

31

CADERNOS SBPC



PROJETO CTS 4
ASTRONOMIA
GUIA DIDÁTICO

Enseñanza de la Astronomía
"Observación conjunta
del Equinoccio de marzo"



Ensino da Astronomia
"Ação conjunta de observação
do equinócio de março"

2 0 0 9

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA

Diretoria 2007/2009

Presidente Marco Antonio Raupp

Vice-Presidentes Helena Bonciani Nader e Otávio Guilherme Cardoso Alves Velho

Secretário-Geral Aldo Malavasi

Secretários Vera Maria Fonseca de Almeida e Val, Dante Augusto Couto Barone e Rute Maria Gonçalves de Andrade

1º Tesoureiro José Raimundo Braga Coelho

2º Tesoureiro Lisbeth Kaiserlian Cordani

Presidentes de Honra

Aziz Nacib Ab'Saber
Darcy Fontoura de Almeida
Ennio Candotti
Francisco Mauro Salzano

José Goldemberg
Oscar Sala
Ricardo de Carvalho Ferreira

Sérgio Henrique Ferreira
Sérgio Mascarenhas Oliveira
Warwick Estevam Kerr

Conselho | **Membros efetivos**

Aziz Nacib Ab'Saber
Ennio Candotti

José Goldemberg
Oscar Sala

Sérgio Henrique Ferreira
Warwick Estevam Kerr

Área A

Adalberto Luis Val (AM) (2007/11)
Antônio José Silva Oliveira (MA) (2005/09)
Luiz Carlos de Lima Silveira (PA) (2005/09)

Área B

Jailson Bittencourt de Andrade (BA) (2007/11)
Celso Pinto de Melo (PE) (2007/11)
José Antonio Aleixo da Silva (PE) (2005/09)
Lindberg Lima Gonçalves (CE) (2005/09)
Mário de Sousa Araújo Filho (PB) (2005/09)
Amílcar Baiardi (BA) (2007/09)

Área C

Isaac Roitman (DF) (2007/11)
Paulo Sérgio Lacerda Beirão (MG) (2007/11)
Fernanda Sobral (DF) (2005/09)
Lúcio Antonio de Oliveira Campos (MG) (2005/09)

Área D

Luiz Pinguelli Rosa (RJ) (2007/11)
Ingrid Sarti (RJ) (2007/11)
Roberto Lent (RJ) (2005/09)

Área E

Amélia Império Hamburguer (SP) (2007/11)
Carlos Alberto Vogt (SP) (2007/11)
Dora Fix Ventura (SP) (2007/11)
Regina Pekelmann Markus (SP) (2005/09)

Área F

Sérgio Bampi (RS) (2007/11)
Carlos Alexandre Netto (RS) (2005/09)
Euclides Fontoura da Silva Jr. (PR) (2005/09)
Zelinda Maria Braga Hirano (SC) (2005/09)

Secretários Regionais e Seccionais | **Mandato 2006/2008**

Área A

Jose Pedro Cordeiro (AM)
José Maurício Dias Bezerra (MA)
Silene Maria Araújo De Lima (PA)
Paulo Henrique Lana Martins (TO)

Área B

Alberto Brum Novaes (BA)
Armênio Aguiar Dos Santos (CE)
Josemir Camilo De Melo (PB)
Ivan Vieira De Melo (PE)
Paulo Muniz Lopes (Seccional De Caruaru/PE)
Joaquim Campelo Filho (PI)

Área C

Flávio Botelho (DF)
Reginaldo Nassar Ferreira (GO)
Ione Maria Ferreira De Oliveira (MG)

Área D

Adalberto Moreira Cardoso (RJ)

Área E

Suzana Salem Vasconcelos(SP-I)
João Ernesto De Carvalho (SP-II)

Área F

Marcos Cesar Danhoni Neves (PR)
Maria Suely S. Leonart (Seccional de Curitiba/PR)
Maria Alice Oliveira Da Cunha Lahorgue (RS)

PROJETO CTS 4
ASTRONOMIA
GUIA DIDÁTICO

CADERNOS SBPC



Enseñanza de la Astronomía
**“Observación conjunta del
Equinoccio de marzo”**

Ensino da Astronomia
**“Ação conjunta de observação
do Equinócio de março”**

JUNHO 2009



Responsables del Proyecto | Responsáveis pelo Projeto

Néstor CAMINO (Esquel, Argentina)

Maria Helena STEFFANI (Porto Alegre, Brasil)

Alejandro GANGUI (Buenos Aires, Argentina)

Andrea SÁNCHEZ (Montevideo, Uruguay)

Maria de Fátima OLIVEIRA SARAIVA (Porto Alegre, Brasil)

Organización | Organização

Lisbeth CORDANI (São Paulo, Brasil)

Introducción.....	6
Objetivos generales del proyecto.....	8
Objetivos específicos de la actividad	10
Descripción de la experiencia	12
Aspectos metodológicos	16
Aspectos teóricos, técnicos y didácticos	20
Aspectos sociales	22
Algunos resultados valiosos.....	26
Guía de trabajo para el desarrollo de la experiencia	42
Elementos para la fundamentación teórica de la experiencia.....	66

Introdução	7
Objetivos gerais do projeto.....	9
Objetivos específicos da atividade	11
Relatório da experiência	13
Aspectos metodológicos	17
Aspectos teóricos, técnicos e didáticos	21
Aspectos sociais.....	23
Alguns resultados valiosos	27
Guia de trabalho para o desenvolvimento do experimento.....	43
Elementos para a fundamentação teórica do experimento	67

INTRODUCCIÓN

El Proyecto “Observación conjunta del Equinoccio de marzo” surge a partir del Grupo de Trabajo sobre Enseñanza de la Astronomía, reunido en el marco de la Reunión CTS 4, (Ciencia, Tecnología y Sociedad 4), realizada en Porto Alegre, Brasil, entre los días 24 y 26 de noviembre de 2008. CTS 4 fue organizada en conjunto por la Sociedad Brasileira para el Progreso de la Ciencia (SBPC, Brasil), por la Asociación Ciencia Hoy (Argentina), por la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC, Argentina) y por la Sociedad Uruguaya para el Progreso de la Ciencia y la Tecnología (SUPCYT, Uruguay).

La presente Publicación busca ser una forma para compartir con otros docentes, investigadores y estudiantes de profesorado de Latinoamérica los resultados de la citada experiencia, y un mensaje optimista para que la Astronomía y las Ciencias en general recuperen su lugar en las aulas de nuestra región americana.

O projeto “Ação conjunta de observação do equinócio de março” surgiu a partir do Grupo de Trabalho sobre Ensino da Astronomia, organizado por ocasião da Reunião CTS 4 (Ciência, Tecnologia e Sociedade 4), realizada em Porto Alegre, Brasil, entre os dias 24 e 26 de novembro de 2008. Esta reunião foi organizada em conjunto pelas seguintes Sociedades Científicas: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC, Brasil), Asociación Ciencia Hoy (Argentina), Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC, Argentina) e Sociedad Uruguaya para el Progreso de la Ciencia y la Tecnología (SUPCYT).

Esta publicação é uma forma de compartilhar com outros docentes, pesquisadores e estudantes de licenciatura da América latina os resultados da experiência realizada, com uma mensagem otimista para que a Astronomia e as Ciências de maneira geral recuperem seu lugar nas salas de aula de nossa região americana.

Objetivos generales del proyecto

- Fortalecer los vínculos entre investigadores y docentes en Enseñanza de la Astronomía de Argentina, Brasil y Uruguay, en el marco del Programa Ciencia-Tecnología-Sociedad CTS 4.
- Iniciar acciones para formar una red de vínculos institucionales permanentes tendiente a fortalecer la investigación y las acciones didácticas compartidas en Enseñanza de la Astronomía, tomando como elemento motivador al Año Internacional de la Astronomía.
- Continuar con la planificación de experiencias de observación conjunta de fenómenos astronómicos para los próximos años.



Objetivos gerais do projeto

- Fortalecer os vínculos entre investigadores e docentes em Ensino da Astronomia na Argentina, no Brasil e no Uruguai, como atividade do Programa Ciência - Tecnologia-Sociedade CTS 4.
- Iniciar ações para estabelecer uma rede de vínculos institucionais permanentes, a fim de fortalecer a investigação e compartilhar as ações didáticas relacionadas ao Ensino da Astronomia, tomando como elemento motivador o Ano Internacional da Astronomia (2009).
- Continuar a planejar experimentos integrados de observação conjunta de fenômenos astronômicos equivalentes, para os anos subsequentes.

Objetivos específicos de la actividad

- Observar el equinoccio de marzo de 2009, en forma conjunta y simultánea entre grupos de docentes e investigadores en Enseñanza de la Astronomía de las ciudades São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Amazonas (Brasil), Montevideo (Uruguay), Buenos Aires y Esquel (Argentina).
- Generar una instancia de análisis y discusión en forma comparativa de los registros obtenidos en cada ciudad a partir de la observación del equinoccio de marzo de 2009, en lo posible en tiempo real.
- Brindar elementos a los docentes participantes de la experiencia para que profundicen su concientización sobre qué aspectos del mundo natural, en este caso astronómico, son comunes a todos sin excepción y qué aspectos son propios de cada ubicación geográfica, relacionando esto con nuestras similitudes y diferencias culturales, sociales, etc.
- Producir materiales didácticos especialmente diseñados para su utilización directa en las aulas de los distintos niveles de los Sistemas Educativos de los tres países participantes, con el fin de brindar elementos concretos para que los docentes en ejercicio incorporen en mayor medida la Astronomía a su práctica real.
- Presentar la experiencia realizada y los resultados obtenidos en distintas reuniones nacionales y regionales, en especial en la reunión de la SBPC en Manaus (Amazonas, Brasil) en julio de 2009.
- Publicar al menos un artículo en una revista especializada sobre Enseñanza de la Astronomía (por ejemplo, RELEA), u otra específica del área de las Ciencias (por ejemplo, Enseñanza de las Ciencias).
- Producir un libro que registre la experiencia realizada, en color y bilingüe (español-portugués), a ser distribuido en las instituciones educativas de Argentina, Brasil y Uruguay, y de ser posible también en los demás países de Latinoamérica, como actividad generada en el marco del Proyecto CTS 4, durante el Año Internacional de la Astronomía.

Objetivos específicos da atividade

- Observar o equinócio de março de 2009, de modo conjunto e simultâneo entre grupos de professores e pesquisadores em Ensino da Astronomia das cidades de São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Amazonas (Brasil), Montevideu (Uruguai), Buenos Aires e Esquel (Argentina).
- Gerar uma oportunidade de análise e discussão comparada dos registros obtidos em cada cidade a partir da observação do equinócio de março de 2009, se possível em tempo real.
- Fornecer elementos do experimento aos professores participantes para que aprofundem sua conscientização sobre quais aspectos do mundo natural, neste caso o astronômico, são comuns a todos sem exceção e quais aspectos são próprios de cada localidade geográfica, relacionando isto com nossas semelhanças e diferenças culturais, sociais etc.
- Produzir materiais didáticos especialmente planejados para sua utilização direta nas aulas dos diferentes níveis dos Sistemas Educativos dos três países participantes, a fim de fornecer elementos concretos para que os professores em exercício incorporem cada vez mais a Astronomia em sua prática real.
- Apresentar o experimento realizado e os resultados obtidos em diferentes reuniões nacionais e regionais, em especial na 61a. Reunião Anual da SBPC em Manaus (Amazonas, Brasil) em julho de 2009.
- Publicar pelo menos um artigo em uma revista especializada em Ensino da Astronomia (RELEA, por exemplo), ou em outra específica da área de Ciências (Enseñanza de las Ciencias, por exemplo).
- Produzir um livro-texto que registre a experiência realizada e os resultados obtidos, colorido e bilíngue (espanhol-português), a ser distribuído junto a Instituições de Ensino na Argentina, no Brasil e no Uruguai, bem como tornar possível a distribuição aos demais países da América Latina, como atividade gerada no Projeto CTS4, durante o Ano Internacional da Astronomia.

Descripción de la experiencia

La experiencia de observación conjunta del equinoccio de marzo de 2009, como actividad propuesta en ocasión de la reunión CTS4 (Porto Alegre, Brasil, 2008), fue realizada en forma muy satisfactoria en varios aspectos, principalmente en lo que respecta al proceso interactivo que proponía, con la participación, en la medida de las posibilidades en simultáneo, de varias localidades de los tres países involucrados: Argentina, Brasil y Uruguay.

Un proyecto de esta naturaleza consiste no solamente en el conjunto de mediciones propiamente dichas, sino también establece vínculos entre investigadores, propicia el desarrollo de acciones comunes que pueden continuar en el futuro por años, favorece el desarrollo de actividades didácticas de modo activo y motiva a los alumnos a relacionarse con la ciencia como una actividad extremadamente motivadora que puede ser *descubierta* de forma colectiva e interactiva, construyendo conocimiento en forma natural como un proceso de crecimiento individual.

Esta actividad tiene también como objetivo ofrecer a los profesores de enseñanza básica una guía para facilitar la utilización de ciertas metodologías de enseñanza. Un aspecto a resaltar fue la presencia y el interés demostrado tanto por los grupos de estudiantes que participaron de la experiencia, como de un grupo de adultos mayores de sesenta años de Esquel (Argentina), quienes trabajan habitualmente sobre estos temas.

Experiencias de esta naturaleza, las que inicialmente se focalizan sobre una determinada rama del conocimiento, en este caso la Astronomía, extrapolan sus límites, desarrollando una conciencia de observación e investigación que puede ser trasladada a cualquier otra área de conocimiento.

Debido a las condiciones meteorológicas no siempre ideales para observaciones reales de este tipo, no se pudo realizar en todos los lugares la totalidad de mediciones previstas, pero la preparación de la experiencia y los pasos metodológicos fueron trabajados por todos los participantes.

Relatório da experiência

O experimento de observação conjunta do Equinócio de março de 2009 como atividade proposta por ocasião da CTS4 (Porto Alegre, Brasil, 2008) foi muito bem sucedido sob vários aspectos, principalmente como processo interativo, com a participação, sempre que possível de modo simultâneo, de várias localidades nos três países envolvidos: Argentina, Brasil e Uruguai.

Um projeto deste tipo envolve não somente as medições propriamente ditas, como também estabelece vínculos entre pesquisadores, propicia o desenvolvimento de ações comuns que podem continuar a se desenvolver ao longo dos anos, favorece o desenvolvimento de atividades didáticas de modo pró-ativo e motiva os alunos a encarar a ciência como algo extremamente instigante que pode ser *descoberta* de modo coletivo e interativo, agregando conhecimento de modo natural, como processo de crescimento individual.

