 10. Referências

DRAKE, S. **Galileo At Work: his Scientific Biography**. New York: Dover Publications Inc, 536 p., 1995.

DRAKE, S. **Telescopes, tides and tatics: a galilean dialogue about the starry messenger and system of the world**, Chicago: The university of Chicago press, 236 p., 1983.

MORAES, I. G., PEREIRA, J. A. M., Using simple harmonic motion to follow the Galilean moons — testing Kepler's third law on a small system, **Physics Education**, p. 241-245, Maio, 2009. Disponível em: <[http://www.iop.org/EJ/article/0031-9120/44/3/002/pe9\\_3\\_002.pdf](http://www.iop.org/EJ/article/0031-9120/44/3/002/pe9_3_002.pdf)>. Acessado em Maio de 2009.

MOURÃO, R. R. F., **Manual do astrônomo: uma introdução à astronomia observacional e à construção de telescópios**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 151 p., ISBN: 85-7110-296-1, 2004.

NEVES, M.C.D., PEREIRA, R. F., Adaptando uma câmera fotográfica manual simples para fotografar o céu, **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 4, p. 27-45, 2007. Disponível em: <[http://www.astro.iag.usp.br/~foton/relea/num4/A2\\_n4.pdf](http://www.astro.iag.usp.br/~foton/relea/num4/A2_n4.pdf)>. Acessado em Maio de 2009.

RÉ, P., **Fotografar o Céu**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 303 p., ISBN: 971-707-345-X, 2002.

SILVA, G. M. S., RIBAS, F. B., FREITAS, M. S. T., Transformação de coordenadas aplicada à construção da maquete tridimensional de uma constelação, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 1306, 2008. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/301306.pdf>>. Acessado em Maio de 2009.

---

<sup>12</sup> A atividade proposta neste trabalho é destinada a professores, alunos e astrônomos amadores, tendo em vista que atualmente são poucos os Astrônomos profissionais que se utilizam da astrofotografia (na faixa visível da luz) em suas pesquisas. A grande maioria das observações profissionais é realizada em outros comprimentos de onda, como, por exemplo, nas faixas do raio-X e do infravermelho.

## **Figuras**

[a] <<http://www.astro.umontreal.ca/~paulchar/sp/images/galileo.1.html>>. Acessado em Maio de 2009.

[b] <[http://www.on.br/site\\_edu\\_dist\\_2008/site/conteudo/modulo1/5-cosmologia-renascenca/galileu/galileu.html](http://www.on.br/site_edu_dist_2008/site/conteudo/modulo1/5-cosmologia-renascenca/galileu/galileu.html)>. Acessado em Maio de 2009.



# ESTUDIO DEL HORIZONTE LOCAL

Rosa M. Ros<sup>1</sup>

**Resumen:** El estudio del horizonte es fundamental para poder facilitar las primeras observaciones de los alumnos en un centro educativo. Un simple modelo, que debe realizarse para cada centro, nos permite facilitar el estudio y la comprensión de los primeros rudimentos astronómicos. El modelo construido se presenta a su vez como un sencillo modelo de reloj ecuatorial y a partir de él se pueden construir otros modelos (horizontal y vertical).

**Palabras clave:** Horizonte. Reloj ecuatorial.

## ESTUDO DO HORIZONTE LOCAL

**Resumo:** O estudo do horizonte é fundamental para facilitar as primeiras observações dos alunos num centro educativo. Um modelo simples, que deve ser feito para cada centro, permite facilitar o estudo e a compreensão dos primeiros rudimentos astronômicos. O modelo construído apresenta-se, por sua vez, como um modelo simples de relógio equatorial e a partir dele pode-se construir outros modelos (horizontal e vertical)

**Palavras-chave:** Horizonte. Relógio equatorial.

## STUDY OF THE LOCAL HORIZON

**Abstract:** The study of the horizon is fundamental to easy the first observations of the students at any education center. A simple model, to be developed in each center, allows to easy the study and comprehension of the rudiments of astronomy. The constructed model is presented in turn as a simple equatorial clock, other models (horizontal and vertical) may be constructed starting from it.

**Keywords:** Horizon. Equatorial clock.

### 1. Introducción

El pasado mes de junio de 2009 la IAU, Unión Astronómica Internacional, en colaboración con la UNESCO organizaron un par de cursos de formación del profesorado en Ecuador y Perú. Esta es una experiencia piloto dentro del marco del nuevo programa NASE, *Network for Astronomy Schools Education*, que empezara a desarrollarse a partir del 2010 en todos los países que deseen sumarse a este proyecto de la IAU. El principal objetivo del mismo consiste en formar en astronomía a los docentes de primaria y secundaria que lo deseen. Los cursos se imparten en la lengua del país. Sus contenidos responden a una formación básica en astronomía para los enseñantes y la metodología consiste básicamente en un conjunto de talleres con actividades prácticas para desarrollar durante los mismos. En la sección siguiente se presentara a modo de ejemplo uno de estos talleres. Antes, pero, se relatara un breve resumen y valoración de los cursos realizados.

Aunque el proyecto prepara cursos cuya duración será de una semana, estos cursos pilotos solo duraron 3 días. En ellos se desarrollaron 3 conferencias, ocho talleres, sesiones de discusión y evaluación y las observaciones que el tiempo permitió llevar a cabo.

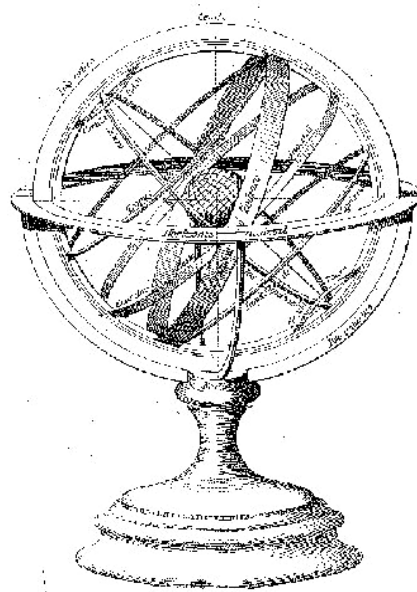
---

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de Cataluña (Barcelona, España)

El curso en Ecuador tuvo lugar en Salinas de 18 al 20 de junio en colaboración con el Observatorio Astronómico de Quito. Del 25 al 27 de junio se desarrolló en Lima, en la Universidad de San Marcos. En ambos casos estos cursos eran la primera experiencia para más del 80 % de los asistentes. Su valoración fue muy satisfactoria y la metodología empleada muy exitosa. Todos los asistentes recibieron una publicación con todos los talleres completos y un resumen de las conferencias. También se ofrecía material complementario en las páginas web <<http://www.csic.es/unawe>> y <<http://www.csic.es/astrosecundaria>> de primaria y secundaria respectivamente.

## 2. La Observación

Los profesores de muchas ramas de la ciencia (física, química, biología, etc.) pueden decir que no es posible trabajar de forma correcta en un centro de secundaria si no se dispone de un laboratorio. En este sentido, procede que los profesores de astronomía estén contentos porque ellos siempre disponen de un “laboratorio de astronomía”. Todos los institutos y escuelas tienen un sitio para los juegos de sus alumnos: el patio. El patio no es solo un punto de recreo, es también un laboratorio de astronomía: es un lugar que ofrece la posibilidad de llevar a cabo en él actividades prácticas de astronomía. Puesto que si en toda escuela o instituto se dispone de un laboratorio, ¡parece oportuno usarlo!



*Figura 1: Representación clásica de la esfera celeste.*

Si se introducen los primeros conceptos de astronomía sobre la esfera celeste siguiendo un esquema clásico pueden surgir algunos problemas al realizar las primeras observaciones. La esfera celeste, pensada como hacían los antiguos griegos, como una esfera “transparente” donde están situados todos los astros sigue siendo utilizada en nuestros días. Ya sabemos que es solo una representación útil, y que no existe realmente, pero resulta cómodo pensar en ella. Se define pues, como una esfera de radio infinito cuyo centro es la Tierra. Los elementos que definimos sobre nuestro planeta:

ecuador, meridianos y paralelos se extiende de forma natural como prolongación de los planos de intersección con la Tierra o con la esfera celeste.

Un problema que surge cuando el estudiante se acerca al patio para desarrollar desde él actividades prácticas de astronomía, es la diferente situación relativa de la esfera celeste (Figura 1) cuando el profesor explica dentro del recinto de una clase y cuando explica fuera de ella, en el patio del colegio.

Cuando el profesor, sobre la pizarra, textos o maquetas, habla de meridianos y paralelos, de coordenadas de posición, presenta figuras parecidas a la Figura 1. Lo anterior, no representa mayor dificultad y los estudiantes pueden entender sin problemas. Las figuras que tienen los alumnos ante sus ojos son análogas a las que han usado cuando estudiaban geografía (Figura 2).

Los problemas comienzan cuando estamos observando y no aparece ninguna línea en el cielo. No se puede ver el eje de rotación y no es sencillo encontrar referencias en el firmamento. El principal escollo es que ahora el estudiante está situado en el interior de la esfera celeste mientras que hemos presentado toda la información en la clase mirando el cielo desde el exterior de la esfera celeste. Entonces no resulta fácil comprender la nueva situación vista desde dentro (Figura 3).

Obviamente después de esta experiencia podríamos pensar en un cambio de nuestra presentación en el aula. Es posible hacer en el aula de clase una presentación desde el punto de vista del interior de la esfera. Esta forma de ver las cosas es más similar a la situación real del observador, pero no es bueno sólo ofrecer esta presentación. Los estudiantes deben ser capaces de poder leer cualquier libro de astronomía y poder entender la abstracción correspondiente a la observación de la esfera celeste desde el exterior, situación normal en la literatura científica. En estas circunstancias, es posible pensar en construir un modelo para los estudiantes de secundaria que haga viable comparar ambos puntos de vista y que también permita “hacer visibles” las líneas del cielo y una mejor comprensión del propio horizonte.

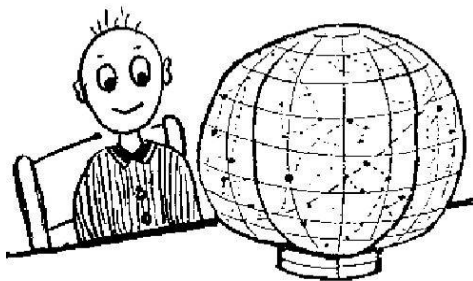


Figura 2: La esfera celeste desde el exterior.

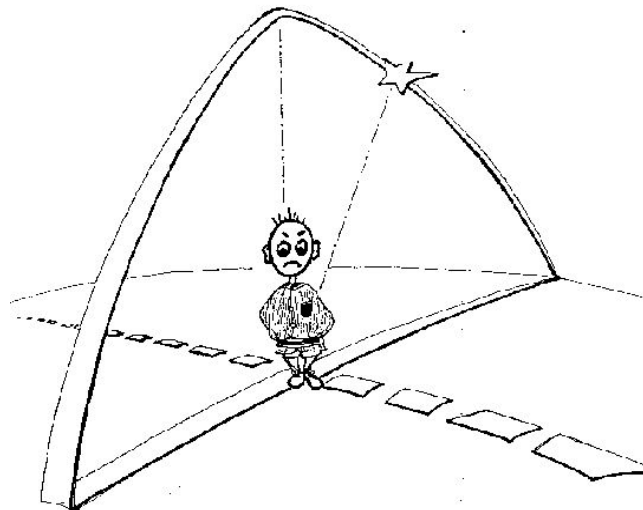


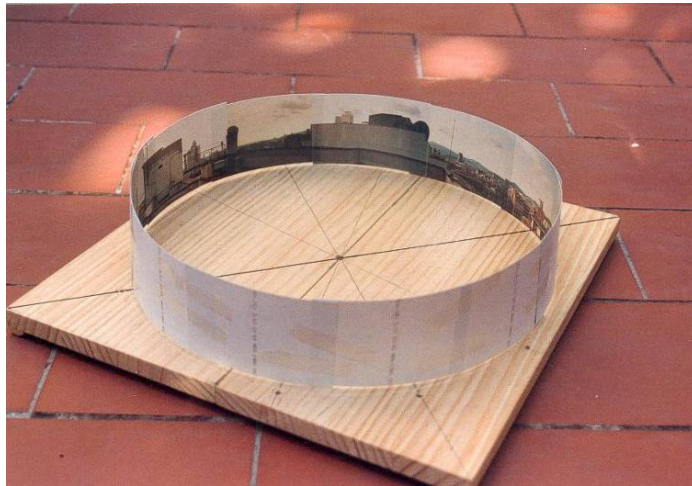
Figura 3: La esfera celeste desde el interior

### 3. Objetivos

- Comprender el movimiento diurno y movimiento ánuo del Sol.
- Comprender el movimiento de la bóveda celeste.
- Comprender la construcción de un reloj de Sol elemental.

### 4. Modelo local del horizonte

Se empieza fotografiando el horizonte. Con una cámara sobre un trípode es muy sencillo tomar un conjunto de fotografías del horizonte desde algún lugar del patio del colegio -si las edificaciones colindantes lo permiten - o desde una terraza con el horizonte más despejado. (Señalaremos la posición del trípode marcándola sobre el suelo con pintura, para poder disponerlo de nuevo de forma exactamente igual). Es muy importante seleccionar muy bien el lugar porque la idea es situar allí el modelo durante cada observación. Al tomar cada fotografía es necesario que el encuadre tenga una zona común en la siguiente fotografía, para disponer después las copias sobre papel una sobre la otra y obtener el horizonte como una cadena de fotografías con continuidad.



*Figura 4: Modelo del horizonte de la escuela*

Cuando tengamos las fotografías reveladas podemos fijar las copias una a continuación de la otra, formando un cilindro que después asentaremos sobre una base cuadrada de madera en el mismo lugar donde se han realizado las fotografías (Figuras 4 y 5). Es muy importante situar todas las fotografías acordes con el horizonte real.

A continuación se introduce el eje de rotación terrestre. Dando el valor de la latitud del lugar  $f$  se puede introducir en la maqueta un alambre según esta inclinación (Figuras 5 y 6).

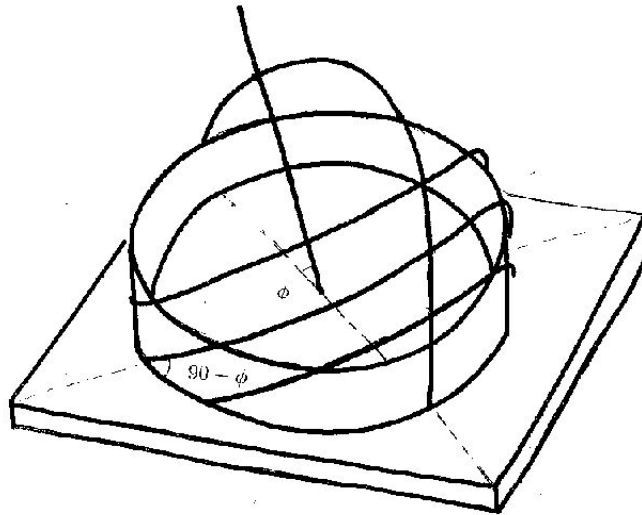


Figura 5: Modelo del horizonte de la escuela

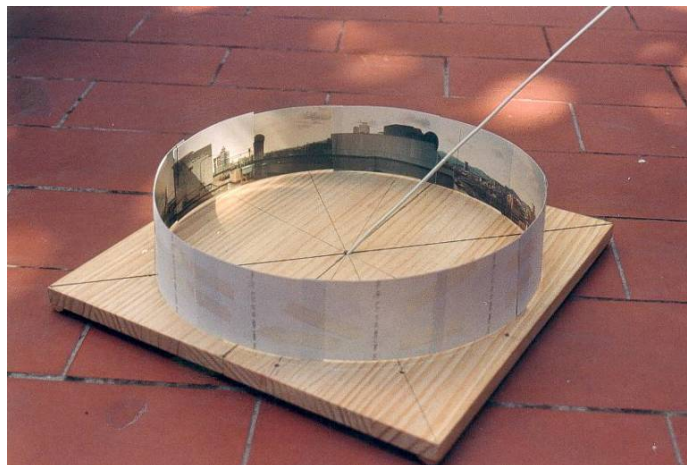
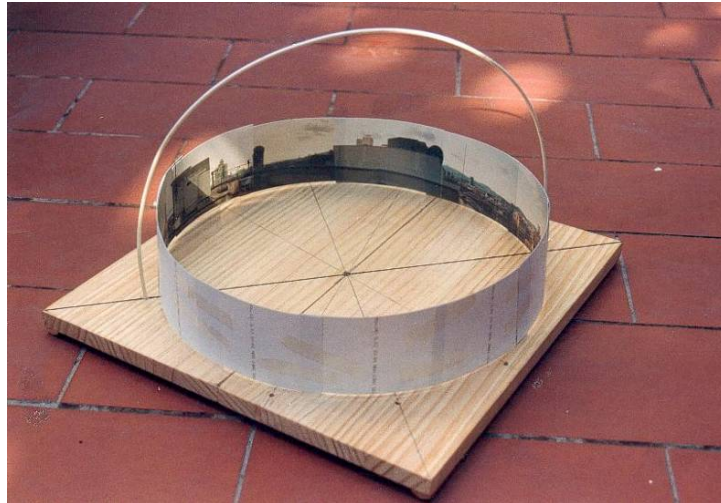


Figura 6: Eje de rotación terrestre

Con este dato es posible fijar el eje de rotación del modelo. Pero como el modelo está orientado según el horizonte local, la prolongación del alambre sirve para ayudar a visualizar el eje real y localizar el polo sur, y es útil también para imaginar la posición del punto cardinal sur. Obviamente introducir el punto cardinal Norte y el Polo Norte resulta fácil. A continuación se puede trazar la recta Norte-Sur sobre el modelo y también sobre el suelo del patio o la terraza donde se trabaja (usando el proceso normal de determinación de la recta Norte-Sur). Es muy importante porque cada vez que se vaya a usar el modelo habrá que orientarlo y es muy útil disponer de esta recta Norte-Sur real para facilitar el trabajo. (Con una brújula se puede comprobar dicha dirección).



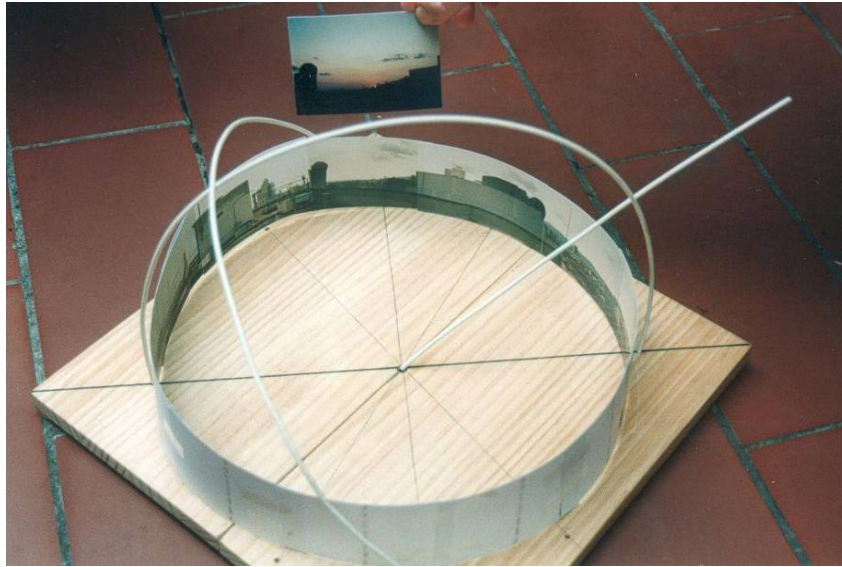
*Figura 7: Meridiano del lugar*

El siguiente objetivo consiste en situar el meridiano del lugar. El meridiano local es muy fácil de definir, pero no resulta un concepto simple de asimilar para los estudiantes (quizá, en parte, porque cada uno tiene su meridiano del lugar). Se puede fijar un alambre que pase por los puntos cardinales Norte y Sur y el eje de rotación de la Tierra (Figura 7). Este alambre es la visualización del meridiano del lugar en el modelo, pero permite imaginar sobre el cielo la línea del meridiano local. Ahora es muy fácil de imaginar porque empieza en los mismos lugares que el estudiante puede ver en el modelo. El meridiano local empieza en el mismo edificio que en la fotografía, pero en el horizonte real, y después de pasar por encima de su cabeza acabará en el mismo edificio que se visualiza gracias al alambre en el horizonte de fotografías.

Para introducir el ecuador el proceso es algo más complicado. Una posibilidad consiste en la línea Este-Oeste. Esta solución es muy sencilla, pero no aporta nada desde el punto de vista pedagógico. Para su aplicación a la enseñanza puede ser más conveniente usar de nuevo la fotografía. Se puede situar de nuevo la cámara sobre el trípode exactamente en la misma posición en que se tomaron las fotografías del horizonte en la primera ocasión en que se comenzó a desarrollar la maqueta. (Por este motivo se pinta en el suelo las marcas correspondientes para poder situar el trípode de nuevo en el mismo lugar). Con la cámara sobre el trípode se toma una foto de la salida y la puesta de Sol el primer día de primavera o de otoño. En este caso, tendremos dos instantáneas de la posición precisa de los puntos cardinales Este y Oeste respectivamente (Figura 8), respecto al horizonte de las fotografías y obviamente sobre el horizonte real.

El ecuador se simula por medio de un alambre perpendicular al eje de rotación terrestre que empieza y acaba en los puntos cardinales Este y Oeste (sobre el horizonte, en la recta perpendicular a la Norte-Sur). Pero no es sencillo fijar el círculo de alambre perpendicular al alambre que simboliza el eje de rotación, porque el eje de rotación está inclinado y obviamente el ecuador también deberá estarlo. Si se considera el Sol como una estrella más (el Sol es el más importante para los observadores porque está más próximo, pero su comportamiento no es diferente al de las otras estrellas) puede obtenerse la inclinación del movimiento de las estrellas cuando éstas se elevan o se ponen respecto al horizonte. Para ello basta con que se capten dos fotografías de este instante próximas al punto cardinal Este (Figuras 9 y 10) y al punto cardinal Oeste.



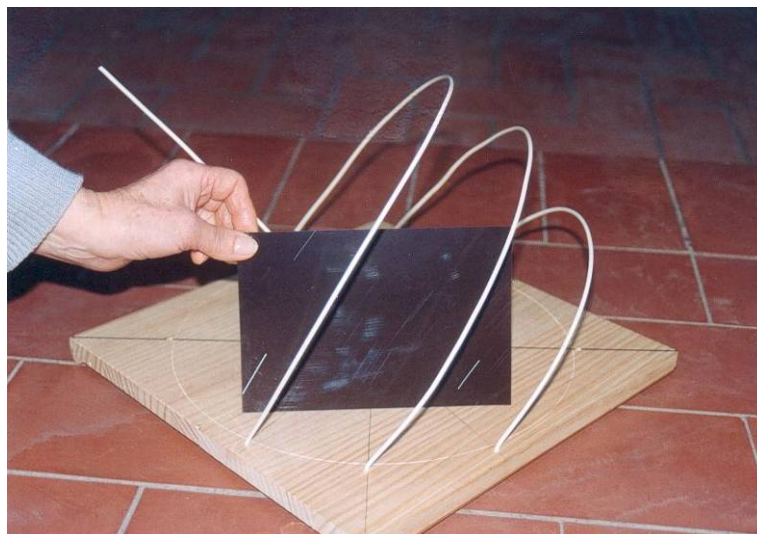


*Figura 8: Línea del ecuador celeste*

No es posible tomar las fotografías nocturnas mencionadas en el párrafo anterior desde la ciudad donde esta construida la escuela. Es preciso salir al campo, a un lugar suficientemente apartado sin contaminación luminosa. Hay que captar las fotografías con una cámara reflex, sobre un trípode y con un disparador de cable. Unos 10 minutos de tiempo de exposición son suficientes para la exposición nocturna (Figura 10). Para la salida del Sol es mejor usar el automático de la cama y dejar de disparar cuando moleste mirarlo (Figura 9) Es muy importante situar la cámara paralela al horizonte (se puede utilizar un nivel para realizar esta operación).