Esta atividade teve também como objetivo oferecer aos professores do ensino básico um guia, para facilitar a aplicação da metodologia. Um aspecto diferencial foi a presença e o interesse demonstrado por pais de crianças participantes do experimento, bem como uma parcela de pessoas de um grupo sênior (Esquel, Argentina), que tradicionalmente desenvolve atividades deste tipo.

Experimentos dessa natureza, que inicialmente dizem respeito a um determinado ramo do conhecimento, neste caso presente a Astronomia, extrapolam seus limites, desenvolvendo uma consciência de observação e pesquisa que pode ser transportada para qualquer área do conhecimento.

Devido a condições meteorológicas nem sempre ideais para observações deste tipo, nem todos os locais conseguiram fazer as medições como foi estabelecido no roteiro metodológico, mas a conscientização do experimento e os passos da metodologia ficaram impregnados em todos os participantes.

La experiencia fue realizada (en todo o en parte) por grupos de las siguientes ciudades.

Ciudad y País Cidade e País	Latitud Latitude	Longitud Longitude	Institución Instituição	Grupo Faixa etária	Responsable Responsável
Esquel, Argentina	42° 55' S	71° 19' W	C. Plaza del Cielo y FI UNPSJB	Terciario y Tercera Edad	Néstor Camino
Montevideo, Uruguay	34° 54' S	56° 04' W	Colegio Primario CIDECE	Fundamental	Andrea Sánchez
Buenos Aires, Argentina	34° 37' S	58° 25' W	IAFE - CONICET	Universitario	Alejandro Gangui
Pelotas, Brasil	31° 25' S	52° 23' W	UF Pelotas	Universitário	Virgínia Mello Alves
Porto Alegre, Brasil	30° 01' S	51° 14' W	UFRGS Col. Militar	Universitário	M ^a de Fátima Saraiva
Rio Pardo, Brasil	29° 59' S	52° 23' W	Col. Mun. Barro Vermelho	Fundamental e médio	M ^a Helena Steffani
Caxias do Sul, Brasil	29° 10' S	51° 10' W	Univer. Caxias do Sul	Médio e universitário	Odilon Giovannini Jr.
Florianópolis, Brasil	27° 36' S	48° 33' W	UFSC	Universitário	Antônio Kanaan
S. B. do Campo, Brasil	23° 42' S	46° 34' W	Fac. de Educação, USP	Médio e universitário	Thais C. Abrahão
Manaus, Brasil	03° 06' S	60° 02' W	Est. Ciências, Casa da Física UFAM	Universitário	Luciana da C. Ferreira

En la página siguiente se muestra un mapa de la región con las ciudades participantes.

El responsable por la actividad en cada ciudad presentó luego un relato del desarrollo de la experiencia, con los correspondientes datos y fotos. A continuación se presenta una síntesis de lo vivido, elaborada a partir de estos relatos y del análisis de los registros obtenidos.

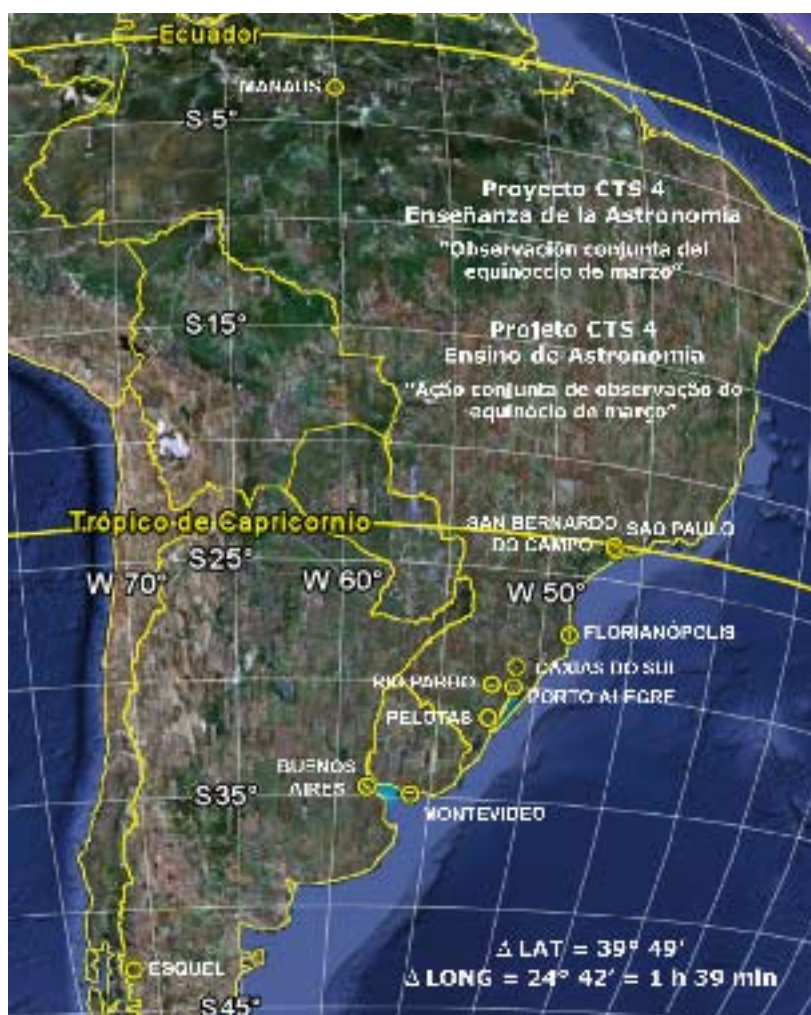
Este experimento foi realizado (todo ou em parte) nas localidades especificadas na tabela da página ao lado.

Abaixo encontra-se o mapa da região com as cidades participantes.

O responsável pela atividade em cada localidade apresentou um relato do andamento do experimento, bem como fotos a ele relacionadas. A seguir será apresentada uma síntese, a partir dos depoimentos recebidos.

Ubicación geográfica de las ciudades participantes en el Proyecto CTS 4
"Enseñanza de la Astronomía".

Localização geográfica das cidades participantes no Projeto CTS 4
"Ensino da Astronomia".



Aspectos metodológicos

En actividades de este tipo se valora mucho el trabajo en grupo, en el que cada participante puede desarrollar su potencial en forma cooperativa.

En muchos lugares la experiencia fue realizada de modo interdisciplinar, involucrando además a profesores de otras disciplinas, como Matemática, Geografía, etc., mostrando a los estudiantes que el conocimiento científico no es fragmentado.

En los casos en que no fue posible mantener a la totalidad de alumnos durante la experiencia completa, la misma se realizó a partir de continuar el trabajo iniciado por un grupo por los que luego se iban incorporando.

Durante las observaciones, las conversaciones versaron sobre distintos temas de Astronomía, desde los directamente relacionados con la experiencia hasta temas como planetas, estrellas, exoplanetas, galaxias, vida extraterrestre, Big-Bang, etc.

Dado el interés, en algunos lugares quedó establecido el compromiso de continuar con las observaciones de solsticios y equinoccios, de la observación del cielo con telescopios, de intensificar las visitas al Planetario, etc. Cabe destacar además que muchos estudiantes se mostraron dispuestos a colaborar con sus profesores en experiencias de esta naturaleza en el futuro.

Algunos grupos de estudiantes respondieron a las preguntas incorporadas en la guía de trabajo metodológico de la experiencia conjunta, lo que favoreció poner en evidencia aquellas dudas que habitualmente surgen en el trabajo de las aulas.

Es claro que no poder realizar la experiencia en el mismo día del equinoccio aumenta el margen de incerteza de los resultados obtenidos.

Además, otras fuentes de error citadas por los docentes responsables fueron las siguientes: falta de perpendicularidad del gnomon con respecto al suelo, sombras proyectadas sobre un papel blanco ubicado sobre el pasto, algunas mediciones no pudieron realizarse exactamente en el instante previsto por el paso de nubes, la abundancia de hilos atados al gnomon y en el suelo, la forma de ubicar el globo terráqueo paralelo, etc.

Aspectos metodológicos

Em atividades deste tipo o trabalho em grupo é valorizado, e cada um pode desenvolver seu potencial de modo cooperativo.

Em muitas localidades o experimento se desenvolveu de modo interdisciplinar, envolvendo professores de outras disciplinas, como Matemática, Geografia etc. mostrando aos alunos que o conhecimento científico não é fragmentado.

Em localidades em que não foi possível manter todos os alunos durante toda a experiência, fez-se uma escala de participação em grupos.

Durante as observações vários temas de astronomia regularam as conversas, desde assuntos ligados diretamente ao evento – observação do equinócio – até temas como planetas, estrelas, exo-planetras, galáxias, vida extra-terrestre, Bing-bang, ...

Houve um compromisso em algumas localidades de continuar com observação de solstício e equinócio, observação celeste com telescópios, intensificação de visitas ao Planetário, etc. Muitos alunos se dispuseram a colaborar com seus professores em experimentos dessa natureza no futuro.

Alguns grupos responderam as perguntas contidas no guia metodológico, o que favoreceu o contato com as dúvidas que costumeiramente aparecem em grupos de alunos e professores.

É claro que não poder realizar o experimento no próprio dia do equinócio aumenta a margem de erro dos resultados obtidos.

Além disso, outras fontes de erro citadas foram: a barra poderia não ser bem retilínea, as medidas de sombra na grama usando um papel branco, diferentes pessoas mediram as sombras, alguns horários tiveram pequenos atrasos em função da passagem de nuvens, a forma de fixação das cordas no orifício, o posicionamento do globo paralelo, etc.

A este respecto, varios grupos de participantes sugirieron ciertos cuidados a ser tomados en cuenta para futuras experiencias: realizar las observaciones días antes y después del equinoccio, realizar mediciones a intervalos de tiempo más pequeños, mejorar el montaje del gnomon sobre el suelo, mejorar la representación del horizonte local para lograr una mejor ubicación del globo terráqueo paralelo, entre otros.



El atado de hilos en la arandela de gnomon (abajo) y el marcado de las sombras sobre el suelo (página siguiente) fueron indicados como problemas a solucionar.

Cuidados a serem tomados, sugeridos por um dos grupos participantes: planejar a atividades nos dias anterior e posterior, realizar marcações com intervalos de tempo menores, montar o aparato para o registro das sombras e melhorar a representação do horizonte local para adaptar no globo paralelo, dentre outros.



O feixe de fios na arandela do gnômon (página anterior) e a marcação das sombras sobre o solo (acima) foram indicados como problemas a solucionar.

Aspectos teóricos, técnicos y didácticos

La experiencia se planificó para el día 20 de marzo de 2009, Equinoccio de Otoño en el Hemisferio Sur.

Por razones meteorológicas, habituales de esta época, en algunas localidades hubo distintos problemas para realizar las observaciones. En Manaus, por ejemplo, se pudo realizar una única observación. En otras ciudades, como en Porto Alegre, las observaciones fueron realizadas el 19 de marzo, por precaución ante la posibilidad de no poder trabajar al día siguiente por falta de condiciones favorables (como así sucedió).

Se enfatizó la necesidad de adaptar la experiencia planificada a las condiciones locales disponibles en cada ciudad, tanto en lo que respecta al material disponible para ser utilizado como en relación a las posibilidades meteorológicas antes mencionadas.

La lista de materiales fue preparada con antelación por los distintos grupos, de acuerdo con la metodología didáctica prevista; en un caso (Caxias do Sul), se utilizó cal para resaltar las circunferencias correspondientes a cada par de sombras AM y PM.

De acuerdo con la metodología diseñada, se realizaron registros sistemáticos para el seguimiento y posterior visualización del proceso.

Los períodos de observación fueron variables, principalmente por razones climáticas: sólo por la mañana, algunas horas dispersas durante todo el día, por la tarde, y en algunos pocos lugares durante el día completo, “de sol a sol”.

Aspectos teóricos, técnicos e didáticos

O experimento foi planejado para ser realizado no dia 20 de março de 2009, equinócio de outono (HS).

Em algumas localidades houve prejuízo das observações por condições meteorológicas adversas. Em Manaus, por exemplo, puderam fazer uma única observação! Em outras cidades, houve possibilidade de antecipar as medidas (caso do grupo de Porto Alegre, que realizou o experimento em 19 de março, por precaução, e que não conseguiu realizar novamente em 20 de março por falta de condições favoráveis).

Foi enfatizada a necessidade de adaptação das condições locais ao experimento, tanto sob o ponto de vista do material disponível a ser utilizado como com relação às possibilidades meteorológicas adequadas à observação.

A lista de materiais foi preparada com antecedência em todos os locais conforme solicitado no roteiro metodológico, com a inclusão em um deles (Caxias do Sul) de pó de cal para realçar as circunferências correspondentes a cada par de sombras AM e PM.

De acordo com a metodologia seguida, foram feitos, onde possível, registros sistemáticos para a visualização do processo.

Os períodos de observação foram variáveis, principalmente por razões climáticas: somente pela manhã, algumas horas dispersas durante todo o dia, somente à tarde, e em alguns poucos lugares durante o dia completo, “de sol a sol”.

Aspectos sociales

En varias ciudades la experiencia fue realizada en lugares públicos, como parques y plazas, lo que llamó la atención de la gente del lugar que se acercó manifestando su interés por el área de Astronomía y por esta observación en particular.

En otras localidades, como Río Pardo por ejemplo, la experiencia involucró a la población escolar, pero la prensa local le dio cobertura a la actividad desarrollada debido a que algo *diferente* estaba ocurriendo en aquel lugar. Esta ciudad se sintió privilegiada por ser parte de una experiencia que incluía a otras ciudades brasileñas y, principalmente, a ciudades argentinas y uruguayas.

Las escuelas en las cuales participaron grupos de distintas edades, percibieron una interacción que poco a poco se iba dando entre los más grandes y los más pequeños, estos últimos muy “celosos” de sus medidas.

En el caso de Esquel, fue muy importante la interacción entre el grupo de adultos mayores de sesenta años con los estudiantes del profesorado ISFD 804 y con el público en general que se acercó a la Plaza del Cielo, lugar donde se realizó la totalidad de la experiencia.



Buenos Aires, Argentina.

Aspectos sociais

Em algumas localidades o experimento foi realizado em locais de visitação pública, como parques, e chamou a atenção do público que manifestou interesse pela área de Astronomia e pela observação em particular.

Em outras localidades, como Rio Pardo por exemplo, o experimento envolveu a população da escola, mas a atividade foi tão intensa que a imprensa local deu cobertura, pois havia algo *diferente* acontecendo naquele ambiente. Esta cidade sentiu-se privilegiada por fazer parte de um projeto que envolvia outras cidades brasileiras e, principalmente, cidades argentinas e uruguaias.

Nas escolas em que diferentes idades estiveram envolvidas, percebeu-se a interação que pouco a pouco ia se formando entre grandes e pequenos, estes últimos muito zelosos de suas marcações.