*Figura 9: Fotografía del horizonte en el oeste*



*Figura 10: Fotografía nocturna del horizonte en el oeste*

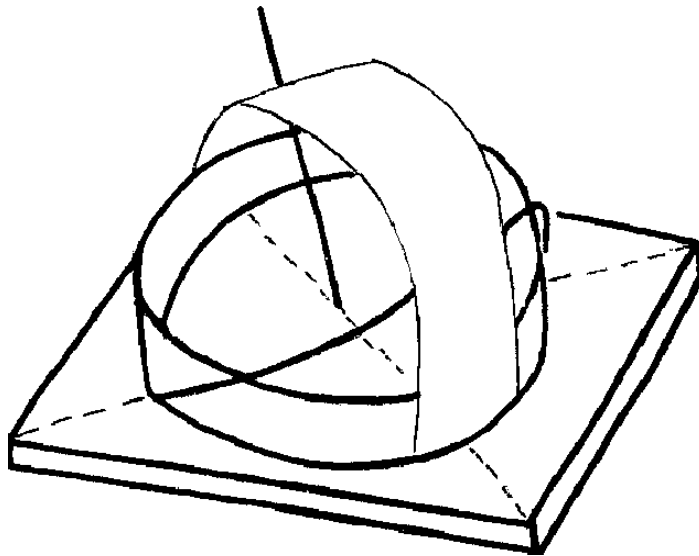
Es importante aprovechar esta ocasión para obtener un pequeño repertorio de fotografías. Por ejemplo se puede tomar una de la zona del polo dando unos 15 minutos de exposición, otra de la zona por encima de ella siguiendo el meridiano local, otra a continuación siguiendo también el mismo meridiano y así sucesivamente hasta conseguir la fotografía que ya está rasante al horizonte. La idea es fotografiar todo el meridiano local desde el polo Norte hasta el horizonte Sur pasando por encima de nuestras cabezas, si vivimos en el hemisferio norte. (Si vivimos en el hemisferio Sur, fotografiaremos el meridiano local desde el polo Sur hasta el horizonte Norte pasando por encima de nuestra posición). Evidentemente el meridiano local del lugar donde ha decidido tomar las fotografías no es el mismo que el de la escuela, pero los alumnos pueden comprender esta pequeña diferencia fácilmente.

Cuando se tienen todas las fotografías podemos construir una cinta del meridiano con todas ellas. Con esta cinta los estudiantes pueden comprender mejor el movimiento de la esfera celeste alrededor del eje de rotación de la Tierra. Es interesante ver que con el mismo tiempo de exposición la trayectoria dibujada por una estrella cambia de longitud. Es mínima en el entorno al polo y es máxima en el ecuador. También cambia de forma. En el ecuador la trayectoria dibuja una línea recta. En la zona próxima a la polar las líneas son curvas cóncavas y por debajo del ecuador son convexas. Si hacemos las copias sobre papel de las fotografías suficientemente grandes, podemos situar la cinta por encima de la cabeza del estudiante, lo que le permitirá visualizar y comprender mejor el movimiento.

Usando las dos fotografías de los puntos cardinales Este y Oeste es posible conocer la inclinación de las trazas de las estrellas en el ecuador, y por lo tanto es posible situar el alambre que simboliza el ecuador sin problemas. Se sabe los puntos donde fijarlo y también la inclinación, así es que puede sujetarse el alambre sobre la madera y también sujetarlo con el meridiano local (Figura 8).

Evidentemente es posible introducir la cinta de fotografías del meridiano local sobre el modelo. Es suficiente hacer algunas fotocopias y agujerearlas por el punto que indica la polar para poder introducir el eje de rotación. Se observa que el alambre del ecuador se corresponde con las trazas en línea recta que se tienen en la cinta (Figura 11).

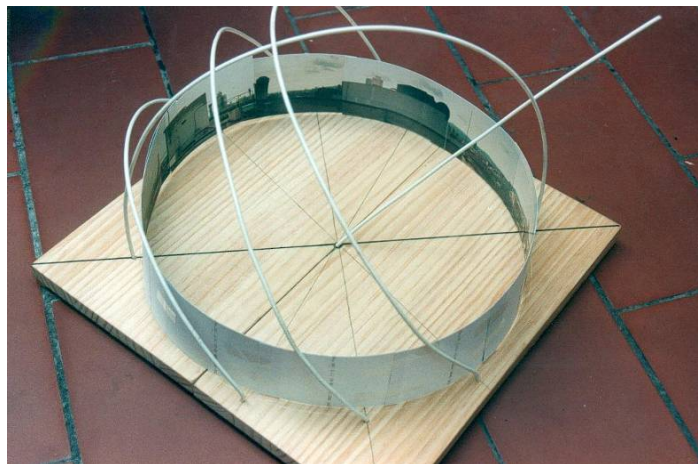




*Figura 11: El meridiano local con fotografías*

Con el modelo se puede ofrecer al estudiante las dos posibilidades de visualizar la esfera celeste desde el interior y desde el exterior.

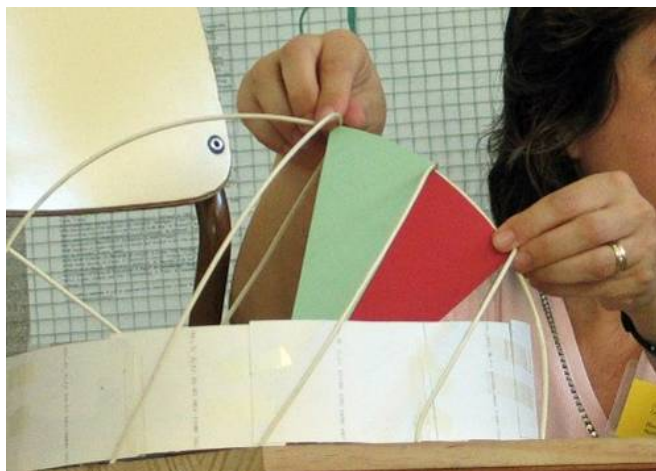
Para la formación de los estudiantes es interesante que ellos puedan observar que el Sol no sale y se pone en la misma posición y que ésta no siempre coincide con el Este y el Oeste respectivamente. Hay muchos libros que mencionan que el Sol sale por el Este y se pone por el Oeste. Los estudiantes pueden ver que esto sólo es cierto dos veces al año, pero no lo es los días restantes (Figura 12).



*Figura 12: El meridiano local con fotografías*

Si se toma de nuevo dos fotografías del primer día del invierno y del verano cuando el Sol sale y se pone, los alumnos podrán ver que las situaciones extremas en su ciudad son muy diferentes. Es sorprendente la diferencia que hay entre una y otra. También puede fijarse los paralelos de Cáncer y de Capricornio con las fotografías que proporciona la inclinación del ecuador, dado que los paralelos siguen esta misma inclinación. Con un simple transportador es posible verificar que el ángulo interior entre

el paralelo de Cáncer y el ecuador es aproximadamente  $23.5^\circ$ , y que este ángulo es también el formado entre el ecuador y el paralelo de Capricornio (Figura 13).



*Figura 13: Los paralelos de Cáncer y Capricornio forman  $23.5^\circ$  con el ecuador*

De esta forma los alumnos ven de forma práctica y simultánea, la esfera desde el interior (la esfera real) y desde el exterior (el modelo). Con la ayuda de la maqueta los estudiantes pueden entender mejor su entorno, y las actividades de orientación realizadas desde la escuela se resuelven de forma muy sencilla. También pueden visualizar la zona que corresponde al movimiento del Sol, entre los paralelos de la maqueta e imaginarla sobre el cielo y el horizonte real de la ciudad. La orientación se convierte en un juego de niños.

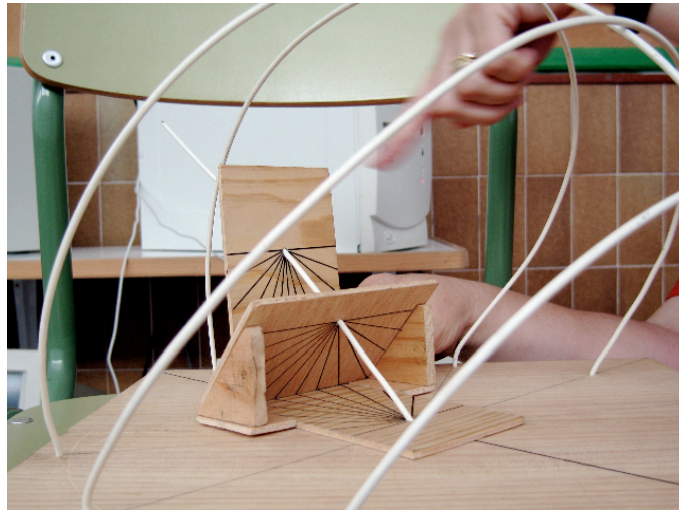
## **5. Relojes de Sol**

Pero hay otras posibilidades de aplicación del modelo. La maqueta no es más que un reloj de Sol, un gran reloj de Sol. Es fantástico para explicar de una forma sencilla y didáctica la construcción de un reloj considerando sólo el horizonte y el movimiento del Sol. En primer lugar es muy fácil ver que el eje de rotación de la Tierra se convierte en el estilete del reloj.

Si introducimos un plano en la dirección del plano ecuatorial y movemos una linterna sobre el paralelo de Cáncer, se puede ver la sombra del estilete (el alambre que representa el eje de rotación terrestre) recorriendo el plano del cuadrante ecuatorial, pero cuando se transita con la linterna sobre el paralelo de Capricornio entonces la sombra aparece en la zona de debajo del plano, y es evidente que cuando la linterna se sitúa sobre el ecuador no se obtiene sombra. Así pues resulta sencillo comprobar que el reloj ecuatorial funciona en verano y primavera mostrando las horas sobre el plano del reloj, en invierno y otoño debajo del mismo, y que hay dos días al año en que no funciona: los días de ambos equinoccios.

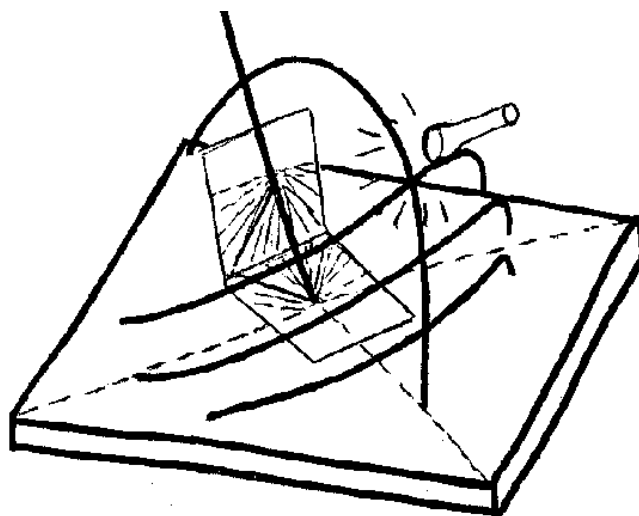
Si se considera el plano ecuatorial, el horizontal y el vertical orientado (Este-Oeste), se puede ver que la linterna señala la misma hora en los tres cuadrantes. Además, puede observarse cuando son las horas de la mañana y de la tarde para el mismo estilete (el eje de rotación terrestre). Obviamente es la misma hora en los tres

relojes (Figura 14). Se comprueba fácilmente en que zona hay que dibujar las horas de la mañana y de la tarde en cada reloj. (Todos los profesores han recibido alguna vez las horas mal dibujadas en un reloj solar; usando este modelo esto ya no sucede).



*Figura 14: Los tres relojes de Sol*

Al mover la linterna sobre los paralelos de Capricornio y Cáncer se ve fácilmente que el rayo de luz emitido por la lámpara produce sobre el plano una cónica diferente. En el primer caso (el primer día de verano) la cónica es casi una circunferencia y el área encerrada es claramente más pequeña que en el segundo caso. Cuando se sigue el otro paralelo (primer día de invierno) la sección es elíptica y el área encerrada es mucho mayor. Entonces los alumnos pueden comprender que la radiación está más concentrada en la primera situación, es decir que la temperatura superficial es mayor en verano, y como que también es evidente en el modelo que el número de horas de insolación solar es mayor, la consecuencia natural es que en verano hace más calor que en invierno (Figura 15).



*Figura 15: Los relojes y las estaciones*

Aprovecharemos esta oportunidad para mencionar algunos elementos que hay que conocer para poder construir un reloj de Sol.