No caso de Esquel, foi muito importante a interação entre o grupo de adultos com idade superior a 60 anos com os estudantes de licenciatura ISFD804 e com o público em geral que se aproximou da Plaza del Cielo, lugar em que se realizou todo o experimento.



Rio Pardo, Brasil.



Esquel, Argentina.



Montevideo, Uruguay.



São Bernardo Campo, Brasil.

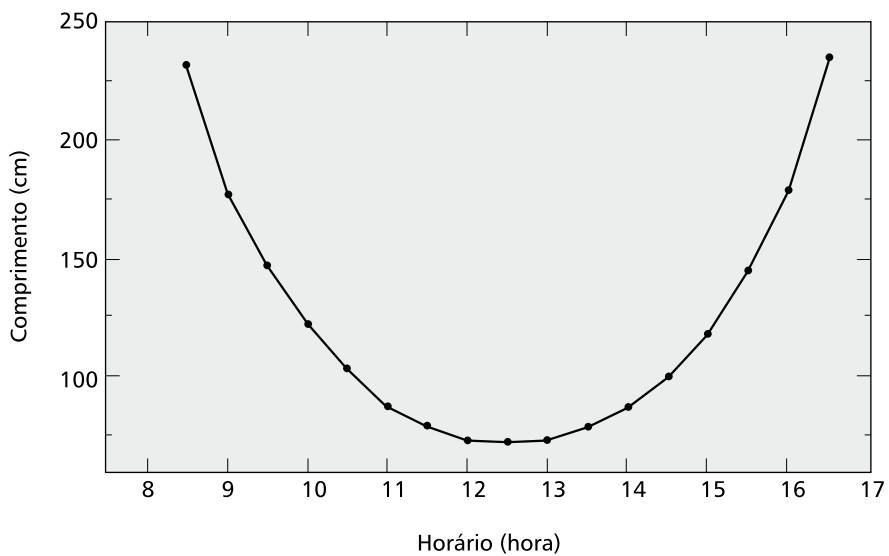


Porto Alegre, Brasil.

Algunos resultados valiosos

La determinación de la línea NS y del Mediodía Solar Verdadero

En aquellos casos en que fue posible, se realizaron tablas y gráficos con los datos de las sombras medidas, como se indica a continuación.

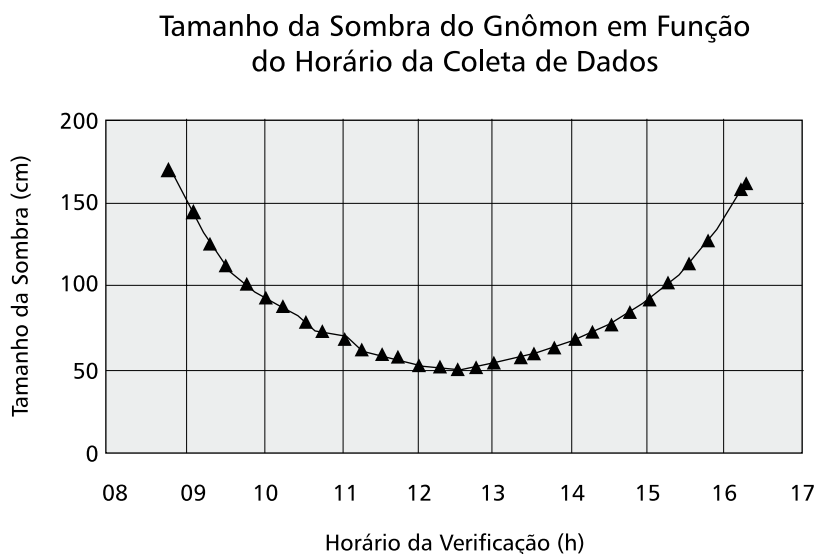


Pelotas, RGS, Brasil.

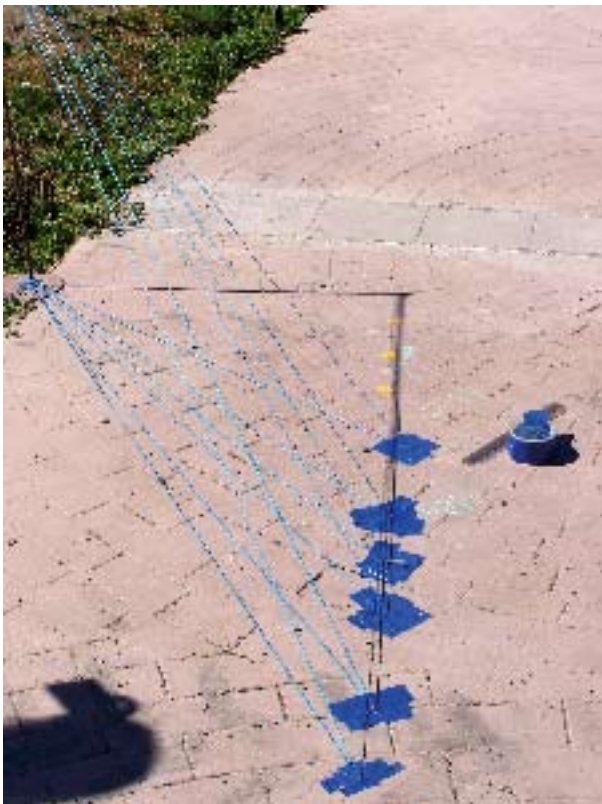
Alguns resultados valiosos

A determinação da linha NS e do Meio Dia Solar Verdadeiro

Nos casos em que foi possível, foram apresentados gráficos ou tabelas das sombras produzidas, que se encontram a seguir.

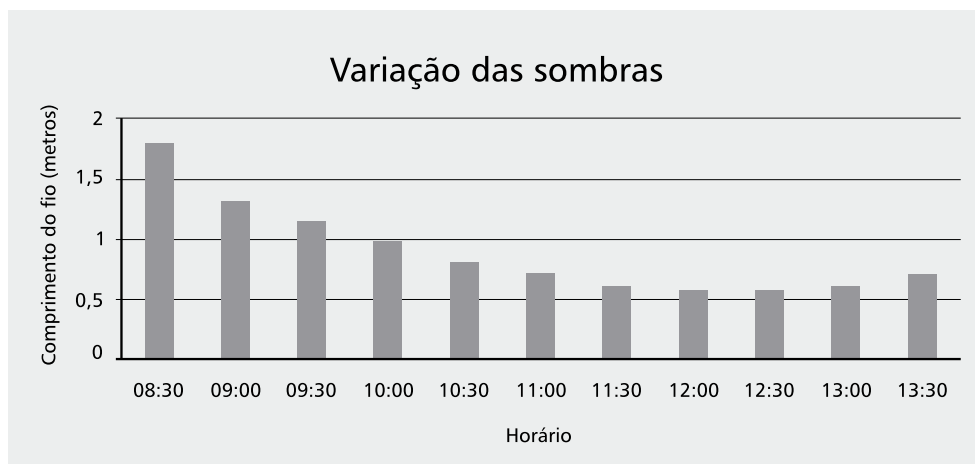


Caxias do Sul, RGS, Brasil.



La sombra más corta durante el mediodía solar verdadero en Montevideo, Uruguay (arriba) y en Esquel, Argentina (izq.).

Sombra mais curta durante o meio dia solar verdadeiro ao Montevideo, Uruguay (acima) e ao Esquel, Argentina (ao lado).



Florianópolis, SC, Brasil.

Cabe destacar que en algunos grupos la realización de esta experiencia facilitó a los estudiantes el *descubrir* la diferencia entre el Norte geográfico y el Norte magnético, lo que hasta ese momento no habían concientizado.

Asimismo, fue también posible discutir que el mediodía solar verdadero es diferente (en general) al mediodía civil (oficial), lo que varía por la ubicación geográfica del lugar de observación (su longitud) con respecto al meridiano oficial del país correspondiente. Por ejemplo en Esquel, la ciudad más al oeste de las que participaron en esta experiencia, el mediodía solar verdadero ocurrió a las 13 h 42 min de tiempo civil (y no a las 12 h 00 min, si ambos mediodías coincidieran).



El método de las alturas iguales para determinar la línea NS, en Caxias do Sul (arriba) y en Buenos Aires (página siguiente).

Destaca-se que em alguns grupos o experimento propiciou aos alunos a *descoberta* da diferença entre Norte geográfico e Norte magnético da Terra, o que até aquele momento não estava claro para eles.

Foi também possível discutir que o meio dia solar verdadeiro é diferente (em geral) do meio dia civil (oficial), o que se deve à localização geográfica do lugar de observação (longitude) com respeito ao meridiano oficial do país correspondente. Por exemplo, em Esquel, a cidade mais a oeste das que participaram do experimento, o meio dia solar verdadeiro ocorreu às 13h42 no tempo civil (e não às 12h00, se ambos coincidisse).



O método das alturas iguais para determinar a linha NS, em Caxias do Sul (página anterior) e em Buenos Aires (acima).

La determinación de la línea Este-Oeste

La unión sobre el suelo de todos los extremos de las sombras producidas por el gnomon durante el día del equinoccio genera una línea recta, paralela a la dirección Este-Oeste.

Es muy interesante notar que este resultado, tan importante a los fines de la ubicación espacial en el lugar de observación, es común a todos los lugares sobre el planeta Tierra sin excepción, lo que confirma además que durante el día del equinoccio el Sol sale por el Este y se pone por el Oeste, teniendo el día la misma duración que la noche: 12 horas y 12 horas.



Línea Este-Oeste en Esquel.

Linha Leste-Oeste em Esquel.



Líneas EO y NS en Caxias do Sul.

Linhas LO e NS em Caxias do Sul.

A determinação da linha Leste-Oeste

A união sobre o solo de todos os extremos das sombras produzidas pelo gnômon durante o dia do Equinócio gera uma linha reta, paralela à direção Leste-Oeste.

É muito interessante notar que este resultado, tão importante para a localização espacial no lugar de observação, é comum a todos os lugares sobre o planeta Terra sem exceção, o que confirma que durante o dia do Equinócio o Sol nasce pelo Leste e se põe pelo Oeste, com o dia tendo a mesma duração que a noite: 12 horas e 12 horas.



Líneas EO y NS en Florianópolis.

Linhas LO e NS em Florianópolis.



Una línea Este-Oeste “viva” en Esquel.
Uma linha Leste- Oeste “viva” em Esquel.



Dos atentas sombras analizan la línea Este-Oeste en Esquel.

Duas atentas sombras analisam a linha Leste-Oeste em Esquel.

La determinación del plano del Ecuador en el lugar

Luego de un día de observación, los hilos que representan los rayos de luz del Sol forman en el espacio tridimensional un plano, el cual es paralelo al plano del Ecuador Celeste.

El ángulo que este plano de hilos forma contra el suelo del lugar de observación mide lo mismo que la co-latitud del lugar (90° -latitud); por consiguiente, si bien en todas las ciudades se formó un plano, su inclinación fue distinta según la ubicación geográfica de cada lugar.

La medición directa de estos ángulos, ya sea sobre el suelo (co-latitud) o bien en el extremo del gnomon (latitud) permitió determinar el valor de la latitud geográfica con un error experimental menor a los dos grados (2°), resultado muy satisfactorio para los fines de esta experiencia.



Medición del ángulo de la latitud en San Bernardo do Campo. Medición del ángulo de la co-latitud en Bs. As.

Medição do ângulo da latitude em São Bernardo do Campo. Medição do ângulo da co-latitude em Bs. As.



A determinação do plano do Equador no local

Depois de um dia de observação, os fios que representam os raios de luz do Sol formam no espaço tridimensional um plano, o qual é paralelo ao plano do Equador Celeste.

O ângulo que este plano de fios forma com o solo do lugar de observação tem o mesmo valor que a co-latidade do lugar (90° -latitude); por conseguinte, mesmo que em todas as cidades tenha se formado um plano, sua inclinação foi diferente dependendo da localização geográfica de cada lugar.

A medição direta desses ângulos, quer seja sobre o solo (co-latidade) quer nos extremos do gnômon (latitude) permitiu determinar o valor da latitude geográfica com um erro menor do que 2 graus (2°), resultados muito satisfatórios.



Los distintos planos del Ecuador Celeste proyectados en cada lugar de observación.

Os distintos planos do Equador Celeste projetados em cada local de observação.

La perspectiva espacial de nuestro planeta y de nosotros en él

El Globo Terráqueo Paralelo resultó para la mayoría de los participantes, tanto para los estudiantes como para los docentes, y así también para el público general que se acercó a las plazas y parques, una herramienta didáctica muy importante, con una carga de belleza muy especial.

La posibilidad de imaginar procesos astronómicos cotidianos (el equinoccio) y comprender no sólo lo que le sucede al planeta sino a cada uno de los sitios en que estábamos observando, en tiempo real, nos brindó la posibilidad de profundizar de algún modo la integración propuesta por esta experiencia, resaltando su potencialidad educativa y social.



El GTP en Buenos Aires con los gnomons de las ciudades (izq)
y en Esquel con el plano del Ecuador.

A perspectiva espacial de nosso planeta e de nós mesmos nele

O Globo Terrestre Paralelo mostrou-se, para a maioria dos participantes, tanto para os estudantes como para os docentes, como também para o público geral que se aproximou às praças e parques, uma ferramenta didática muito importante, com uma carga de beleza muito especial.

A possibilidade de imaginar processos astronômicos cotidianos (o Equinócio) e compreender não só o que acontece com o planeta mas também a cada um dos lugares que estávamos observando, em tempo real, nos presenteou com a possibilidade de aprofundar de algum modo a integração proposta por esta experiência, ressaltando sua potencialidade educativa e social.



O GTP em Buenos Aires com os gnômons das cidades (página anterior)
e em Esquel com o plano do Equador.

**GUÍA DE TRABAJO PARA
EL DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA**

**GUIA DE TRABALHO PARA O
DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO**

ACTIVIDAD DE OBSERVACIÓN DEL EQUINOCCIO

PARTE PRELIMINAR:

la determinación de la línea Norte-Sur

La observación sistemática de los fenómenos astronómicos en nuestro entorno natural nos brinda una profunda percepción de “simetría”, tanto espacial como temporal, lo que es causado, principalmente, por la forma y movimientos de la Tierra y por nuestra forma de interactuar con el mundo físico.