El reloj ecuatorial es muy sencillo de realizar. Basta situar el estilete en la dirección del eje de rotación terrestre, esto es en la dirección Norte-Sur (una brújula nos puede ayudar a hacerlo) y con una altura sobre el plano del horizonte igual a la latitud del lugar (Figura 16). El estilete de cualquier reloj se situará siempre de la misma manera.

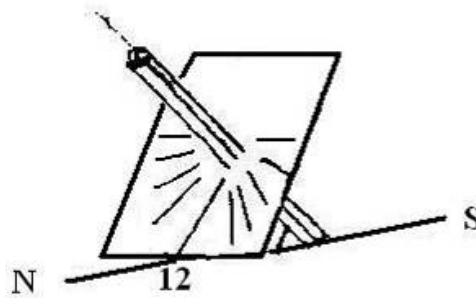


Figura 16: Reloj ecuatorial situado en estación (en el hemisferio norte).

Las líneas horarias del reloj ecuatorial se dibujarán a 15 grados (Figuras 17 y 18), ya que el Sol da una vuelta de  $360^\circ$  en 24 horas. Si dividimos  $360/24 = 15^\circ$  cada hora.

Las líneas horarias de un reloj horizontal o de un vertical orientado se obtienen por proyección del ecuatorial, sin mas que considerar la latitud del lugar (Figuras 17 y 18)

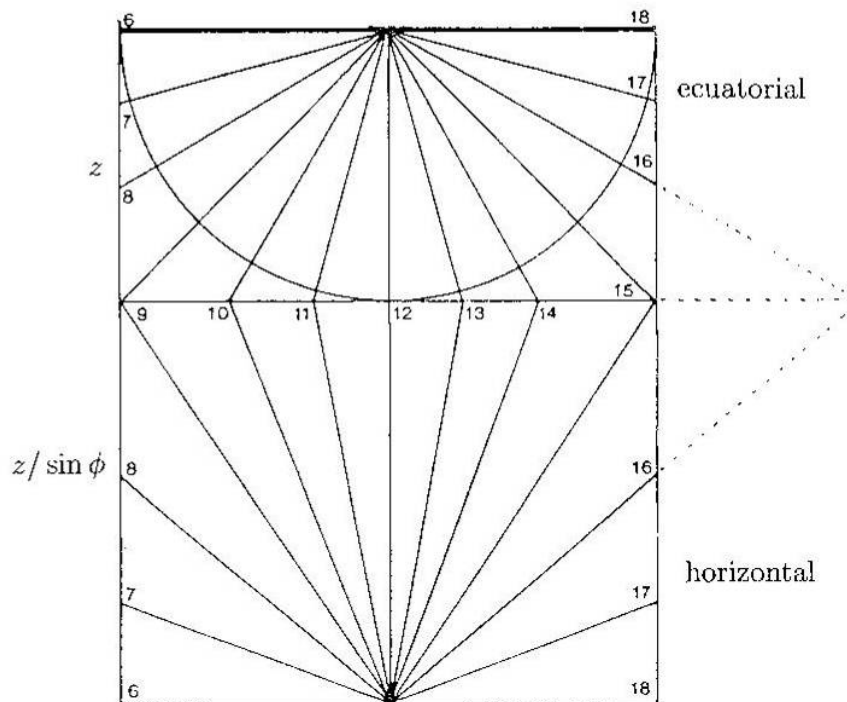


Figura 17: Relación existente entre el reloj ecuatorial y el horizontal (para  $\phi = 40^\circ$ ).

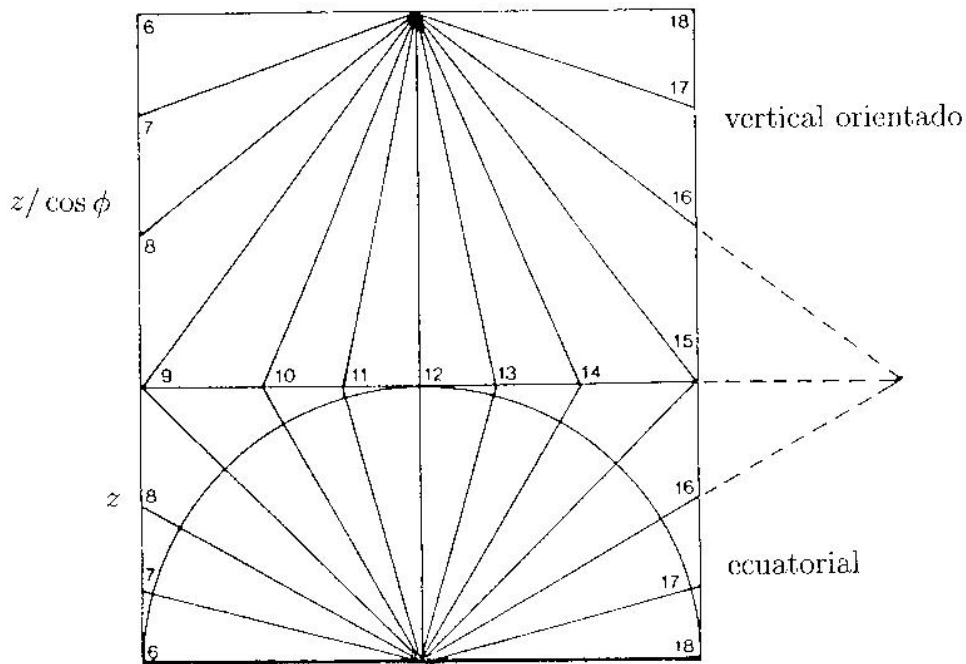


Figura 18: Relación existente entre el reloj ecuatorial y el vertical orientado (para  $\phi = 40^\circ$ ).

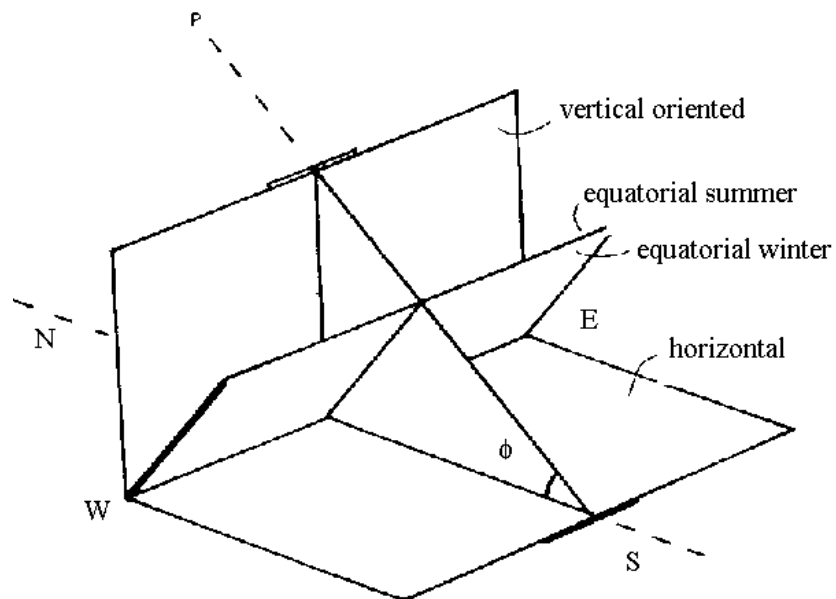


Figura 19: Sistema de tres relojes: ecuatorial, horizontal y vertical orientado.

Para construir el conjunto de relojes de la Figura 19 basta recortar las Figuras 20 y 21 por la línea exterior, doblar las diferentes zonas por las líneas horizontales y plegar el conjunto según el resultado que se puede ver en la Figura 19.

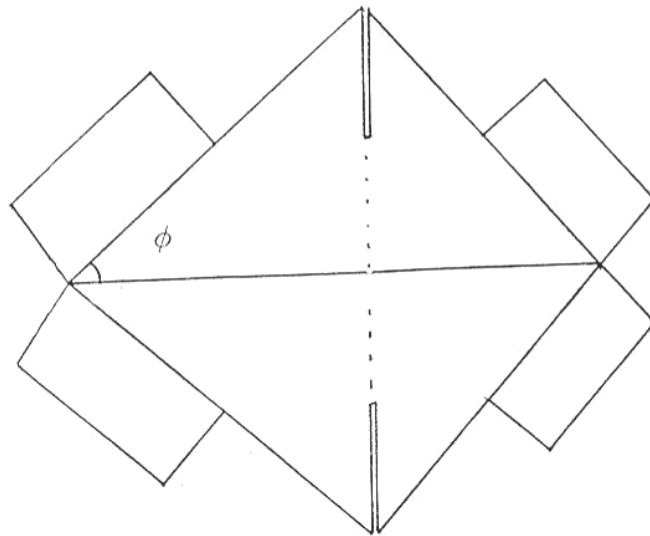


Figura 20: Triángulo de soporte del estilete del sistema de los tres relojes para latitud  $\phi = 40^\circ$ .

## 6. Tiempo solar y tiempo del reloj de “pulsera”

Los relojes de Sol dan el tiempo solar, que no es el mismo que figura en los relojes que todos usamos en nuestra muñeca. Hay que considerar varios ajustes.

### *Ajuste de Longitud*

El mundo se divide en 24 zonas de tiempo a partir del primer meridiano o meridiano de Greenwich. Para hacer el ajuste de longitud hay que conocer la longitud local y la longitud del meridiano estándar de su zona. Se añade con signo + hacia el Este y con signo – hacia el Oeste. Hay que expresar las longitudes en horas minutos y segundos (1 grado = 4 minutos de tiempo).

### *Ajuste de verano/invierno.*

Casi todos los países tienen el tiempo de verano y el de invierno. Se suele añadir una hora en verano. El cambio de horario de verano/invierno es una decisión del gobierno del país.

### *Ajuste de la Ecuación de Tiempo*

La Tierra gira en torno al Sol según la ley de las áreas, es decir no es un movimiento constante, lo cual significa un serio problema para los relojes mecánicos. Así pues se define el tiempo medio (de los relojes mecánicos) como el promedio a lo largo de un año completo del tiempo. La Ecuación de Tiempo es la diferencia entre el «Tiempo Solar Real» y el «Tiempo Medio». Esta ecuación aparece tabulada en la Tabla 1.

## CONVERSIÓN DE TIEMPO

$$\text{Tiempo Solar} + \text{Ajuste Total} = \text{Tiempo del reloj de pulsera}$$