La principal dirección de simetría espacial en un cierto lugar de observación sobre la superficie terrestre es la línea Norte-Sur (la “meridiana” del lugar), por lo que conocer cómo realizar su determinación en forma sencilla y rigurosa es esencial.

a) En el lugar de observación elegido, ubiquen el gnomon firmemente clavado en el suelo asegurándose de que esté perpendicular a su superficie.

b) Durante un día cualquiera, durante la mayor cantidad de tiempo posible, registren las sombras del gnomon, teniendo en cuenta que es conveniente que se indiquen la mayor cantidad de sombras posibles. Utilicen para ello una estaca o clavo para marcar el extremo de la sombra y luego unan el clavo con la base del gnomon utilizando un hilo grueso y de color. Luego de marcar la primera sombra, tracen una circunferencia en el piso de tal forma que tenga centro en la base del gnomon y su radio sea el largo de la sombra. Poco después (como sugerencia, media hora) hagan lo mismo con la segunda sombra, y así sucesivamente. Registren además el instante de tiempo que corresponde a cada sombra que vayan marcando.

c) Al comienzo de la experiencia habrá, por cada sombra, una circunferencia distinta; sin embargo, a partir de un determinado momento los extremos de las sucesivas sombras irán tocando las circunferencias anteriormente marcadas. De esta manera, al finalizar el día habrá varias circunferencias, cada una de las cuales tendrá dos sombras del mismo largo, aunque de distinta orientación; quedan así determinados varios grupos de dos sombras de igual largo cada una. Noten que existe sólo un caso en que hay una única sombra y no un par de sombras: esa es la sombra más corta que dará el gnomon en ese día.

ATIVIDADE DE OBSERVAÇÃO DO EQUINÓCIO

PARTE PRELIMINAR: a determinação da linha Norte-Sul

A observação sistemática dos fenômenos astronômicos em nosso entorno natural nos brinda com uma profunda percepção de “simetria”, tanto espacial como temporal, o que é causado, principalmente, pela forma e pelos movimentos da Terra e por nossa maneira de interagir com o mundo físico.

A principal direção de simetria espacial em um certo lugar de observação sobre a superfície terrestre é a linha norte-Sul (a “meridiana” do lugar), o que significa que saber como fazer sua determinação de forma simples e rigorosa é essencial.

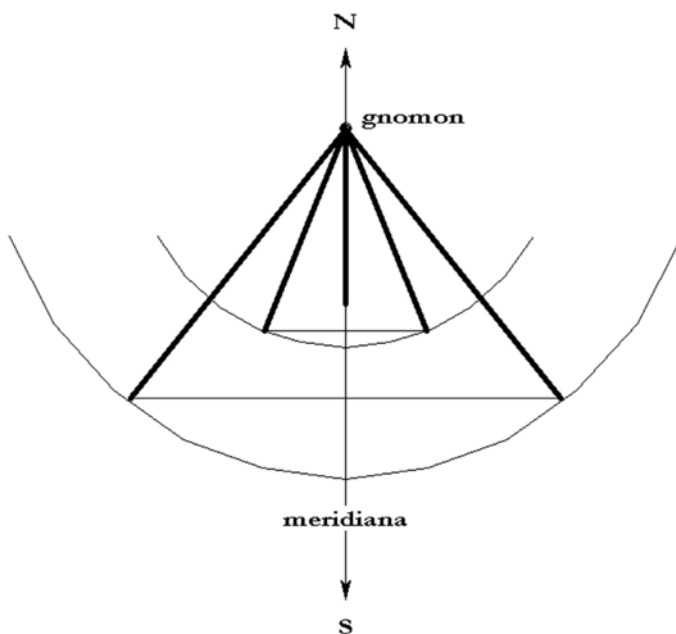
a) No lugar escolhido para observação, coloquem o gnômon firmemente cravado no solo, assegurando-se de que o mesmo esteja perpendicular à superfície.

b) Durante um dia qualquer, durante a maior quantidade de tempo possível, registrem as sombras do gnômon, levando em conta que é conveniente que se indique a maior quantidade possível de sombras. Utilizem uma estaca ou prego para marcar o extremo da sombra e em seguida unam o prego com a base do gnômon, usando uma linha grossa e colorida. Assim que marcarem a primeira sombra, tracem uma circunferência no solo de tal modo que o centro seja a base do gnômon e o raio seja o comprimento da sombra. Pouco depois (digamos, meia hora) façam o mesmo com a segunda sombra e assim sucessivamente. Além disso, registrem o instante de tempo que corresponde a cada sombra marcada.

c) No início do experimento haverá, para cada sombra, uma circunferência distinta; entretanto, a partir de um determinado momento os extremos das sucessivas sombras irão tocando as circunferências anteriormente marcadas. Deste modo, ao fim do dia, haverá várias circunferências, cada uma das quais tendo duas sombras de mesmo comprimento, mesmo que com distinta orientação; ficam então determinados vários grupos de duas sombras de mesmo comprimento cada uma. Observem que há somente um caso em que há uma única sombra e não um par de sombras: essa é a sombra mais curta produzida pelo gnômon nesse dia.

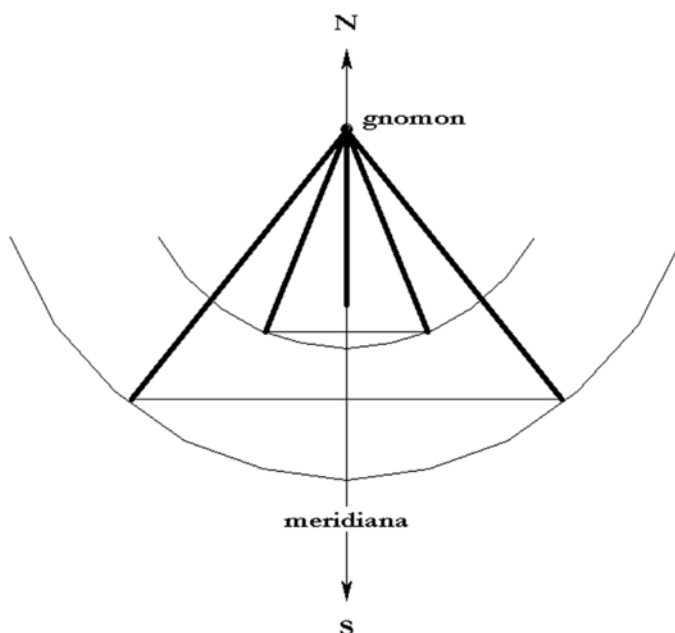
d) Unan ahora los extremos de las sombras de igual largo, quedando así formados varios segmentos rectos, paralelos entre sí, tantos como circunferencias hayan marcado; luego, dividan cada segmento por la mitad marcando claramente el punto medio con un clavo o estaca. Unan con un hilo, grueso y de distinto color que los anteriores, la base del gnomon con cada uno de los clavos que marcan la mitad de los segmentos anteriores; queda así determinada una línea que divide exactamente en dos mitades iguales al diagrama de sombras que fueron marcando en el suelo durante todo el día, por consiguiente, también divide en dos mitades iguales al plano del horizonte. Esta línea pasa exactamente por la sombra más corta de todas las que determinaron.

e) Realicen un gráfico que sintetice esta actividad; es decir, que incluya el punto donde está el gnomon, todas las sombras, los segmentos paralelos, las líneas Norte-Sur y Este-Oeste, los registros de las horas, etc. Para que este gráfico pueda ser utilizado en el futuro, deberá estar hecho a escala en las longitudes y respetar los ángulos entre las sombras.



d) Unam agora os extremos das sombras de mesmo comprimento, ficando assim formados vários segmentos retos, paralelos entre si, tantos quantas circunferências tenham sido marcadas; em seguida, dividam cada segmento pela metade, marcando claramente o ponto médio com um prego ou estaca. Unam com uma linha, grossa e de cor diferente das anteriores, a base do gnômon com cada um dos pregos que marcaram a metade dos segmentos anteriores; fica assim determinada uma linha que divide exatamente em duas metades iguais o diagrama de sombras que foram marcando no solo durante todo o dia e, por conseguinte, o plano do horizonte também ficou dividido em duas metades iguais. Esta reta passa exatamente pela sombra mais curta entre todas as que foram determinadas

e) Construam um gráfico que sintetize esta atividade; isto é, que inclua o ponto onde está o gnômon, todas as sombras, os segmentos paralelos, as linhas Norte-Sul e Leste-Oeste, os registros das horas, etc. Para que este gráfico possa ser utilizado no futuro, deverá ser construído em escala das longitudes e respeitar os ângulos entre as sombras.



Algunas preguntas como para ir un poco más allá...

- ¿Qué relación existe entre el Sol y una sombra en particular? Es decir, ¿qué diferencia hay en las alturas del Sol sobre el horizonte cuando la sombra es muy larga y cuando la sombra es muy corta?
- Entre las sombras que quedaron marcadas en el piso hay una que es la más corta de todas, ¿qué implica esto con relación a la altura del Sol sobre el horizonte?
- El método que utilizaron para determinar la línea Norte-Sur se llama “de las alturas iguales”, ¿a qué hace referencia este nombre?
- Averigüen si hay algún día del año en que el gnomon, en algún momento, deje de dar sombra. ¿Podrían relacionar esto con otras áreas del conocimiento (geografía, climas, etc.)?
- ¿En qué sentido se movieron las sombras del gnomon desde el amanecer hasta el atardecer? ¿Cuál será la relación de este movimiento con el que tienen las agujas de un reloj tradicional? Averigüen en qué sentido se mueven las sombras de un gnomon en el Hemisferio Norte. ¿Podrían relacionar esto con otras áreas del conocimiento (historia, geografía, etc.)?
- ¿De qué dependerá la forma que tendrá el conjunto de sombras que marcaron en el piso (juntas o separadas, cortas o largas, etc.)? ¿Cómo podrían verificar sus hipótesis; o sea, si dijeran que depende del día del año o que depende de la ubicación geográfica del observador, cómo podrían probar esas afirmaciones?
- ¿Cómo se llama el momento del día que separa las sombras del comienzo de la experiencia de las del final de la misma? ¿Qué largo tiene la sombra del gnomon en ese momento?
- ¿Cuánto tiempo deberá transcurrir para que el gnomon dé aproximadamente dos sombras iguales, tanto en largo como en orientación?
- En la parte final de la actividad señalábamos que los Polos Geográficos no coinciden con los Polos Magnéticos. Con relación a esto, averigüen las siguientes cuestiones: ¿Habrá algún planeta o satélite que no tenga polos geográficos? ¿Habrá algún planeta o satélite que no tenga Polos Magnéticos? En aquellos planetas que tengan tanto Polos Geográficos como Polos Magnéticos, ¿habrá algún caso en que los Polos Geográficos estén muy separados de los magnéticos, es decir, que la brújula señale al Este, por ejemplo?

Algumas perguntas para ir um pouco além...

- Que relação existe entre o Sol e uma sombra em particular? Isto é, que diferença há entre as alturas do Sol sobre o horizonte quando a sombra é muito comprida ou quando a sombra é muito curta?
- Dentre as sombras que ficaram marcadas no solo, há uma que é a mais curta de todas – que implicação tem isso com relação à altura do Sol sobre o horizonte?
- O método que utilizaram para determinar a linha Norte-Sul chama-se “método das alturas iguais” – a que este nome faz referência?
- Investiguem se há algum dia do ano em que o gnômon, em algum momento, deixe de dar sombra. Poderiam relacionar isto com outras áreas do conhecimento (geografia, climas, etc.)?
- Em qual sentido se moveram as sombras do gnômon desde o amanhecer até o entardecer? Qual será a relação deste movimento com o que têm as agulhas de um relógio tradicional? Investiguem em que sentido se movem as sombras de um gnômon no Hemisfério Norte. Poderiam relacionar isto com outras áreas do conhecimento (história, geografia, etc.)?
- De que dependerá a forma que terá o conjunto de sombras que marcaram no solo (juntas ou separadas, curtas ou compridas, etc.)? Como poderiam verificar suas hipóteses, ou seja, se disseram que depende do dia do ano ou que depende da localização geográfica do observador, como poderiam provar estas afirmações?
- Como se chama o momento do dia que separa as sombras do começo da experiência daquelas do final da mesma? Qual o comprimento da sombra do gnômon nesse momento?
- Quanto tempo deverá transcorrer para que o gnômon apresente aproximadamente duas sombras iguais, tanto em comprimento como em orientação?
- Na parte final da atividade assinalávamos que os Pólos Geográficos não coincidem com os Pólos Magnéticos. Com relação a isto, investiguem as seguintes questões: Haverá algum planeta ou satélite que não tenha Pólos Geográficos? Haverá algum planeta ou satélite que não tenha Pólos Magnéticos? Naqueles planetas que tenham tanto Pólos Geográficos como Pólos Magnéticos, haverá algum caso em que os Pólos Geográficos estejam muito separados dos Pólos Magnéticos, quer dizer, que a bússola assinale o Leste, por exemplo?

PRIMERA PARTE

la observación del equinoccio desde el propio lugar

a) Ubiquen el gnomon sobre una superficie plana, en un lugar en el cual estén seguros de que no estará en sombra en ningún momento del día.

Reconozcan la sombra del gnomon, y marquen el extremo de la misma (el punto de luz en el centro de la sombra de la arandela) con un clavo o una estaca firmemente enterrado en el suelo.

Unan con un hilo, grueso y de color, el clavo con la base del gnomon y también el clavo con el agujero en el disco del gnomon. Quedan así marcadas tanto las sombras que proyectó el gnomon como el rayo de luz que pasó por el agujero y que une el Sol con el clavo.

b) Desde la salida del Sol hasta su puesta, registren las sombras del gnomon y los rayos de luz que pasan por el agujero, aproximadamente cada media hora, de la manera indicada en el inciso anterior.

c) Al finalizar la observación, unan todos los clavos con otro hilo, grueso y de distinto color que los anteriores, ¿qué forma tiene la línea que queda así definida? ¿Qué ángulo forma con respecto a la línea Norte-Sur?

d) ¿Por cuál lugar del horizonte habrá salido el Sol en este día y por cuál se habrá puesto entonces?

e) Dado que el conjunto de todas las sombras queda marcado en el piso formando un ángulo de 180° , ¿cuántas horas de luz (el día) y cuántas de oscuridad (la noche) habrá el 20 de marzo y el 22 de septiembre? ¿Cuántas horas de luz y cuántas de oscuridad habrá entonces en otros días del año distintos al 20 de marzo y al 22 de septiembre? ¿Qué relación tiene esto con las estaciones del año?

f) Realicen una maqueta que sintetice esta actividad; es decir, que incluya el punto donde está el gnomon, todas las sombras, los rayos de luz, las líneas Este-Oeste y Norte-Sur, los registros de las horas, etc. Para que esta maqueta pueda ser utilizada en el futuro, deberá estar hecha a escala en las longitudes (del gnomon y de las sombras) y respetar los ángulos entre las sombras y los ángulos entre los rayos de luz.

PRIMEIRA PARTE

a observação do equinócio desde o próprio lugar

a) Coloquem o gnômon sobre uma superfície plana, em um local sobre o qual estejam seguros de que não haverá sombra em nenhum momento do dia.

Reconheçam a sombra do gnômon, e marquem o extremo da mesma (o ponto de luz entre o centro da sombra da arandela) com um prego (ou uma estaca) firmemente enterrado ao solo.

Unam com uma linha, grossa e colorida, o prego com a base do gnômon e também o prego com o orifício no disco do gnômon. Ficam assim marcadas tanto as sombras projetadas pelo gnômon como o raio de luz que passou pelo orifício e que une o Sol com o prego.

b) Desde o nascer do Sol até o Pôr-do-Sol, registrem as sombras do gnômon e os raios de luz que passam pelo orifício, aproximadamente a cada meia hora, do modo indicado no item anterior.

c) Ao finalizar a observação, unam todos os pregos com outra linha, grossa e de cor distinta das outras cores anteriores. Qual a forma da linha assim construída? Qual o ângulo que ela forma com respeito à linha Norte-Sul?

d) Por qual lugar do horizonte então o Sol terá nascido e por qual ter-se-ia posto?

e) Dado que o conjunto de todas as sombras fica marcado no solo formando um ângulo de 180° , quantas horas de luz (dia) e quantas horas sem luz (noite) haverá em 20 de março e em 22 de setembro? Quantas horas de luz e quantas sem luz haverá então em outros dias do ano distintos de 20 de março e 22 de setembro? Qual a relação disto com as estações do ano?

f) Construam uma maquete que sintetize esta atividade; ou seja, que inclua o ponto onde está o gnômon, todas as sombras, os raios de luz, as linhas Leste-Oeste e Norte-Sul, os registros das horas, etc. Para que esta maquete possa ser usada no futuro, deverá ser feita em escala com as longitudes (do gnômon e das sombras) e respeitar os ângulos entre as sombras e os ângulos entre os raios de luz.

Algunas preguntas como para ir un poco más allá...

- Es posible que en muchos libros encuentren la siguiente explicación: “para saber cuáles son los puntos cardinales, ubicate de frente a la salida del Sol con los brazos abiertos; tu pecho indicará el Este, el brazo derecho el Sur, el brazo izquierdo el Norte y tu espalda el Oeste”.
- Luego de haber realizado la actividad anterior es posible comprender que esa explicación es incorrecta. ¿Podrían explicar por qué? Mirando las sombras que quedan marcadas en el piso en un día cualquiera, ¿podrían medir aproximadamente el error con el que estarían determinando la línea Este-Oeste si lo hicieran por el método erróneo? ¿De qué manera deberían modificar la explicación anterior para que pudiera utilizarse correctamente?
- Averigüen qué lugares de nuestra región y del mundo están sobre el mismo paralelo que ustedes. Luego, averigüen cuántas horas de luz y cuántas de oscuridad hay en determinados días del año y compárenlo con lo que sucede en el lugar donde viven.
- Analicen la estructura tridimensional de hilos que quedó formada luego de la actividad. ¿Es posible identificar algunas relaciones de simetría espacial y/o temporal en la misma? ¿Podrían deducir algunas consecuencias en lo cotidiano de estas relaciones de simetría y relacionarlas con la geografía, con el clima, etc.?

Algumas perguntas para ir um pouco além...

- É possível que em muitos livros seja encontrada a seguinte explicação: “para saber quais são os pontos cardeais, coloque-se em pé de braços abertos, de maneira que seu braço direito aponte para o nascer do Sol; seu peito indicará o Norte, o braço esquerdo o Oeste e suas costas o Sul”.
- Uma vez realizada a atividade anterior é possível compreender que esta explicação é incorreta. Poderia explicar por quê? Olhando as sombras que ficam marcadas no solo em um dia qualquer, poderiam medir aproximadamente o erro com o qual se estaria determinando a linha Leste-Oeste ao fazê-lo pelo método incorreto? De que maneira deveria ser modificada a explicação anterior para que se pudesse utilizá-la corretamente?
- Investiguem quais lugares de nossa região e do mundo estão sobre o mesmo paralelo que vocês. Em seguida, investiguem quantas horas de luz e quantas sem luz há em determinados dias do ano e compare com o que acontece no lugar onde vivem.
- Analisem a estrutura tridimensional de linhas que foi formada após a atividade. É possível identificar algumas relações de simetria espacial e/ou temporal através desta estrutura? Poderiam deduzir algumas consequências no cotidiano dessas relações de simetria e relacioná-las com a geografia, o clima, etc.?

SEGUNDA PARTE

el equinoccio y el planeta Tierra

Para comenzar a construir una visión complementaria de los fenómenos astronómicos, en particular los equinoccios, tanto desde la geografía local como desde el planeta Tierra como un todo, existe un dispositivo muy interesante y útil: el Globo Terráqueo Paralelo.

a) A un globo terráqueo, lo más grande posible, quítenle su pie de tal forma que sólo quede la esfera propiamente dicha. Identifiquen sobre el globo dónde queda el lugar en el que viven, marcándolo claramente.

b) En el piso, cerca del gnomon y los hilos, tracen una línea Norte-Sur (astronómica, no la magnética) y pongan allí un pedestal (un tronco, un hierro, etc.) sobre el que apoyarán el globo terráqueo. El pedestal deberá tener una altura adecuada para que un alumno pueda ver fácilmente todo el globo, tanto la parte de arriba como la de abajo.

c) El gnomon con el que hemos trabajado está puesto sobre el suelo (en la posición topocéntrica), en la línea Norte-Sur (denominada la “meridiana”, una porción de la línea que une los dos polos geográficos o meridiano), dejando debajo de él a todo el planeta Tierra. Traten de reproducir sobre el globo terráqueo esta situación, es decir, ubiquen en el lugar en el que viven una pequeña varilla (el gnomon de la representación), que estará sobre uno de los meridianos del globo terráqueo (los que habitualmente vienen ya marcados).

d) Finalmente, ubiquen el globo sobre el pedestal cuidando que ambos meridianos (el de la representación y la meridiana real) coincidan y que el gnomon sobre el globo esté recto, paralelo al gnomon real. A este globo terráqueo ubicado de esa manera, que representa fielmente al planeta Tierra como un todo y a nosotros ubicados sobre él, se lo denomina “Globo Terráqueo Paralelo”.

e) Observen y comparen las sombras de ambos gnomon: el real sobre el suelo y el pequeño sobre el globo. ¿Qué conclusiones podrían sacar de esta observación?

SEGUNDA PARTE

o equinócio e o planeta Terra

Para começar a construir uma visão complementar dos fenômenos astronômicos, em particular dos equinócios, tanto a partir da geografia local como a partir do planeta Terra como um todo, existe um dispositivo muito interessante e útil: o Globo Terrestre Paralelo.

a) Escolham um Globo Terrestre, o maior que conseguirem, e tirem o seu pé de apoio de tal forma que somente reste a esfera propriamente dita. Identifiquem sobre o globo onde está o local onde vivem e marque-o claramente.

b) No solo, perto do gnômon e das linhas, tracem uma linha Norte-Sul (astronômica, não a magnética) e coloquem aí um pedestal (um tronco, um ferro, etc.) sobre o qual apoiarão o globo terrestre. O pedestal deverá ter uma altura adequada para que um aluno possa ver facilmente todo o globo, tanto a parte de cima como a de baixo.

c) O gnômon com o qual temos trabalhado está colocado sobre o solo (na posição topocêntrica), na linha Norte-Sul (denominada “a meridiana”, uma parte da linha que une os dois pólos geográficos ou simplesmente meridiano), deixando debaixo dele todo o planeta Terra. Tentem reproduzir sobre o globo terrestre esta situação, ou seja, coloquem no lugar onde vivem uma pequena vareta (o gnômon da representação), que estará sobre um dos meridianos do globo terrestre (os que habitualmente já vêm marcados).

d) Finalmente, coloquem o globo sobre o pedestal cuidando para que ambos os meridianos (o da representação e a linha meridiana real) coincidam e que o gnômon sobre o globo esteja reto, paralelo ao gnômon real. A este globo terrestre, colocado dessa maneira, que representa fielmente o planeta Terra como um todo, bem como nós mesmos colocados sobre ele, denomina-se “Globo Terrestre Paralelo”.

e) Observem e comparem as sombras de ambos os gnômon: o real sobre o solo e o pequeno sobre o globo. Que conclusões poderiam tirar desta observação?

Algunas preguntas como para ir un poco más allá...

- Utilizando el Globo Terráqueo Paralelo, ¿podrían deducir cómo son las sombras de un gnomon recto vertical en los otros lugares de observación de este Proyecto? ¿Podrían mostrar cómo se mueven las sombras en el Hemisferio Norte o en las antípodas del lugar donde viven en el instante en que están ustedes trabajando?
- ¿Por qué razón ocurre que, a pesar de que el gnomon y sus antípodas están sobre el mismo meridiano terrestre, cuando en un lugar es de día en el otro es de noche?
- ¿Hay algún momento del día en el que el globo terráqueo paralelo “deja de funcionar”? Expliquen por qué sucede esto.
- ¿Qué características tiene la línea de separación entre la mitad iluminada de la Tierra y la mitad no iluminada (el “terminador”) durante un equinoccio?
- ¿Cómo sería la iluminación de este Globo en verano y en invierno, en los solsticios por ejemplo?

Algumas perguntas para ir um pouco além...

- Utilizando o Globo Terrestre Paralelo, poderiam deduzir como são as sombras de um gnômon reto vertical nos outros lugares de observação deste Projeto? Poderiam mostrar como se movem as sombras no Hemisfério Norte ou nas antípodas do lugar onde moram no instante em que vocês estão trabalhando?
- Por qual razão acontece que, apesar de o gnômon e suas antípodas estarem sobre o mesmo meridiano terrestre, quando em um lugar é dia no outro lugar é noite?
- Há algum momento do dia em que o Globo Terrestre Paralelo “deixa de funcionar”? Expliquem porque isto acontece.
- Quais características tem a linha de separação entre a metade iluminada da Terra e a metade não iluminada (“terminador”) durante um equinócio?
- Como seria a iluminação deste Globo no verão e no inverno, nos solstícios, por exemplo?

TERCERA PARTE

la relación entre lo local y lo planetario

a) Luego de realizada la primera parte de la actividad quedó formada en el lugar de observación una estructura con dos conjuntos de hilos: unos en el piso representando las sombras del gnomon, y otros en el aire representando los rayos de Sol pasantes por el agujero en el extremo del gnomon.

Ubíquense de tal forma que puedan ver la estructura de hilos que representan los rayos de Sol desde uno de sus extremos. ¿Qué observan?

b) Observen ahora el globo terráqueo paralelo y comparen el Ecuador terrestre con el plano formado por los rayos de Sol durante un equinoccio. ¿Qué ángulo forman entre sí?

c) Claven en el suelo una varilla, larga y de un diámetro no mayor a 2 cm, de modo que quede formando un ángulo recto (perpendicular) al plano de los rayos de Sol.

d) Observen nuevamente el globo terráqueo paralelo, ¿qué recta en él pasa por su centro y es perpendicular al plano del Ecuador?

e) Midan el ángulo que el eje de rotación forma con respecto al suelo. ¿Podrían relacionarlo con lo que averiguaron en la actividad anterior?

f) Construyan un pequeño plano con un eje perpendicular a él y ubíqueno sobre el globo terráqueo paralelo cuidando que el ángulo que forma el eje sobre el suelo sea el mismo que el que acaban de medir, y que además la base del plano sea perpendicular al meridiano sobre el que está el lugar de observación en el globo.

TERCEIRA PARTE

a relação entre o local e o planetário

a) Uma vez realizada a primeira parte da atividade formou-se no lugar de observação uma estrutura com dois conjuntos de linhas: umas no solo, representando as sombras do gnômon e outras no ar representando os raios de Sol que passaram pelo orifício no extremo do gnômon.

Coloquem-se de forma a que possam ver a estrutura de linhas que representam os raios de Sol desde uma de suas extremidades. O que observam?_

b) Observem agora o Globo Terrestre paralelo e comparem o Equador terrestre com o plano formado pelos raios de Sol durante um equinócio. Que ângulo formam entre si?

c) Cravem no solo uma vareta, comprida e com diâmetro de no máximo 2 cm, de modo que forme um ângulo reto (perpendicular) ao plano dos raios de Sol.

d) Observem novamente o Globo Terrestre Paralelo: qual a reta neste plano que passa pelo seu centro e é perpendicular ao plano do Equador?

e) Meçam o ângulo que o eixo de rotação forma com relação ao solo. Poderiam relacionar isso com o que perceberam na atividade anterior?

f) Construam um pequeno plano com um eixo perpendicular a ele e coloquem-no sobre o Globo Terrestre Paralelo, de forma a que o ângulo que o eixo forme sobre o solo seja o mesmo que aquele que acabam de medir e que, além disso, a base do plano seja perpendicular ao meridiano sobre o qual está o lugar de observação no globo.

Algunas preguntas como para ir un poco más allá...

- Analicen en qué lugares del planeta ocurre que en algún día del año un gnomon vertical no da sombra; utilicen para ello pequeñas varillas ubicadas en los distintos paralelos de un mismo meridiano del globo terráqueo paralelo. ¿Qué paralelos determinan el límite de la zona en la que sucede eso? Averigüen qué nombre se les da a esos paralelos.
- Construyan varios pequeños modelos del Ecuador y el eje, y ubíquenlos en distintos lugares sobre el globo terráqueo (en un polo, en el Ecuador, en algún lugar entre los trópicos, etc.). ¿Cómo será la trayectoria del Sol en un determinado día con respecto al horizonte de esos lugares? Para verificar sus respuestas, dejen que el Sol real ilumine al globo terráqueo paralelo y estudien cómo son las sombras y cómo evolucionan sobre esos modelos durante algunas horas y a lo largo de los días.

Algumas perguntas para ir um pouco além...

- Analisem em quais lugares do planeta ocorre o fato de que em algum dia do ano um gnômon vertical não produz sombra; utilizem para isso pequenas varetas colocadas nos distintos paralelos de um mesmo meridiano do Globo Terrestre paralelo. Quais paralelos determinam o limite da região em que isso acontece? Investiguem que nome se dá a esses paralelos.
- Construam vários modelos pequenos do Equador (?) e do eixo e coloquem-nos em distintos lugares sobre o globo terrestre (em um dos pólos, no Equador, em algum lugar entre os trópicos, etc.). Como será a trajetória do Sol em um determinado dia com respeito ao horizonte desses lugares? Para verificar suas respostas, deixem que o Sol real ilumine o Globo Terrestre Paralelo e estudem como são as sombras e como evoluem sobre esses modelos durante algumas horas e ao longo dos dias.

CUARTA PARTE

lo común y lo distinto del equinoccio en Argentina, Brasil, y Uruguay

Las partes antes desarrolladas del presente Proyecto se realizan en forma observacional desde cada lugar geográfico de observación, y en un breve lapso de tiempo (por ejemplo, durante el día del equinoccio).