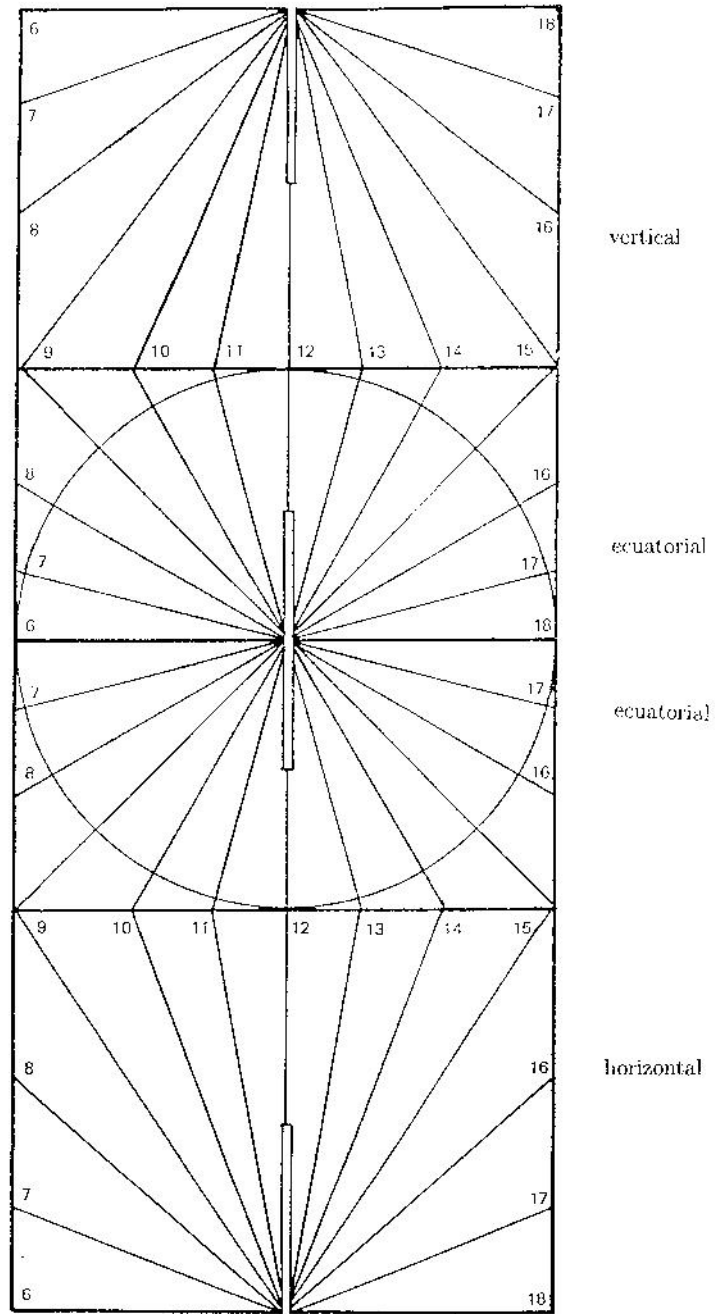
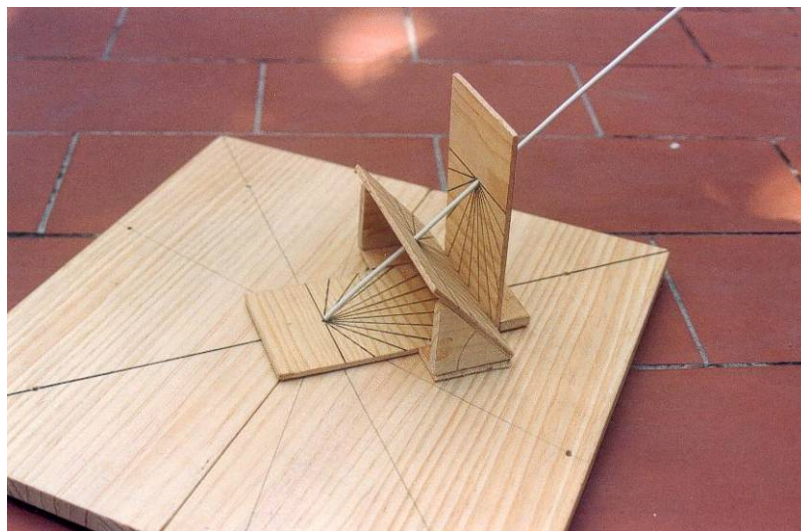
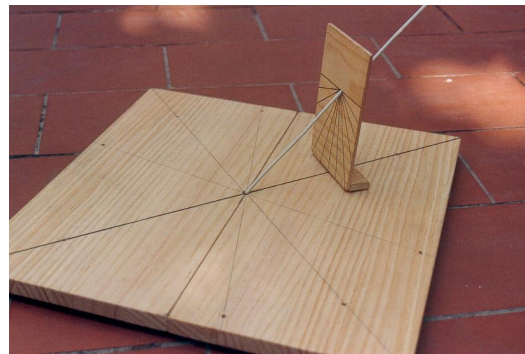
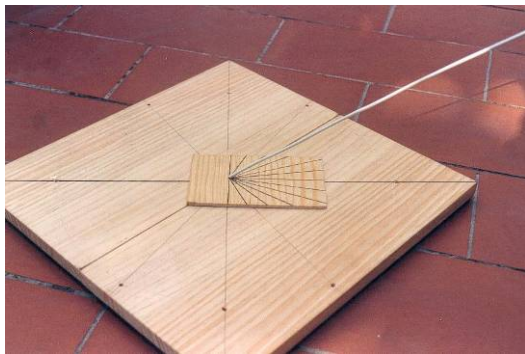
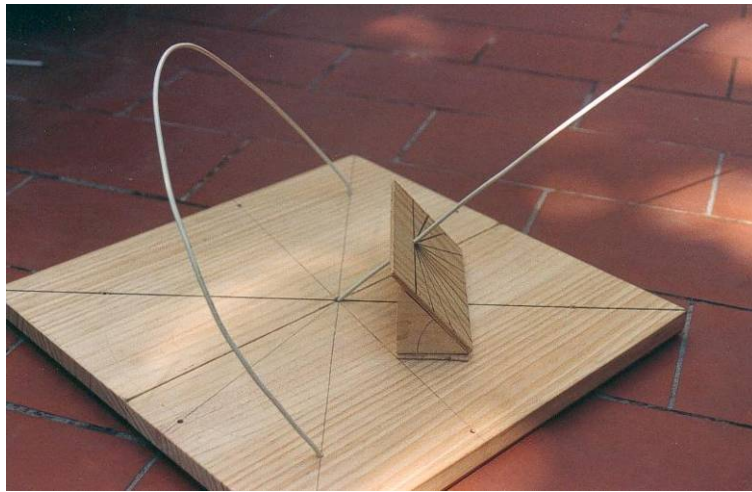


Figura 21: Plano del sistema de los tres relojes recortable (para 40° de latitud).





*Figura 22: Los tres relojes construidos sobre la maqueta*



Tabla 1: Ecuación de Tiempo

días	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1	+3.4	+13.6	+12.5	+4.1	-2.9	-2.4	+3.6	+6.3	+0.2	-10.1	-16.4	-11.2
6	+5.7	+5.1	+11.2	+2.6	-3.4	-1.6	+4.5	+5.9	-1.5	-11.7	-16.4	-9.2
11	+7.8	+7.3	+10.2	+1.2	-3.7	-0.6	+5.3	+5.2	-3.2	-13.1	-16.0	-7.0
16	+9.7	+9.2	+8.9	-0.1	-3.8	+0.4	+5.9	+4.3	-4.9	-14.3	-15.3	-4.6
21	+11.2	+13.8	+7.4	-1.2	-3.6	+1.5	+6.3	+3.2	-6.7	-15.3	-14.3	-2.2
26	+12.5	+13.1	+5.9	-2.2	-3.2	+2.6	+6.4	+1.9	-8.5	-15.9	-12.9	+0.3
31	+13.4		+4.4		-2.5		+6.3	+0.5		-16.3		+2.8

Ejemplo 1: Barcelona (España) el 24 de Mayo.

Ajuste	Comentario	Resultado
1. Longitud	Barcelona está en la misma zona estándar que Greenwich. Su longitud es $2^{\circ}10'E = 2.17^{\circ} E = -8.7m$ ( $1^{\circ}$ es equivalente a 4 m)	-8.7 m
2. Horario de verano	Mayo tiene horario de verano +1h	+ 60 m
3. Ecuación de Tiempo	Leemos la tabla para el 24 de Mayo	-3.6 m
Total		+47.7 m

Por ejemplo a las 12h de tiempo solar, nuestros relojes de “pulsera” señalan  
(*Tiempo solar*)  $12h + 47.7 m = 12h 47.7 m$  (*Tiempo del reloj de pulsera*)

Ejemplo 2: Tulsa, Oklahoma (Estados Unidos) el 16 de Noviembre.

Ajuste	Comentario	Resultado
1. Longitud	El meridiano estándar de Tulsa está a $90^{\circ} W$ . Su longitud es $95^{\circ}58'W = 96^{\circ} W$ , entonces está a $6^{\circ} W$ desde el meridiano estándar ( $1^{\circ}$ es equivalente a 4 m)	+24 m
2. Horario de verano	Noviembre no tiene horario de verano	
3. Ecuación de Tiempo	Leemos la tabla para el 16 de Noviembre	-15.3 m
Total		+ 8.7 m

Por ejemplo a las 12h de tiempo solar, nuestros relojes de “pulsera” señalan  
(*Tiempo solar*)  $12h + 8.7 m = 12h 8.7 m$  (*Tiempo del reloj de pulsera*)

## 7. La orientación

Otro problema que se puede observar en los alumnos es el vinculado a sus dificultades de orientación. En un curso de astronomía general hay que conseguir instruirlos en el sentido de la orientación. Es posible que nuestros alumnos jamás estudien nuevamente astronomía. El mínimo resultado que hay que esperar de un curso (único) de astronomía consiste en que los alumnos sean capaces de reconocer dónde está el Norte, saber que la trayectoria del Sol está sobre el horizonte sur y que los planetas se mueven sobre este horizonte, y en particular que puedan ubicar los diferentes accidentes geográficos de su ciudad. Por ejemplo, sobre el horizonte de Barcelona (Figuras 23 y 24) los estudiantes pueden considerar diversas posibilidades relativas a la posición del Sol, la Luna y ciertas constelaciones sobre el horizonte. Las dos montañas que nosotros vemos están aproximadamente en posición opuesta. Pero para los estudiantes esto no significa nada y normalmente les cuesta distinguir que ciertos dibujos son posibles mientras que otros no se pueden dar jamás. Ellos conocen la teoría, pero la práctica no es suficiente si ellos no entienden las diferentes posibilidades.

La utilización del modelo pensado para resolver los inconvenientes mencionados en el apartado anterior resultó muy eficiente para aclarar muchas cuestiones relativas a la orientación en el horizonte local de una forma que inicialmente no estaba prevista.

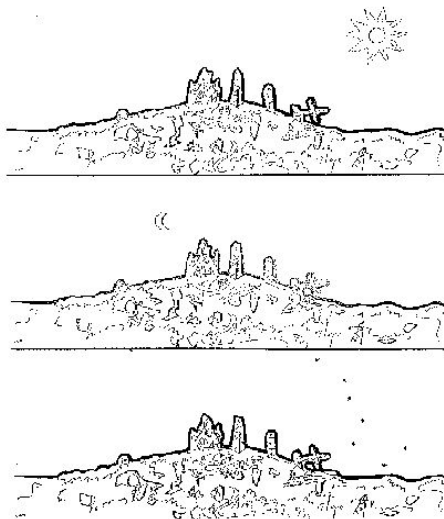


Figura 23 Horizonte Noroeste de Barcelona.

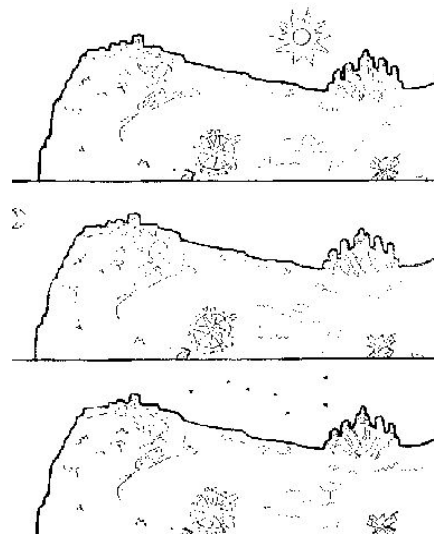


Figura 24 Horizonte Sudoeste de Barcelona.

Es bueno mencionar que este modelo es útil para explicar la situación local de la esfera celeste durante el día y durante la noche. Realmente sirve para comprender mejor el movimiento del Sol (y de otros miembros del Sistema Solar que se mueven en la zona próxima). Usando el modelo propuesto, los alumnos entienden que un astro brillante en la zona de la Polar nunca puede ser un planeta.



Figura 25: El modelo a gran escala en el Parque de las Ciencias de Granada (España).

Es una buena inversión producir un modelo como el explicado a gran escala. En ese caso los alumnos, e incluso los adultos pueden meterse dentro y verificar la posición del Sol en comparación con el ecuador y los paralelos que corresponden al primer día de los solsticios de verano e invierno. En algunos museos de la ciencia ya se han construido este tipo de modelo (Figura 25). Después de usar el modelo los alumnos pueden discernir contenidos que antes no se les habrían ocurrido. Les queda, por ejemplo, muy claro que el Sol no sale y se pone perpendicularmente al horizonte salvo en el ecuador.

## 8. Bibliografía

LANCIANO, N., *Sopra l'orizzonte. Materiali per l'insegnamento dell'Astronomia nella scuola dell'obbligo*, **Laboratorio di Didattica delle Scienze**, Università di Roma "La Sapienza", Roma, 1989.

LANCIANO, N., *Dentro il cielo. Materiali per l'insegnamento e per l'aggiornamento degli insegnanti in Astronomia*. **Laboratorio di Didattica delle Scienze**, Università di Roma "La Sapienza", Roma, 1992.

ROS, R.M., *De l'intérieur et de l'extérieur*, **Les Cahiers Clairaut**, 95, p.1-5, Orsay, 2001.