Más allá de la posibilidad tecnológica actual de establecer una comunicación en tiempo real entre los distintos grupos de docentes mientras realizan sus observaciones (con cámaras web, por ejemplo), la comparación de los resultados obtenidos, la discusión conceptual y didáctica, la elaboración de los informes finales, la producción de materiales didácticos, etc., deberán hacerse en forma integrada y compartida durante las semanas posteriores al equinoccio.

Así, es importante que cada grupo de trabajo sea conciente de cuál es la parte final del trabajo común iniciado con este Proyecto, para que los registros obtenidos durante el proceso de observación del equinoccio se resignifiquen más allá de lo local y tengan una proyección didáctica más amplia.

Una vez finalizadas las observaciones realizadas por los distintos grupos de docentes en cada ciudad de Argentina, Brasil y Uruguay, los Responsables de este Proyecto deberán coordinar la puesta en común de los datos obtenidos, y la elaboración de conclusiones, recomendaciones, materiales, etc., los que luego deberán tener una devolución concreta en una instancia final con cada grupo de trabajo.

Por esta razón, los registros más importantes a recoger en cada experiencia deberían ser los siguientes (aunque pueden no ser los únicos, según los criterios e intereses de cada grupo):

- Descripción y datos de cada Institución educativa involucrada en el presente Proyecto, con su responsable y grupo de docentes/estudiantes/etc.
- Descripción del contexto físico y social de trabajo durante la realización de la experiencia de observación del equinoccio (lugar, paisaje, clima, otras personas involucradas, etc.).

QUARTA PARTE

o comum e o diferente do equinócio na Argentina, no Brasil e no Uruguai

As partes desenvolvidas até o momento do presente projeto realizam-se de forma observacional a partir de cada lugar geográfico de observação, e durante um curto lapso de tempo (por exemplo, durante o dia do equinócio).

Além da possibilidade tecnológica atual de estabelecer uma comunicação em tempo real entre os diversos grupos de docentes enquanto realizam suas observações (com câmeras *web* por exemplo), a comparação dos resultados obtidos, a discussão conceitual e didática, a elaboração dos informes finais, a produção de materiais didáticos, etc., deverão ser feitas de forma integrada e compartilhada durante as semanas posteriores ao equinócio.

Assim, é importante que cada grupo de trabalho esteja conscientizado sobre qual será a parte final do trabalho comum iniciado com este Projeto, para que os registros obtidos durante o processo de observação do equinócio extrapolem o local da realização do mesmo e tenham uma projeção didática mais ampla.

Uma vez finalizadas as observações realizadas pelos diferentes grupos de docentes em cada cidade da Argentina, do Brasil e do Uruguai, os responsáveis deste projeto deverão coordenar a coleta comum de todos os dados obtidos, e a elaboração de conclusões, recomendações, materiais, etc., que deverão se converter em uma devolução concreta em uma instância final com cada grupo de trabalho.

Por esta razão, os registros mais importantes a serem coletados em cada experimento deverão ser os seguintes (ainda que possam não ser os únicos, de acordo com os critérios e interesses de cada grupo):

- Descrição e dados de cada Instituição escolar envolvida no presente projeto, com seu responsável e grupo de docentes/estudantes/etc.
- Descrição do contexto físico e social de trabalho durante a realização do experimento de observação do equinócio (local, paisagem, clima, outras pessoas envolvidas, etc.).

- Fotografías y/o videos secuenciales de las distintas etapas de cada actividad y de detalles considerados importantes para comprender no sólo los resultados sino el proceso vivido.
- Cuadernos de campo, dibujos, u otro tipo de registro personal de los participantes.
- Relatos, anécdotas, opiniones, etc., que nos permitan comprender los aspectos emocionales de este proceso.
- Datos físicos concretos del proceso durante el equinoccio: longitud de las sombras, instantes de tiempo, medida de los ángulos de los hilos, etc.
- Descripción del contexto físico y social de trabajo durante la discusión en el aula post-observación.
- Materiales finales producidos por los distintos grupos y por el Proyecto en general.
- Evaluación crítica del Proyecto y proyección a futuro.
- Todo lo que a criterio de los participantes ayude a mejorar el trabajo compartido entre docentes e investigadores en Enseñanza de la Astronomía de Argentina, Brasil y Uruguay, para profundizar nuestra interacción en el futuro.

- Fotografias e/ou vídeos sequenciais das distintas etapas da atividade e os detalhes considerados importantes para a compreensão não só dos resultados como também do processo vivenciado.
- Cadernos de campo, desenhos, ou outro tipo de registro pessoal dos participantes.
- Relatos, anedotas, opiniões, etc., que nos permitam compreender os aspectos emocionais deste processo.
- Dados físicos concretos do processo durante o equinócio: longitude das sombras, instantes de tempo, medida dos ângulos das linhas, etc.
- Descrição do contexto físico e social de trabalho durante a discussão em aula após o experimento.
- Materiais finais produzidos pelos diferentes grupos e pelo Projeto em geral.
- Avaliação crítica do Projeto e projeção para o futuro.
- Diversos outros tópicos, a critério dos participantes, que ajudem a melhorar o trabalho compartilhado entre docentes e pesquisadores em Ensino da Astronomia na Argentina, no Brasil e no Uruguai, para aprofundar nossa interação no futuro.

APÉNDICE

APÊNDICE

Elementos para la fundamentación teórica de la experiencia

Descripción del contexto general de la experiencia

La experiencia a desarrollar consistirá en observar en forma conjunta el Equinoccio de marzo de 2009, desde las cinco ubicaciones geográficas en las que viven y trabajan los Responsables de este Proyecto, tal como fuera definido en las reuniones de trabajo realizadas durante el Encuentro de CTS de Porto Alegre, en noviembre de 2008.

Cada Responsable trabajará en su ciudad con grupos de docentes de los distintos niveles educativos, en lo posible focalizando sobre quienes trabajan en Formación Docente, con el fin de que el proceso a desarrollar en esta experiencia tenga en el futuro una mayor llegada a las aulas.

El dispositivo común a los grupos será un sencillo gnomon recto vertical (una varilla perpendicular al suelo), registrándose sistemáticamente la sombra de la misma desde la salida del Sol hasta su puesta, durante el 20 de marzo de 2009, materializando las sombras y la dirección de los rayos de luz del Sol en cada instante de medición con hilos atados al gnomon, como se describirá en mayor detalle más adelante. Se utilizará también un Globo Terráqueo Paralelo, dispositivo complementario al gnomon a los fines de este Proyecto.

Cabe destacar algunos aspectos, muy interesantes a los fines de comprender, a través de la experiencia diseñada, la realidad de nuestra geografía regional:

- La diferencia en latitud geográfica extrema entre las ciudades es mayor que 40° , lo que generará que las sombras producidas por los gnomons tendrán largos muy variados, con diferencias mucho mayores que los errores experimentales naturales en una actividad como esta (de casi 50 cm aproximadamente a mediodía solar, entre Esquel, Argentina, y São Paulo, Brasil, para un gnomon de 1 m de altura).

- La diferencia en longitud geográfica extrema equivale a más de una hora y media. Considerando que para la época del Equinoccio de marzo los tres países estarán en el mismo huso horario, si fuera posible estar en comunicación en tiempo real mientras se realiza la experiencia (con cámaras web, por ejemplo), los docentes participantes podrían percibir en forma muy notoria la velocidad de rotación terrestre y la extensión de nuestra región.

Elementos para a fundamentação teórica do experimento

Descrição do contexto geral do experimento

O experimento a ser desenvolvido consistirá em observar conjuntamente o Equinócio de Março de 2009, a partir das cinco localidades geográficas em que moram e trabalham os responsáveis por este Projeto, de acordo com o estabelecido nas reuniões de trabalho realizadas durante o encontro CTS4, em Porto Alegre, Brasil, em novembro de 2008.

Cada um dos responsáveis trabalhará em sua cidade com grupos de professores que atuam em diferentes níveis, de preferência aqueles que trabalham com formação docente, a fim de que o processo a ser desenvolvido neste experimento tenha no futuro maior repercussão no ambiente escolar.

O material comum aos grupos será um simples gnômon reto, vertical (uma vareta perpendicular ao solo), registrando-se sistematicamente a sombra da mesma desde o nascer do Sol até o Pôr do Sol, durante o dia 20 de março de 2009, materializando as sombras e a direção dos raios de luz do Sol em cada instante de medição com linhas atadas ao gnômon, conforme descrição detalhada mais adiante. Será utilizado também um Globo Terrestre Paralelo, neste Projeto usado como material complementar ao gnômon.

Cabe aqui destacar alguns aspectos muito interessantes que favorecem a compreensão (através do experimento planejado) da realidade de nossa geografia regional:

- A maior diferença em latitude geográfica entre as cidades é maior do que 40° , o que fará com que as sombras produzidas pelos gnômons tenham comprimentos muito variados, com diferenças muito maiores do que os erros experimentais naturais em uma atividade como esta (uma variação de aproximadamente 50 cm ao meio dia solar, entre Esquel, Argentina, e São Paulo, Brasil, para um gnômon de 1 m de altura).

- A maior diferença em longitude geográfica equivale a mais de uma hora e meia. Considerando que para a época do Equinócio de março os três países estarão no mesmo fuso horário, se fosse possível estar em comunicação em tempo real enquanto se realiza o experimento (com câmeras web, por exemplo) os professores participantes poderiam perceber de forma muito explícita a velocidade de rotação terrestre e a extensão de nossa região.

Descripción de la geometría básica de la experiencia

En cada instante, durante cualquier día, el Sol ocupa una cierta posición en el cielo desde la cual es posible considerar que provienen sus rayos de luz; así, cualquier objeto proyectará una sombra sobre el suelo, cuya longitud máxima estará definida por la recta que une al Sol con el borde del objeto.

Si el objeto es una varilla fina y larga perpendicular al suelo, un “gnomon recto vertical”, su sombra sobre éste será una recta de cierto grosor y un poco difusa cuyo extremo estará en la prolongación de la recta que une al Sol con la punta de la varilla. Si en el extremo de la varilla se ubica un disco de metal con un agujero en su centro, es aún más sencillo determinar dónde termina la sombra producida por el gnomon en cada instante.

Queda así formado en el espacio tridimensional un triángulo rectángulo, de espesor considerado despreciable (si la varilla no es muy gruesa), en el que el ángulo formado en el extremo de la sombra y sobre el suelo coincide con la altura angular del Sol sobre el horizonte en cada instante, cuyo valor puede obtenerse a partir de una relación trigonométrica sencilla, tal como se indica en la figura adjunta.



Descrição da geometria básica do experimento

Em cada instante, durante qualquer dia, o Sol ocupa uma certa posição no céu a partir da qual é possível considerar que chegam seus raios de luz; assim, qualquer objeto projetará uma sombra sobre o solo, cujo comprimento máximo estará definido pela reta que une o Sol com o topo do objeto.

Se o objeto for uma vareta fina e comprida, perpendicular ao solo, um “gnômon reto e vertical”, sua sombra no solo será uma reta de certa espessura e um pouco difusa, cujo extremo estará no prolongamento da reta que une o Sol com a ponta da vareta. Se no extremo da vareta for colocado um disco de metal com um orifício no centro, fica ainda mais simples determinar aonde termina a sombra produzida pelo gnômon em cada instante.

Forma-se então no espaço tridimensional um triângulo retângulo, de espessura desprezível, (no caso de a vareta não ser muito grossa), tal que o ângulo formado na extremidade da sombra e o solo coincide com a altura angular do Sol sobre o horizonte em cada instante, cujo valor se pode obter através de uma relação trigonométrica simples, conforme indicado na figura da página ao lado.

$$\text{Altura angular do Sol} = \arctg \left(\frac{\text{altura do gnômon}}{\text{comprimento da sombra}} \right)$$

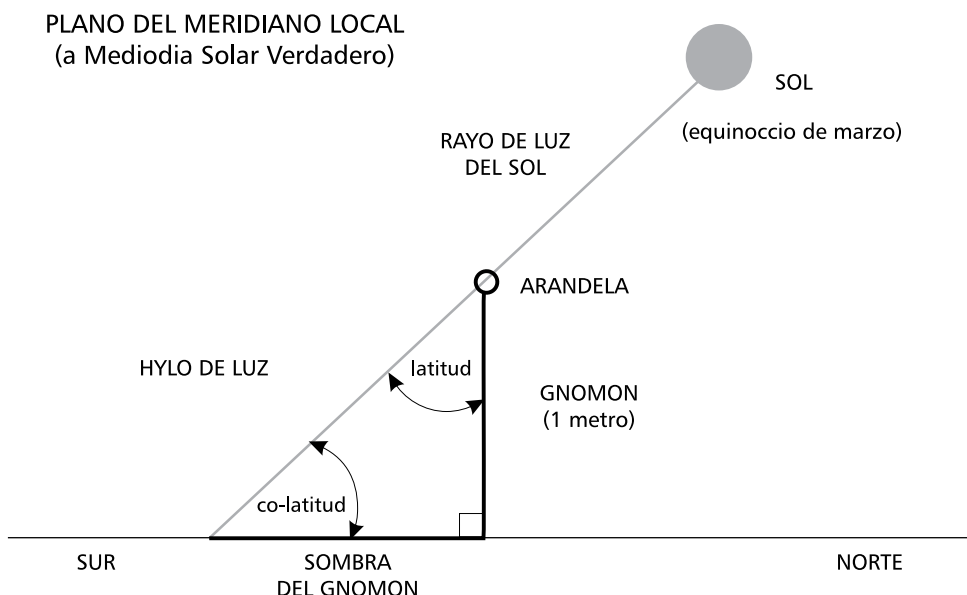


Descripción de la geometría durante el Mediodía Solar Verdadero en los equinoccios

Durante los equinoccios, el Sol recorre una trayectoria en el cielo local que coincide con la proyección del Ecuador Celeste; esto es lo que produce que durante estos días el Sol salga exactamente por el Este y se ponga por el Oeste, y que la duración del día y de la noche sean también exactamente de 12 horas.

En el instante del Mediodía Solar Verdadero, la altura angular del Sol coincide con la co-latitud del lugar de observación (o, lo que es equivalente, el ángulo de los rayos de luz en el extremo del gnomon coincide con la latitud geográfica del lugar de observación), tal como se indica en la figura adjunta.

Estos ángulos pueden determinarse indirectamente a través de la relación trigonométrica entre el largo del gnomon y el largo de su sombra, indicada en la página anterior, o bien por medición directa, mediante la utilización de un transportador de aula, tal como se muestra en las imágenes de la página siguiente.