ROS, R.M., *Laboratorio de Astronomía*, **Tribuna de Astronomía**, 154, p.18-29, Madrid, 1998.

ROS, R.M., *Sunrise and sunset positions change every day*, **Proceedings of 6th EAAE International Summer School**, 177, 188, Barcelona, 2002.

ROS, R.M., CAPELL, A., COLOM, J., *“El planisferio y 40 actividades más”*. Barcelona: Antares, 2005.

Rosa M. Ros

ROS, R.M., LANCIANO, N., El horizonte en la Astronomía, **Astronomía Astrofotografía y Astronáutica**, 76, p.12-20, Madrid, 1995.

# PRACTICAL ASTRONOMICAL ACTIVITIES DURING DAYTIME

*Eric Jackson<sup>1</sup>*

**Abstract:** These daytime astronomy activities arose from research done in New Zealand by a group of teachers and astronomers into the problems of teaching astronomy. This showed that it was generally regarded as a difficult subject to take, traditionally relying on books, films and models. The fortunate may have had a visit to an observatory or planetarium, the adventurous may have attempted an outdoor evening viewing session, which sometimes had weather-related difficulties.

The problem of not having many 'hands-on' activities, the feelings of inadequate knowledge, the felt need for astronomical equipment and expertise become too daunting for many teachers to do the subject justice. If astronomy was to be taught then a way around these difficulties needed to be found. Our group, working with teachers and children using the constructivism teaching approach, found that the principles of astronomy could be discovered during the day when the students are at school. Working co-operatively they measured and recorded observations of their shadows caused by the motions and interactions of the nearest star, the Sun (Sol), and our planet, Earth.

Because children were involved so personally they were much more interested in the results of the study. Astronomy became enthralling and challenging for both teacher and class after applying their daytime experiences to night time viewing at home and reporting back to class.

**Keywords:** Daytime astronomy. Hands-on. Sun-Earth-Moon System.

## ATIVIDADES ASTRONÔMICAS PRÁTICAS DIURNAS

**Resumo:** Estas atividades astronômicas diurnas surgiram de uma investigação feita na Nova Zelândia por um grupo de professores e astrônomos a respeito dos problemas do ensino da Astronomia. Este trabalho mostrou que a Astronomia é geralmente considerada uma disciplina difícil de ensinar, tradicionalmente baseada em livros, filmes e modelos. Os mais afortunados podem ter feito alguma visita a um observatório ou planetário, e os mais avançados podem talvez ter tentado uma sessão de observação noturna, as quais sofrem às vezes de dificuldades relacionadas ao tempo.

O problema de não dispor de suficientes atividades práticas, a sensação de possuir conhecimentos inadequados, a necessidade de dispor de equipamento astronômico e experiência tem sido, em geral, demasiado intimidante para que os professores introduzam a matéria nas suas aulas. Se a Astronomia ia ser introduzida, então era preciso encontrar uma forma de resolver essas dificuldades. Nosso grupo, trabalhando com professores e alunos numa abordagem construtivista, encontrou que os princípios da Astronomia podem ser descobertos durante o dia, enquanto os alunos estão na escola. Trabalhando de forma cooperativa os alunos mediram e registraram observações de suas próprias sombras causadas pelos movimentos da estrela mais próxima, o Sol, e nosso planeta Terra.

Devido ao fato de os alunos se envolverem muito pessoalmente nas atividades, eles ficaram muito mais interessados nos resultados do estudo. A Astronomia passou a ser um desafio para o professor e seus alunos quando aplicaram suas experiências diurnas à observação noturna desde suas casas, relatada depois em sala de aula

**Palavras-chave:** Astronomia diurna. Atividades práticas. Sistema Sol-Terra-Lua.

## ACTIVIDADES ASTRONÓMICAS PRÁCTICAS DIURNAS

**Resumen:** Estas actividades astronómicas diurnas surgieron de una investigación hecha en Nueva Zelândia por un grupo de maestros y astrónomos sobre los problemas de la enseñanza de la Astronomía. Este trabajo mostró que la Astronomía es generalmente considerada una disciplina difícil de enseñar, y tradicionalmente basada en libros, filmes y modelos. Los más afortunados pueden haber efectuado alguna visita a un observatorio o planetario, y los más aventajados pueden tal vez haber intentado una sesión de observación nocturna, las cuales sufren a veces de dificultades relacionadas al mal tiempo.

---

<sup>1</sup> Retired District Science Adviser, and member of the Auckland Observatory Education Committee.  
e-mail: <jackson.e.j@xtra.co.nz>

El problema de no tener suficientes actividades prácticas, la sensación de poseer conocimientos inadecuados, la necesidad de disponer de equipamiento astronómico y experiencia suelen ser demasiado intimidantes para que los profesores introduzcan la materia en sus clases. Si la Astronomía iba a ser introducida, entonces era preciso encontrar una forma de resolver estas dificultades. Nuestro grupo, trabajando con maestros y alumnos dentro de un marco constructivista, encontró que los principios de la Astronomía pueden ser descubiertos durante el día, en cuanto los alumnos están en la escuela. Trabajando de forma cooperativa los alumnos midieron y registraron observaciones de sus propias sombras causadas por los movimientos de la estrella más próxima, el Sol, y nuestro planeta Tierra.

Debido a que los alumnos se involucraron tan personalmente en las actividades, estuvieron mucho más interesados en los resultados del estudio. La Astronomía pasó a ser un desafío para el maestro y sus alumnos cuando aplicaron sus experiencias diurnas a la observación nocturna desde sus casas, reportada después en clase.

**Palabras clave:** Astronomía diurna. Actividades prácticas. Sistema Sol-Tierra-Luna.

## 1. Introduction

Astronomical observations are usually regarded as night-time activities so doing “hands-on” astronomy activities during the day when children are at school or camp may be surprising.

There are two views or explanations of what happens in the sky.

*The earthbound view* — On Earth, our perception is that the sun, stars, and all other natural objects in the solar system move around us from *east to west*. We say that the sun “goes across the sky.”

*The astronaut’s view* — An astronaut looking at the Earth from space sees the Earth rotating from *west to east* as it revolves around the sun. They say that, “it is the earth that is turning.”

This apparent motion of the sky varies depending on where you are on the Earth, so latitude, or where you live is important. To understand our place in space, we need to hold both views in our mind together.

Many teachers who are apprehensive about offering astronomy sessions at night never think of doing something during the day. Before attempting a night astronomy program it is recommended that you establish some principles of astronomy during the day.

## 2. Implementing the Program

A group of teachers and astronomers in New Zealand have produced a series of 9 Daytime Astronomy Activity sheets for children that could be done by individuals or groups at school and explored further at home or camp. These were mainly based on observing and recording shadows, particularly around the time of solar noon.

- Draw my shadow
- Working out solar noon
- Earth turns west to east
- Timing sunlight
- I’m a compass
- Plotting the sun’s path
- How high is the sun?
- My shadow at home
- What is in the sky tonight?

These activities will be intriguing for both students and their teachers to explore, and offers information that most didn't know or understand.

- There are two noons every day — 12 o'clock "standard" time and noon by the sun which is called *Solar Noon*. The sun is half way in time between sunrise and sunset at your location and therefore can also be called *Local Noon*.
- At solar noon (in the Southern Hemisphere) the sun is directly north of your location and all shadows point to the true (geographic) South Pole.
- If a person stands with their back to the sun at solar noon, their shadow lies along a line from the true North Pole to the true South Pole through the place where they are standing. Their heels point north and their head's shadow points true south.
- Being the true or geographic poles raises the issue of the magnetic poles and the difference between them. People can use their shadows as the basis for a compass to determine directions.
- At solar noon we say that, "The sun is on the meridian<sup>1</sup>"— and that it is noon. Before then, the sun is before the meridian, or *ante meridian* (a.m.). After then, the sun is past the meridian, or *post meridian* (p.m.) and is *afternoon*.
- The length of the person's solar noon shadow is directly related to the season. Short shadows occur in the summer; long shadows in winter.

Arising out of these points are some basic observations upon which many astronomical understandings are built. These observations set the scene for night-time observations by the students at home.

- At solar noon local time, the meridian is on the sun. All shadows point to the nearest pole and are aligned true north/south.
- The sun appears to move in a wide band across the sky between the longest and shortest days (the solstices). The azimuth of its rising and setting along the horizon changes daily.
- Along this band (the ecliptic) are found the moon, all the planets, and the constellations of the zodiac.
- The altitude of the sun at solar noon increases from the shortest to longest day and decreases back to the shortest day. This is related to the earth's orbit around the sun, creating the seasons.
- Working with altitude and azimuth makes it easier to understand right ascension and declination.

When students discover that solar noon is different to clock noon and that their shadows point to the South Pole at solar noon is a most significant finding and will lead to many questions and research showing that this method has the prospect to make the introduction to astronomy an exciting daytime experience.

---

<sup>1</sup> The meridian is an earthbound concept; the correct observation is the 'meridian is on the Sun'.

The nearest star is the Sun (Sol<sup>2</sup>), the nearest planet is Earth, and the nearest moon is our moon. All three can be seen during the day. By understanding the motions and interaction of them helps explain what is happening daily, nightly, seasonally, and yearly, and how eclipses and tides occur.

### 3. Confusing Conventions

When it comes to talking about astronomy, there are two problems that are worldwide.

*The first*, is that the *traditional ideas* we use to describe what the sun does in the sky every day, are misleading, e.g. the sun does not "go across the sky", nor "is overhead at noon" outside of the tropics.

*The second*, and much more serious, is that *by convention* north is accepted as the "top". From this, much of our understanding about our position on the earth and its associated vocabulary has arisen. We commonly talk about being "down under" or going "up north". As there is no top or bottom in space it is just as correct to have the South Pole at the "top", and much more helpful when relating the view above, to the Earth below. Many people have difficulty with this idea because our astronomical vocabulary and models are Northern Hemisphere based. It is important to develop a Southern Hemisphere mental model if we live there.

*Traditional ideas* and *convention* are confusing to children. What they see is often different from what they are told.

Many books about astronomy depict the Northern Hemisphere view of the moon and constellation patterns which are upside-down to viewers in the Southern Hemisphere. Therefore traditional zodiac star patterns make little sense to most children. Probably the star pictures of the indigenous people of Southern Hemisphere countries would be more relevant.

### 4. Children's Constructions

This series of practical "hands on" daytime activities came about as a result of working with children. Many of their explanations, arising from their observation of daily and seasonal celestial changes are intuitive, constructed by themselves from their own observations, from their peers, from answers given by adults, and information from other sources<sup>1</sup>. Many of their constructions are incorrect and grow into strongly held alternative conceptions that become the "default settings" to which children will return even after being given more acceptable and correct information. These "settings" are not peculiar to the children; they are embedded in the general population.

So, how can these 'default setting' be upgraded?

We found that getting children to do activities that introduced some very basic understandings of daily events ignited their interest, excitement and enthusiasm for further involvement.

There is nothing more important to children than themselves.

Attached are the nine pages of the Daytime Activities. The following are comments on those activities.

---

<sup>2</sup> The name of the Sun is Sol so that words containing 'Sol' have some connection with the Sun. On Mars days are known as 'Sols'.



- *DRAW MY SHADOW*

The activities start with pairs of students drawing around each other's shadows over a 2 hour period.

*Different frames of reference:* The students were intrigued by their shadow's movement and size. When asked, "Why are the shadows changing?"

Two common answers were given. Because "The sun's going across the sky" or "It's the earth that's turning".

The first is the *earthbound view* .

The second is the *astronaut's view*.

- *WORKING OUT SOLAR NOON*

The second activity is based on a surprising event, 'Solar' or local noon.. This is different from clock noon, and is usually after 12 midday and, with daylight saving, it may be later than 1:30 p.m. particularly in increasingly southern latitudes.

The time of solar noon can be worked out from sunrise and sunset times given in newspapers, Astronomical Yearbooks or downloaded from the web site <<http://www.sunrisesunset.com>>. This website also gives the changing lengths of daylight for each month. To get sunrise and sunset times for your place you need know your latitude and longitude.