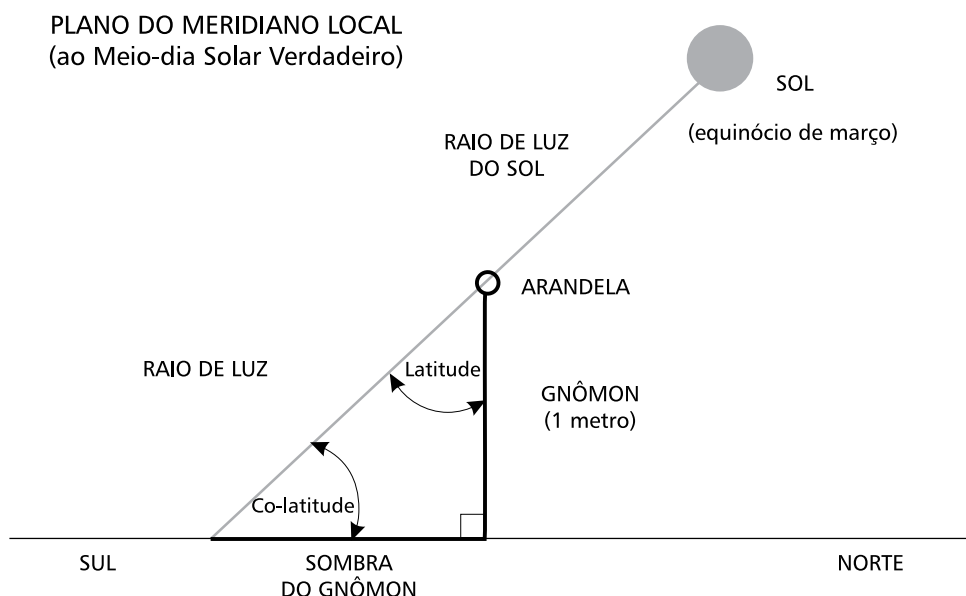


Descrição da geometria durante o Meio-dia Solar Verdadeiro nos equinócios

Durante os equinócios, o Sol percorre uma trajetória, no céu de cada localidade, que coincide com a projeção do Equador Celeste; isto faz com que durante estes dias o Sol saia exatamente pelo Leste e se ponha exatamente pelo Oeste, e que a duração do dia e da noite sejam também de 12 horas.

No instante do Meio-dia Solar Verdadeiro, a altura angular do Sol coincide com a co-latidade do lugar de observação (ou, o que é equivalente, o ângulo dos raios de luz no extremo do gnômon coincide com a latitude geográfica do lugar de observação), tal como indicado na figura.

Estes ângulos podem ser determinados tanto indiretamente através da relação trigonométrica entre o comprimento do gnômon e o comprimento de sua sombra, indicada na figura anterior, quanto por medição direta, mediante a utilização de um transferidor, tal qual é mostrado nas imagens da página seguinte.





Medición directa del valor de la co-latitud (altura angular del Sol).

Medição direta do valor da co-latidade (altura angular do Sol).



Medición directa del valor de la latitud del lugar de observación.

Medição direta do valor da latitude do lugar de observação.

Descripción de la geometría tridimensional en los equinoccios

Si en cada instante de observación durante el día del equinoccio, desde la salida del Sol hasta su puesta, se marcan las sombras del gnomon y se unen con hilos de color la base del gnomon con el extremo de la sombra, y el extremo del gnomon con el extremo de la sombra, queda conformada una estructura de hilos tridimensional en el espacio del lugar de observación.

Lo que hace particularmente interesante al desarrollo de esta actividad durante un equinoccio es que esta estructura tridimensional tiene la forma de sector de un plano, sector que comienza en la arandela de gnomon y termina sobre una línea recta en el suelo, determinada ésta por los extremos de todas las sombras que fueron marcadas durante el día.

Visto de perfil (desde el extremo de la línea recta sobre el suelo), queda también formado un triángulo rectángulo cuyos ángulos guardan la misma relación que lo descrito en la página anterior para el Mediodía Solar Verdadero.

Se dice, entonces, que el plano formado por todos los hilos que materializan los rayos de luz del Sol que pasaron durante el equinoccio por la arandela del gnomon coincide con el plano del Ecuador Celeste en el lugar de observación. Por lo tanto, el ángulo que este plano (el Ecuador Celeste) forma con el suelo equivale a la co-latitud del lugar (o bien, que el ángulo en la arandela equivale a la latitud).

Descrição da geometria tridimensional nos equinócios

Se em cada instante de observação durante o dia do equinócio, desde a saída do Sol até o Pôr-do-Sol, forem marcadas as sombras do gnômon com linhas coloridas, tanto da base do gnômon até o extremo da sombra como do extremo do gnômon com o extremo da sombra, forma-se uma estrutura de linhas tridimensional no espaço do local de observação.

O que torna particularmente interessante o desenvolvimento desta atividade durante um equinócio é que esta estrutura tridimensional tem a forma de setor de um plano, setor este que começa na arandela do gnômon e termina sobre uma linha reta no solo, a qual é determinada pelos extremos de todas as sombras que foram marcadas durante o dia.

Visto de perfil (desde o extremo da linha reta sobre o solo), forma-se também um triângulo retângulo, cujos ângulos guardam a mesma relação já descrita anteriormente para o Meio-dia Solar Verdadeiro.

Diz-se, então, que o plano formado por todas as linhas que materializam os raios de luz do Sol que passaram durante o equinócio pela arandela do gnômon coincide com o plano do Equador celeste no lugar de observação. Portanto, o ângulo que este plano (o Equador Celeste) forma com o solo equivale à co-latidade do lugar (ou seja, o ângulo na arandela equivale à latitude).



El gnomon y la estructura de hilos en el espacio tridimensional durante un equinoccio.



O gnômon e a estrutura de linhas no espaço tridimensional durante um equinócio.

Descripción del Globo Terráqueo Paralelo

El Globo Terráqueo Paralelo es un dispositivo muy sencillo, ingenioso y antiguo que, utilizado en forma sistemática, se convierte en una herramienta didáctica de gran potencialidad.

Consiste en hacer coincidir la orientación espacial con respecto a un sistema de referencia exterior (el fondo estrellado, por ejemplo) del planeta Tierra real con su representación en pequeña escala (un globo terráqueo de los utilizados en la escuela).

Cuando un observador está parado sobre la superficie terrestre (la posición topocéntrica), todo el planeta está debajo de sus pies; ubicando entonces al globo escolar sobre el suelo de modo que el lugar donde vivimos sobre su superficie esté en la parte superior del mismo, podemos considerar que, desde el exterior, ambas posiciones topocéntricas (la real y la representación sobre el globo pequeño) coinciden espacialmente.

Si luego hacemos coincidir las dos líneas Norte-Sur (la real que pasa por los pies del observador, también llamada “meridiana”) con el meridiano representado en el globo, podemos afirmar que ambas líneas Norte-Sur coinciden.

Finalmente, un observador externo ubicado muy lejos podría considerar que ambas esferas, la real y su representación, son “paralelas” en el espacio tridimensional: los ejes de rotación de ambas esferas (la Tierra y el globo) coinciden en su dirección espacial, tanto como lo hacen sus respectivos meridianos locales.

A los fines de esta experiencia, tanto como a los fines de la mayoría de las aplicaciones tecnológicas y de la ecología del planeta, es posible considerar que el Sol está lo suficientemente lejos de la Tierra como para tratar a la luz que llega de él en forma de haces de rayos paralelos. Es decir, el Sol ilumina exactamente igual (en esta aproximación) tanto a la Tierra real como a la pequeña esfera que la representa y que se ubica a los pies del observador.

Descrição do Globo Terrestre Paralelo

O Globo Terrestre Paralelo é um dispositivo muito simples, engenhoso e antigo que, utilizado de forma sistemática, converte-se em uma ferramenta didática de grande potencialidade.

Consiste em fazer coincidir a orientação espacial com respeito a um sistema de referência exterior (o fundo estrelado, por exemplo) do planeta Terra real com sua representação em escala pequena (um globo terrestre como os utilizados na escola).

Quando um observador está parado sobre a superfície terrestre (a posição topocêntrica), todo o planeta está debaixo de seus pés; colocando então o globo escolar sobre o solo de modo que o lugar onde habitamos sobre sua superfície esteja na parte superior do mesmo, podemos considerar que, desde o exterior, ambas as posições topocêntricas (a real e a representação sobre o pequeno globo) coincidem espacialmente.

Se em seguida fizermos coincidir as duas linhas Norte-Sul (a real que passa pelos pés do observador, também chamada “meridiana”) com o meridiano representado no globo, podemos afirmar que ambas as linhas Norte-Sul coincidem.

Finalmente, um observador externo que se encontrar muito distante poderia considerar que ambas as esferas, a real e sua representação, são “paralelas” no espaço tridimensional: os eixos de rotação de ambas as esferas (a Terra e o Globo) coincidem em sua direção espacial, do mesmo modo que seus respectivos meridianos locais.

Ao fim deste experimento, à semelhança do que ocorre na maioria das aplicações tecnológicas e da própria ecologia do planeta, é possível considerar que o Sol está suficientemente longe da Terra a fim de se considerar a luz que chega a partir dele como se fossem raios paralelos. Quer dizer, o Sol ilumina exatamente igual (sob esta aproximação) tanto a Terra real como a pequena esfera que a representa e que se encontra aos pés do observador.

Así, estudiando la iluminación del Globo Terráqueo Paralelo es posible comprender cómo está iluminada la Tierra, la evolución del día y la noche y de las estaciones, tanto en cada lugar en particular como en el planeta como un todo.



El Globo Terráqueo Paralelo iluminado durante un equinoccio (arriba y en la página siguiente).

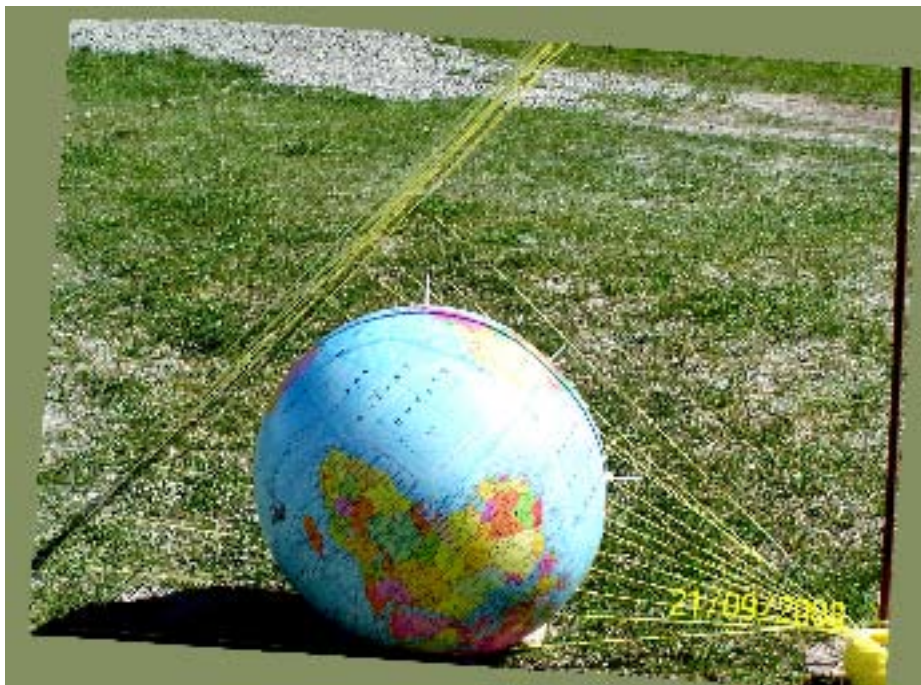
Deste modo, estudando a iluminação do Globo Terrestre Paralelo é possível compreender como é iluminada a Terra, a evolução do dia e da noite bem como das estações, tanto em cada lugar particular como no planeta como um todo.



O Globo Terrestre Paralelo iluminado durante um equinócio (página anterior e acima).

La visión local y la visión planetaria

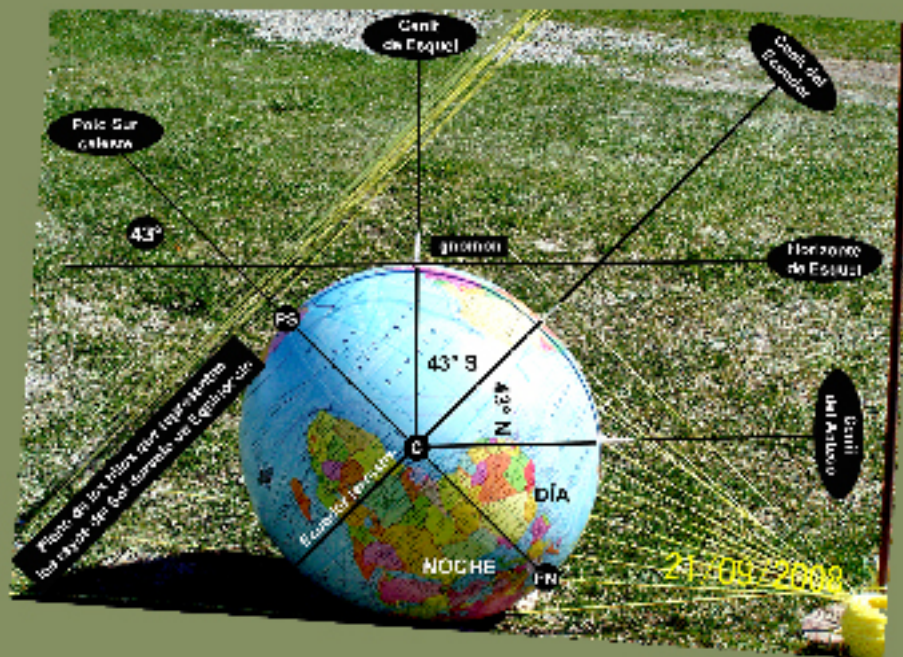
La figura siguiente ayuda a comprender las relaciones geométricas entre el lugar de observación y la Tierra como un todo, ambos con respecto a la luz del Sol durante un equinoccio, y permite hallar la relación antes citada entre los ángulos en el gnomon y la latitud geográfica del lugar.



La geometría del Cielo e de la Tierra
Esquel, Patagonia, Argentina (arriba y en la página siguiente).

A visão local e a visão planetária

A figura a seguir ajuda a compreender as relações geométricas entre o lugar de observação e a Terra como um todo, ambos com respeito à luz do Sol durante um equinócio, e permite encontrar a relação anteriormente citada entre os ângulos a partir do gnômon e a latitude geográfica do lugar.



A geometria do Céu e da Terra
Esquel, Patagônia, Argentina (página anterior e acima).

La observación del equinoccio desde distintos lugares geográficos

Para comprender adecuadamente a los equinoccios, tanto como a la gran mayoría de los fenómenos astronómicos, es necesario analizarlos desde una doble perspectiva: planetaria, de la Tierra como un todo, y local, propia de cada lugar de observación.