- *EARTH TURNS WEST TO EAST*

This is a Southern Hemisphere activity where the globe is turned with the South Pole at the 'top' and rotated so that your country is in sunlight. The model person (give it a name) stands on your place in the country facing north with arms outstretched; right hand pointing east and left hand west. Position the globe in sunlight so that the bright spot (the sun's reflection) is in the tropics (the ecliptic) and eastwards of the model. Their shadow should point about southwest (about 220°). This should be the same as the shadow of a student on the ground outside at this time.

The 'earth' turning eastwards means that it is turning towards the sun and away from night.

While holding the globe steady turn it eastwards until the model is facing the bright spot (north) and their shadow is pointing towards the South Pole. This represents solar noon.

Turn the globe again so that the model's shadow is now pointing about southeast (135°).

- *TIMING SUNLIGHT.*

The relevance of this activity is for the students to be involved with a time interval for sunlight to travel the 150,000,000 km from the sun to illuminate the earth. This is to compare with the time of 4 years that light from the next nearest star (Alpha Centauri) takes to reach Earth.

- *I'M A COMPASS*

*Directions from the sun* - The sun is true north at Solar Noon and all shadows point to the South Geographic Pole. This means that students can use their shadow as a compass. This activity can also be used to highlight the difference between geographic or 'true' bearings and magnetic bearings.

The solar noon shadow occurs when the sun is at its zenith for that day and the meridian (the imaginary line in the sky running overhead from north to south) is on the sun. If a student stands facing the sun at this time they are looking north.

By stretching their hands out sideways to shoulder height, their right hand points to east and a.m. and the left hand points to west and p.m. The meaning of these abbreviations now makes sense. Ante (before) the meridian and Post (after) the meridian. The meridian is also the noon line so the student will observe morning (when the sun is before noon, become noon, then afternoon. These observations give meaning and understanding to those words.

Measuring the changing angle of the student's shadow at hourly intervals will show the rate of the rotation of the earth at  $15^\circ$  (being  $360^\circ$  divided by 24 hours). The relevance of this measurement is to show that the apparent movement of celestial objects across the sky during the day and night is caused by the turning of the Earth.



- *PLOTTING THE SUN'S PATH*

There is a common alternative conception that the sun rises in the east and sets in the west every day but this only happens twice a year; on the equinoxes. For half the year sunrises and sets are north of east and west and the other half, south of east and west. The bearing of sunrise and sunset and the elevation of the sun at its zenith, when on the meridian, are related to its position north and south of the Equator. The apparent movement of the sun across the sky each day is an arc that reduces slightly each day from the summer solstice down to the winter solstice and increases up to the summer solstice again. It is important that students understand that this "sun, moon and planets band" is the view out to the solar system from your place. Once students are shown how to determine it, night-time astronomy is much easier and much more rewarding.

The solar system is a fried egg!

Comparing the solar system with something that is familiar can make sense to students. The sun (the yoke) is in the centre with the planets in the 'white' on the same plane.

- *HOW HIGH IS THE SUN?*

This activity is for students to record their solar noon shadows on a three metre length of paper. They then hold the end of a length of string on the top of their head and the other end is stretched out to the ‘top’ of the shadow of their head. Use a protractor to measure the angle between the string and the ground. What in fact being measured is the altitude or elevation of the Sun.



We found that getting students to do activities that introduced some very basic understandings of daily events stimulated their interest, excitement and enthusiasm for further involvement.

Daytime Astronomy is relevant to several aspects of school curricula; Mathematics and Statistics, Science, Technology, Geography and Social Studies. It gives the opportunity for some practical observations, recording, measurement, prediction, tables of data, statistics, making and using models.

The length of the solar noon shadow is related to the season and determined by the elevation of the sun, the height of the observer, and their latitude.

The length of daylight is related to the season, determined by the latitude of the place and the azimuths of sunrise and set along the eastern and western horizons between the winter and summer solstices.

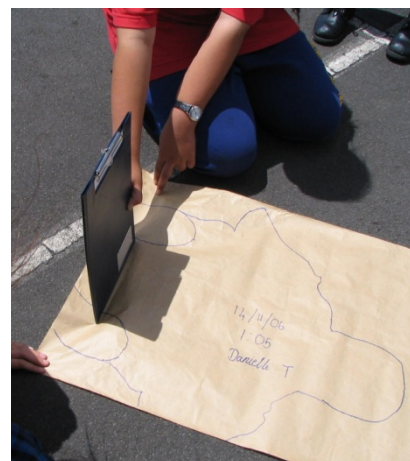
A problem arising from this ‘shadow on the paper’ is assessing the area of the shadow. Assuming that the incoming energy from the sun is the same year round at about  $1366 \text{ w/m}^2$  it can be shown that its heating affect is determined by the angle of incoming light, how much is reflected from the surface, and the length of exposure. The area of the shadow is smallest in summer (the light most concentrated) and greatest in winter (the light most spread out). When this is related to the length of daylight in each season it is easier for students to make the connection between the altitude or elevation of the sun, the length of daylight and of course the length of darkness.

To understand why the temperature of each season changes can be illustrated by measuring the area of shadows cast by objects.

Because it is difficult to measure the area covered by a student’s shadow this activity makes it possible by using the ratio of the shadow of a known size. In this case an A4 folder ( $24\text{cm} \times 37\text{cm} = 888 \text{ cm}^2$ ).

The area covered by the shadow cast by an object is related to the elevation of the sun.

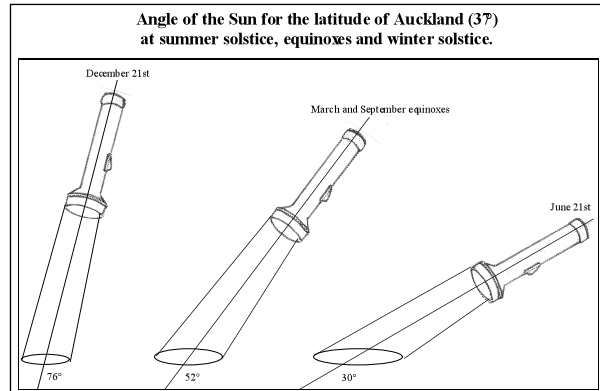
In winter the sun is low in the sky. Incoming sunlight (and heat) is spread out over a larger area for maybe only  $9\frac{1}{2}$  hours. Being low more light and heat are reflected and with night being  $14\frac{1}{2}$  hours long more heat is lost into the sky, compounding the loss each day.



The higher the elevation the smaller the shadow.

In summer the sun is high in the sky. Incoming sunlight (and heat) is concentrated over a smaller area for maybe 14½ hours each day. Being high less light and heat are reflected and with night being 9½ hours long less heat is lost into the sky, compounding the gain each day.

At the summer solstice (December 21<sup>st</sup>), the sun reaches its greatest elevation and the shadows are the shortest that they get for your location. They lengthen slightly each day as the noon altitude of the sun decreases until the winter solstice (June 21<sup>st</sup>). Then the sun at its lowest elevation and shadows are at their greatest length. The difference between the highest and lowest noon elevation of the sun is 47°, being twice 23.5°. This 23.5 degrees is the tilt of the earth relative to its orbit around the sun.



There are some very good science teaching opportunities regarding how the angle of incidence and reflection of the sun's rays is related to the amount of heat absorbed or reflected, which, throughout the year determines the warmth or coldness of the seasons.

- *MY SHADOW AT HOME*

The reason for introducing students to the activities during the day at school is to have them practice them for repeating them at home and report back to school what they have seen.

- *WHAT IS IN THE SKY TONIGHT?*

When students can be shown where to look in the night sky and start to find some significant stars it is a great way to introduce them to astronomy.

## 5. Final Remarks

We've given students something more than just doing activities. It is an introductory technique to allow them to make their own observations and report back to their peers their "astronomical discoveries".

These Daytime Astronomy activities developed into Pipehenge, an astronomical climbing frame, but that is another story.

## 6. References

OSBORNE, R, FREYBERG, P., **Learning in Science: the implications of children's science**, Auckland: Heinemann, 1985.

DRIVER, R., **Making Sense of Secondary Science: Research into Children's Ideas**, London: Routledge, 1994

BRUCE WARD, R., SADLER, P. M., SHAPIRO, I. I. Learning Physical Science through Astronomy Activities: A Comparison between Constructivist and Traditional Approaches in Grades 3-6, **The Astronomy Education Review**, Issue 2, Volume 6:1-19, 2008.

DANAIA, L., MCKINNON, D., Common Alternative Astronomical Conceptions Encountered in Junior Secondary Science Classes: Why Is This So?, **The Astronomy Education Review**, Issue 2, Volume 6: 32-53, 2008.

## 7. Useful web sites.

<<http://www.skyandtelescope.com>>

<<http://www.skymaps.com>>

<<http://www.pipehenge.com>>

<<http://www.stardome.org.nz>>

<<http://www.astrosociety.org>>

<<http://www.sunrisesunset.com>>

# DAYTIME ASTRONOMY

Daytime 1

Daytime 1 - 9 introduce students to a series of astronomical observations and activities during the day while they are at school. They lead to students doing their own night-time observations at home.

## DRAW MY SHADOW

**Required:** chalk, students, sunny day, paved area outside.

### Do this 1st

At 9.30 a.m. on a day that is likely to remain sunny, take the group outside to an open paved area clear of any trees and buildings that may cast shadows in that area later. Working in pairs, the students draw with chalk around each other's shadows and their shoes (so they can stand back in the same position later). The students should print their names and the time on their shadow outlines.



At 10 a.m. the students should stand back in their shoe outlines, draw around their shadows again and record the time.

Repeat this activity at 10.30 and discuss possible reasons why the shadows changed.

Get each student to draw a circle on the ground where they guess the shadow of their head would be at 11 o'clock.

At 11 the students should stand in their shoe outlines again to see how close the shadow of their heads were to their guesses. Draw around their shadows again.

### Do this later

It is likely that the students will want to keep recording their shadows until later in the day. Then ask them to draw a line connecting the top of the shadows of their heads. The point along the line where the shadow would have been shortest was when the Sun was halfway between sunrise and sunset and was on the meridian for your place. This was the time of solar noon\*. All shadows cast at solar noon point to the true South Pole.

### On another day

Alternatively a series of observation may be done as a separate activity on a later occasion by starting the observations at, say 11 a.m. and doing them every half hour until 1 p.m. Draw a line across the top of the heads (as above) and determine solar noon. (During daylight saving or summer time make all observations one hour later in order to cover solar noon).

#### Note:

\*There are two noons every day. 'Clock' noon (12 o'clock) and Solar noon when the Sun is half way in time between sunrise and set at your location.

Identifying solar noon and shadow direction (true south) are critical for most of the other following activities.

Discovering that there is such a daily event as solar noon and that all shadows at this time point to the true South Pole will be new to most students and teachers.

**Vocabulary:** shadows, solar noon, South Pole



# DAYTIME ASTRONOMY

Daytime 2

Daytime 1 - 9 introduce students to a series of astronomical observations and activities during the day while they are at school. They lead to students doing their own night-time observations at home.

## WORKING OUT SOLAR NOON (From the Weather section of a daily newspaper).

**Required:** Daily newspaper

Solar noon is when the Sun is half way in time between sunrise and sunset.

From sunrise and sunset times given in the weather section of a daily newspaper e.g.:-

**Sunrise** 6:44 a.m.

**Sunset** 6:02 p.m.

work out the time of solar noon by using this method:

From 12 noon subtract sunrise time (e.g. 6:44 a.m.) and add sunset time (e.g. 6:02 p.m.).

**Important: Remember to calculate in hours and minutes.**

$$12:00 - 6:44 = 5:16 + 6:02 = 11:18$$

There are therefore 11 hours and 18 minutes of sunlight for this day.

Divide your answer (i.e. 11:18) in half (5:39), and add it to the sunrise time (i.e. 6:44).

$$11:18 \div 2 = 5:39 + 6:44 = 12:23$$

Therefore 12.23 p.m. is solar noon in this example.

The meridian is on the Sun, which is half way between sunrise and sunset.

The Sun is on true north at this time and all shadows point to the true South Pole.

Can the students work out other ways for finding solar noon, e.g. try 24 hour clock time.

**Note:**

During the period of daylight saving, solar noon may be as "late" as 1.50 p.m.

**Vocabulary:** meridian, solar noon, sunrise, sunset.

# DAYTIME ASTRONOMY

Daytime 3

Daytime 1 - 9 introduce students to a series of astronomical observations and activities during the day while they are at school. They lead to students doing their own night-time observations at home.

## EARTH TURNS WEST TO EAST

**Required:** A globe of the Earth with the South Pole at the 'top', a model person

To show that it is the turning of the Earth from *west* to *east* that makes the shadows change as the Sun appears to move from east to west.

Have the students stand with their backs to the Sun.

Kneel facing them holding a globe of the Earth by the South Pole with South America in sunlight. Draw attention to the bright spot on the globe.

Ask "What is making it?" (It is a reflection of the Sun). As you turn the globe ask the students to watch the spot and notice if it moves. Can the students work out which way the globe must turn to make the Sun appear to travel across the South America from the Atlantic to the Pacific.

Make a 2-3 cm model of the head, arms and body of a person (a class member) from plastercine or blutac and stand it on your place on the globe.

Hold the globe in the Sun in the same way as for the "spot on the globe". Notice that the model makes a shadow on the globe as it is turned.

### 1. Morning shadow

Hold the globe in sunlight with the bright spot of the Sun in the tropics. Stand the model so that it faces north, right hand pointing east and left hand west.

Turn the globe so that the shadow points toward the south west. Note that the bright spot (reflection of the Sun) is east of the model. Compare this with students' morning shadows outside.

### 2. Noon shadow (Solar noon)

Turn the globe so that the model faces the Sun. This is the same as a student standing outside facing the Sun. Note that the bright spot is true north of the model. Their shadow points true south (towards the South Pole) The Earth is turning eastwards towards afternoon.

### 3. Afternoon shadow

Turn the globe so that the Sun is west of the model. Note that the bright spot is west of the model. To the east the Earth is moving into darkness. To the west the Earth is brighter as the Sun goes "over the horizon"





# DAYTIME ASTRONOMY

Daytime 4

Daytime 1—9 introduce students to a series of astronomical observations and activities during the day while they are at school. They lead to students doing their own night-time observations at home.

## TIMING SUNLIGHT

**Required:** Stop watch.

While talking to the group outside ask if someone has a stopwatch function, or a large second hand on their watch and can time 8 minutes for you from the time that you clap your hands.

Get them to tell you when to start. Clap your hands once.

Tell the time keeper to let you know when 7 minutes and 40 seconds has past so that the group can count down the last 20 seconds when everyone will clap their hands once.

Tell the group that in 8 minutes something amazing is going to happen.

Go on with Daytime 5 (I'm A Compass) activity in the meantime.

Ask the timekeeper occasionally how much time has passed or how much is left of the 8 minutes.

Get the group to count down the 20 seconds and everyone claps their hands once.

Get the students to look around and tell you some things that they can see. Accept 4 or 5 then ask, "Why can you see them"? Several answers will be given, such as, "We've got eyes", "Because they are there". "It's daylight". Seek several explanations.

If an answer is given including light ask where the light came from.—"The Sun". "How long did the light take to get here from the Sun?" "8 minutes".

Tell the group. "The light arriving around us now left the Sun just over 8 minutes ago and has travelled 150,000,000 kilometres to get here. That is at the speed of light (300,000 kilometres per second).

That light has come from our nearest star the Sun.

The next nearest star that we can see in the Southern Hemisphere is Alpha Centauri; the outer Pointer to the Southern Cross. Its light takes 4 years to travel to Earth.

The nearest star in the Northern Hemisphere is Sirius. The light seen from Sirius takes 9 years to get here.

# DAYTIME ASTRONOMY

Daytime 5

Daytime 1 - 9 introduce students to a series of astronomical observations and activities during the day while they are at school. They lead to students doing their own night-time observations at home.

## I'M A COMPASS

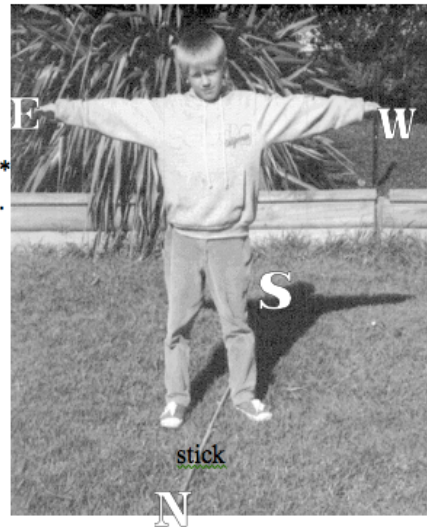
**Required:** orienteering compass, a 2 metre stick, solar noon shadow

At solar noon have the students stand facing the Sun.  
(They will be facing true north, true south is behind them).

By raising their left hand out sideways they will point to west and the western horizon.\*  
Their raised right hand will point to east and the eastern horizon.\*  
It is important that every one should practice this for use later on.

Place a magnetic compass in the middle of the solar noon shadow and note:-

1. in which directions the head and shoes of the shadow lie.\*<sup>2</sup>
  2. the time at which the shadow was shortest.\*<sup>3</sup>
- Find out the magnetic variation for your place.



### Note:

In the Southern Hemisphere the Sun appears to travel from the eastern horizon to the western horizon via north.

\*<sup>1</sup> Standing in this position the student has used their body as a compass to show the four cardinal points. Discuss what they are and their degrees. Also, their right hand point to starboard and their left hand to port (in the Southern Hemisphere). This activity can be used to introduce map reading, orienteering and navigation.

\*<sup>2</sup> The magnetic compass points to magnetic north and south poles which are different from true or geographic north and south poles. This may be the first time that the students have learnt that there is a difference between the two norths. On a globe of the Earth point to the geographic poles and find magnetic north and south poles.

\*<sup>3</sup> Shortest shadows of each day always occur at solar noon when the Sun is at its highest point, half way between sunrise and set at the place where you live. This time varies throughout the year depending on the season and time changes, such as daylight saving, and is usually after "clock" noon.

**Vocabulary:** daylight saving, horizon, magnetic variation, meridian, navigation, orienteering, port, starboard, solar noon, summer time,

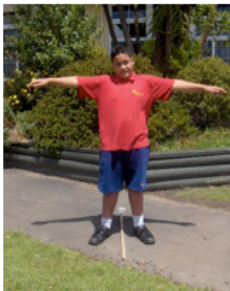
# DAYTIME ASTRONOMY

Daytime 6

Daytime 1 - 9 introduce students to a series of astronomical observations and activities during the day while they are at school. They lead to students doing their own night-time observations at home.

## PLOTTING THE SUN'S PATH

**Required:** solar noon shadow, stick or string



Repeat Daytime 5 activity at a solar noon time with the students raising their hands out sideways to point to the western and the eastern horizons.

By bringing their outstretched right hand above their face to touch their outstretched left hand they will make the path that the Sun appears to take across the sky.



The students should practice this for use at home later.

### Do this at home

When this activity is done at solar noon at home over the weekend, the students are able to set up a north-south line at their place. They should mark it somehow (with a string or stick).

### Note:

Solar noon is when the Sun is half way in time between sunrise and set at the place where you live. The time of solar noon changes slowly from week to week and varies throughout the year depending on the season and time changes, such as daylight saving, and is usually after "clock" noon. The students should know when solar noon is for the coming weekend at home.

### Do this next

Have the students find out which meridian is used for determining the time for your place. Discuss how "daylight saving" or "summer time" works.

**Vocabulary:** daylight saving, horizon, meridian, solar noon, summer time.



# DAYTIME ASTRONOMY

Daytime 7

Daytime 1 - 9 introduce students to a series of astronomical observations and activities during the day while they are at school. They lead to students doing their own night-time observations at home.

## HOW HIGH IS THE SUN?

**Required:** protractor, tape measure, 3 metre length of paper, string, solar noon shadow.

Have a volunteer stand on the end of a three metre length of paper at or near solar noon looking at their shadow.

Draw around the shadow. Run a string from the top of their head to the top of the shadow of their head. Use a protractor to measure the angle where the string meets the ground. Record the students name, date, angle and time.

Is there any difference between the angles measured for the shortest and tallest people in the group<sup>1</sup>?

Does the angle change if the activity is done at other times between 9 a.m. and 3 p.m.?

Keep the paper for repeating the activity at later month's time to compare results.



### **NOTE:**

<sup>1</sup>The angle for each student should be the same which will be a surprise, because what is actually being measured is the height of the Sun. This activity is usually done at school over a period of weeks to observe the changing height of the Sun as the seasons change.

This is an interesting activity because there is a relationship between the length of their shadow and their height, and the length of the shadows cast by other objects and their height. Can they work out the height of some of those objects such as a flag pole or tree?

Would the students expect there to be any difference in the height of the Sun at other seasons? If so, what would they be?



This activity is best started near one of the solstices as the path of the Sun gets lower in the sky as the winter solstice approaches (June 21<sup>st</sup>) when the Sun reaches its northern most point (the Tropic of Cancer). And higher towards the summer solstice (December 21<sup>st</sup>) when it reaches its southern most point (the Tropic of Capricorn). The band across the sky between the two paths is called the plane of the ecliptic or the path of the moon, planets and constellations of the zodiac.

As the solar noon angle of the Sun gets lower in the sky the length of daylight get less.

As the solar noon angle of the Sun gets higher in the sky the length of daylight increases.

**Vocabulary:** angle, arc, Cancer, Capricorn, constellations, decreasing, ecliptic, increasing, measurement, protractor, solstice, tropic, zodiac

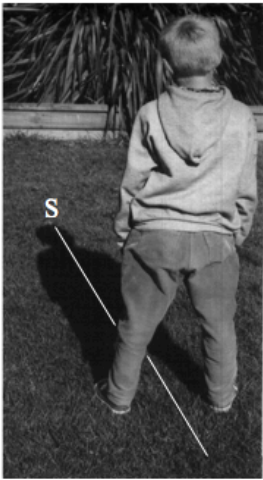
# DAYTIME ASTRONOMY

Daytime 8

Daytime 1 - 9 introduce students to a series of astronomical observations and activities during the day while they are at school. They lead to students doing their own night-time observations at home.

## MY SHADOW AT HOME

**Required:** solar noon shadow, stick or string.



At school get the students to stand outside at solar noon with their backs to the Sun and facing their shadows.

(By now the students should know that at solar noon all shadows point to the South Pole).

Get them to practice this a few times and mark it with a string or stick.

Work out the time of solar noon for the weekend so that the students can mark a line at home from their heels to their head with a string or stick.

They will have set out on the ground at their place, a north/south line. This line should have a reasonably clear view to the north and south for making observations at night.

Get the students now to practice making a circle around their eyes and nose by touching the tips of their thumbs and middle fingers together.

When the student does this on their line at home the Southern Cross will be inside this circle.



**Note:**

When students discover that a north/south line can be made at solar noon, can use it for compass bearings and for introducing a simple method of finding their way around the heavens, they are well on the way to doing some practical astronomy.

**Vocabulary:** astride, circumpolar, South Celestial Pole, Southern Cross

# DAYTIME ASTRONOMY

Daytime 9

Daytime 1 – 9 introduce students to a series of astronomical observations and activities during the day while they are at school. They lead to students doing their own night-time observations at home.

## WHAT IS IN THE SKY TONIGHT?

**Required:** A north/south line at home

Have the students stand astride their home line just after dusk, **facing north**, raising their hands out sideways and bringing their outstretched right hand above their face to touch their outstretched left hand they will make the path of the Moon, planets and constellations of the zodiac. Bright objects along this path, besides the Moon, could be planets. The constellation of the zodiac for the season will also be seen along the path. To find them a sky map\* would be useful.

**Facing south** and making a circle around their eyes and nose by touching the tips of their thumbs and middle fingers together the Southern Cross will be inside the circle. When a student does this at home the light that they see arriving from Alpha Centauri (the outer pointer of the Southern Cross) left there when they were 4 years younger that they are now!

All the stars inside the circle are circumpolar; they move around the South Celestial Pole (SCP).

The bright stars Achernar and Canopus are also around the circle.

**Note:**

When students discover that a north/south line can be made at solar noon, can use it for compass bearings and for introducing a simple method of finding their way around the heavens, they are well on the way to doing some practical astronomy.



\* You can find positions of these for any location or time in Astronomical Yearbooks or at websites such as [www.skymaps.com](http://www.skymaps.com) or [www.skyandtelescope.com](http://www.skyandtelescope.com).

**Vocabulary:** Achernar, astride, Canopus, circumpolar, South Celestial Pole, Southern Cross