En el caso de la experiencia del Proyecto CTS4 2009, la observación a realizarse durante el equinoccio de marzo tendrá una fuerte componente de la perspectiva local, aunque todos los lugares compartirán lo general del planeta Tierra en este momento particular: el Sol saldrá por el Este y se pondrá por el Oeste en cada horizonte local; el día durará lo mismo que la noche para todos; la estructura tridimensional de los hilos que materializan los rayos de luz será un plano para todos los gnomons utilizados; la línea que forman los extremos de las sombras serán en todos los casos las rectas Este-Oeste; etc.

Sin embargo, habrá algunas particularidades, también geométricas, muy interesantes: el ángulo de inclinación con respecto al suelo del plano que forman los hilos será diferente para cada lugar de observación, dado que todas las ciudades están ubicadas a diferentes latitudes geográficas (también están ubicadas a diferentes longitudes geográficas, pero a los fines de la geometría de esta actividad esto no será de interés específico).

En las figuras de la página siguiente se indican, aproximadamente, cómo estarán ubicados los planos de los hilos con respecto al suelo de cada lugar de observación.

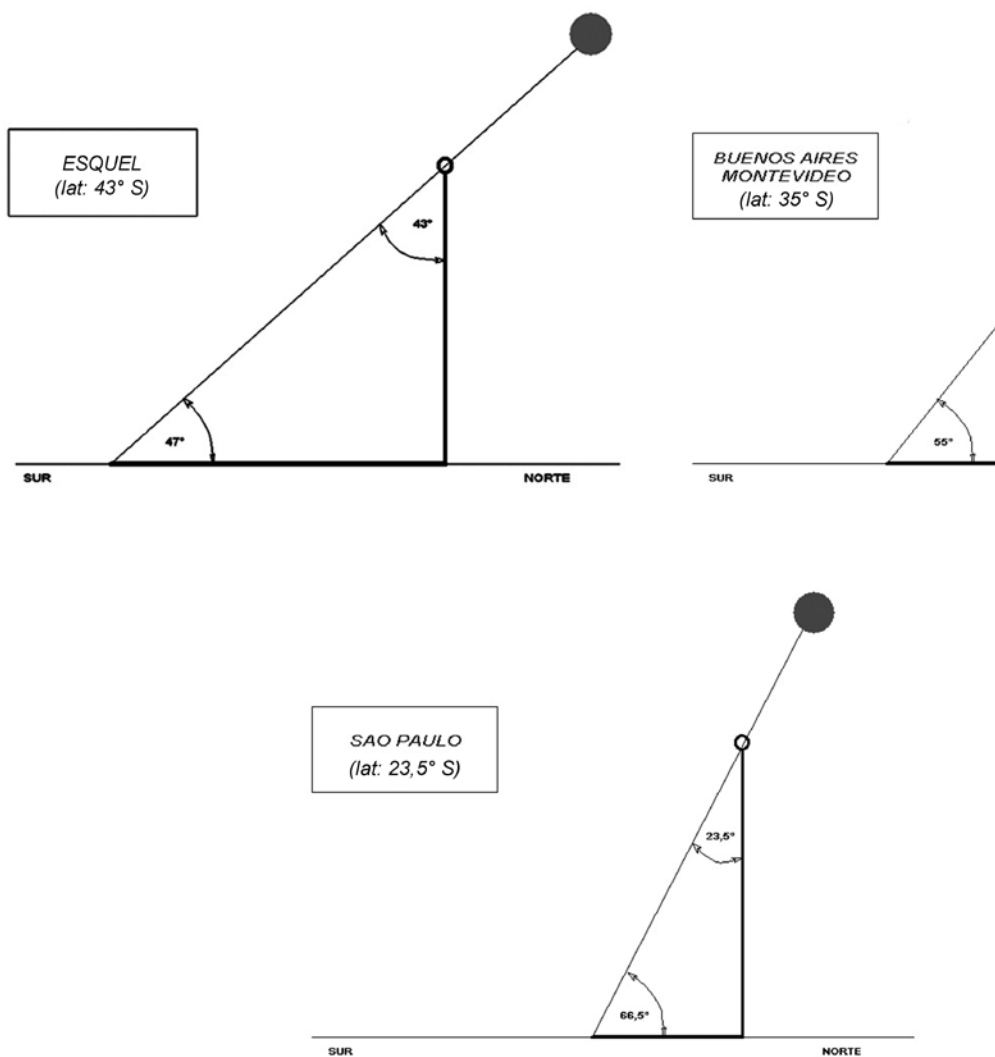
A observação do equinócio a partir de diferentes lugares geográficos

Para compreender adequadamente os equinócios, bem como a maioria dos fenômenos astronômicos, é necessário analisá-los a partir de uma perspectiva dupla: planetária, da Terra como um todo, e local, própria de cada lugar de observação.

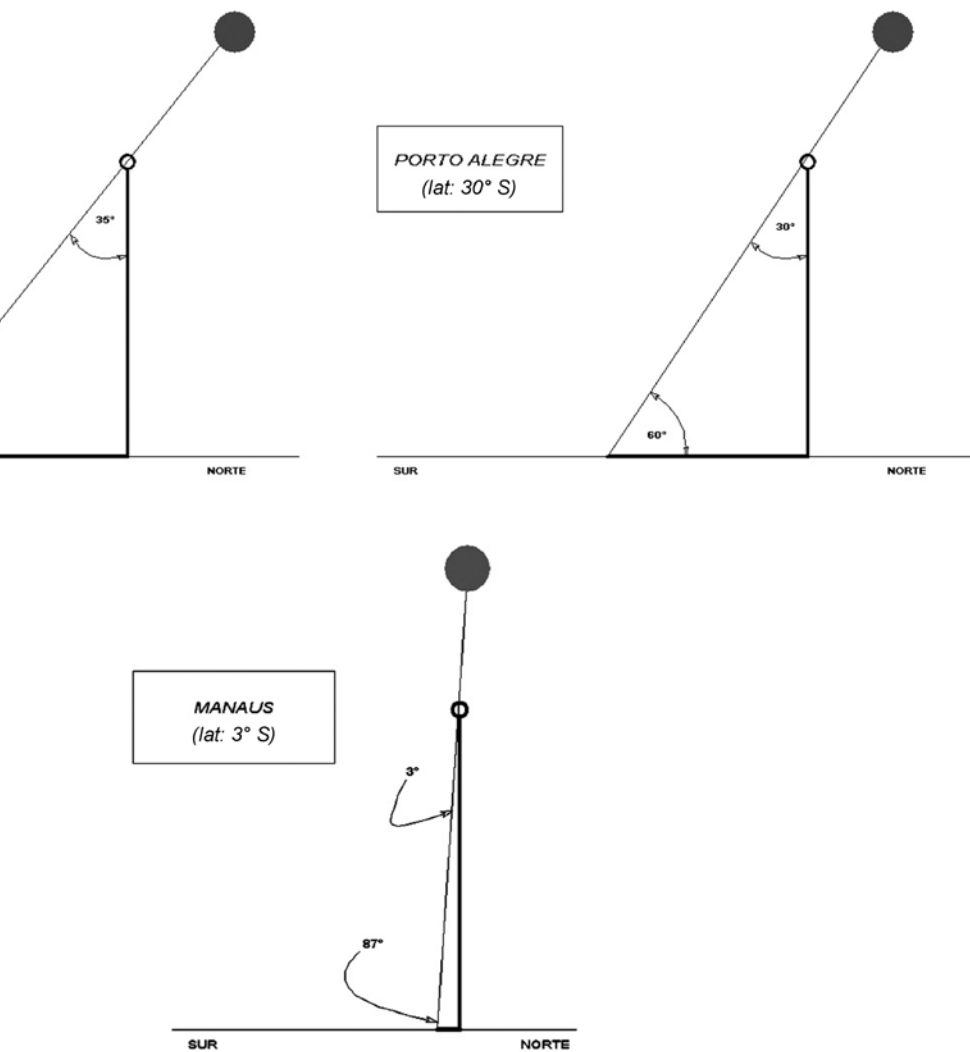
No caso do experimento do Projeto CTS4 2009, a observação a ser realizada durante o equinócio de março terá uma forte componente da perspectiva local, mesmo que todos os lugares compartilhem o aspecto geral do planeta Terra neste momento particular: o Sol nascendo no Leste e se pondo no Oeste em cada horizonte local; o dia durará o mesmo que a noite para todos; a estrutura tridimensional das linhas que materializam os raios de luz será um plano para todos os gnômons utilizados; a reta que formam os extremos das sombras serão, em todos os casos, as retas Leste-Oeste; etc.

Entretanto, haverá algumas particularidades muito interessantes: o ângulo de inclinação, com respeito ao solo, do plano formado pelas linhas será diferente para cada lugar de observação, dado que todas as cidades estão localizadas a diferentes latitudes geográficas (também estão localizadas a diferentes longitudes geográficas, mas para fins deste experimento isso não será de interesse específico).

Nas figuras na próxima página estão indicados, aproximadamente, como estarão localizados os planos das linhas com respeito ao solo, em cada lugar de observação.



Variación de la altura angular del Sol durante un equinoccio en los distintos lugares de observación.



Variação da altura angular do Sol durante um equinócio nos diferentes locais de observação.

Descripción del gnomon a utilizar

Con el fin de que los registros que obtengan los distintos grupos de trabajo sean comparables directamente, permitiéndonos confiar en que los errores experimentales serían equivalentes, es recomendable utilizar una única medida para el largo del gnomon.

A los fines de que, además, las longitudes a medir y las relaciones trigonométricas a utilizar sean lo más sencillas posible, recomendamos un largo idéntico para todos los gnomons de un metro (1 m).

A modo de ejemplo, se describe a continuación un posible diseño para el gnomon a utilizar.

- Construido a partir de una varilla de hierro de construcción lisa de 8 mm, este gnomon tiene una chapa soldada en la parte inferior para asegurar que al clavarlo en la tierra el mismo hace “tope” y queda firme y nivelado sobre la superficie.
- Tiene asimismo una arandela soldada en la punta, de modo que su sombra termina en un disco oscuro con un punto de luz en su centro, lo que facilita mucho la determinación del extremo de la sombra que se toma como indicativo de la evolución del movimiento del Sol en el cielo local.
- La distancia entre el agujero de la arandela y la base circular de metal es de 100 cm.

Descrição do gnômon a ser utilizado

A fim de que os registros obtidos pelos distintos grupos de trabalho sejam comparáveis diretamente, permitindo confiar em que os erros experimentais sejam equivalentes, é recomendável utilizar uma única medida para o comprimento do gnômon.

Do mesmo modo, a fim de que as distâncias a medir e as relações trigonométricas a utilizar sejam o mais simples possível, recomendamos um comprimento idêntico para todos os gnômons: um metro (1 m).

A título de exemplo, descreve-se em seguida um possível planejamento para o gnômon a ser utilizado.

- Construído a partir de uma vareta lisa de ferro de construção (8mm), este gnômon tem uma chapa soldada na parte inferior para assegurar que, ao cravá-lo na terra, ele se mantenha reto e fique firme e nivelado sobre a superfície
- Além disso tem uma arandela soldada na ponta, de modo que sua sombra termine em um disco escuro com um ponto de luz no centro, o que facilita muito a determinação do extremo da sombra que se toma como indicativo da evolução do movimento do Sol no céu local.
- A distância entre o orifício da arandela e a base circular de metal é de 1 m (100 cm).



El gnomon recto vertical de Esquel, Argentina
(arriba y en la página siguiente).



O gnômon reto vertical de Esquel, Argentina
(página anterior e acima).

La determinación de la línea Norte-Sur

SÍNTESIS TEÓRICA

La prolongación de la varilla o gnomon directamente hacia arriba marca un punto imaginario en el cielo denominado Cenit; la correspondiente prolongación hacia abajo, pasando por el centro de la Tierra, determina otro lugar sobre la superficie de ésta llamado las antípodas y sobre el cielo otro punto denominado Nadir. La línea Cenit-observador-centro de la Tierra-Nadir coincide con la línea de una plomada ubicada en la posición topocéntrica.

En un determinado instante, y por estar iluminado por el Sol, el gnomon proyecta una sombra sobre el suelo; a medida que el Sol se mueve con relación al horizonte, la sombra del gnomon también se mueve variando su largo y su orientación. La ubicación del Sol en el cielo y el largo y orientación de la sombra en el suelo están directamente relacionados a través del gnomon.

La línea que divide al horizonte en dos mitades iguales y que pasa por la sombra más corta se denomina meridiana del lugar, y señala exactamente la dirección Norte-Sur.

Si pudiéramos caminar hacia el Sur por la línea meridiana a lo largo del planeta, llegaríamos al Polo Sur, y viceversa si lo hiciéramos hacia el Norte (los llamados Polos Geográficos). La línea que une los Polos Geográficos y pasa por la posición del observador (posición topocéntrica) se denomina meridiano geográfico. El ángulo entre el meridiano geográfico de un lugar y el correspondiente a Greenwich define la “longitud” de ese lugar. La longitud varía desde 180° O, en las antípodas de ese meridiano, pasando por 0° en Greenwich, hasta 180° E hacia el Este del mismo meridiano de referencia.

La línea perpendicular a la Norte-Sur, que pasa por la base del gnomon (posición topocéntrica) señala hacia el Este y el Oeste.

La línea imaginaria en el cielo que pasa por el Norte, por el Cenit, por el Sur y por el Nadir se denomina meridiano celeste.

Es importante recordar que por este método se determina rigurosamente la línea Norte-Sur; no ocurre lo mismo si utilizáramos una brújula, ya que este instrumento señala el Norte y el Sur magnéticos de la Tierra, los llamados Polos Magnéticos, que no coinciden con los Polos Geográficos.

A determinação da linha Norte-Sul

SÍNTESE TEÓRICA

O prolongamento da vareta, o gnômon, diretamente para cima marca um ponto imaginário no céu denominado Cenit; o correspondente prolongamento para baixo, passando pelo centro da Terra, determina outro lugar sobre a superfície da Terra chamado as antípodas e outro ponto imaginário no céu chamado Nadir. A linha Zênite – observador - centro da Terra - Nadir coincide com a linha de prumo localizada na posição topocêntrica.

Em um determinado instante, e por estar iluminado pelo Sol, o gnômon projeta uma sombra sobre o solo; à medida que o Sol se move com relação ao horizonte, a sombra do gnômon também se move, variando seu comprimento e sua orientação. A localização do Sol no céu e o comprimento e a orientação da sombra no solo estão diretamente relacionados através do gnômon.

A linha que divide o horizonte em duas metades iguais e que passa pela sombra mais curta denomina-se meridiana do lugar, e assinala exatamente a direção Norte-Sul.

Se pudéssemos caminhar para o Sul pela linha meridiana pelo comprimento do planeta, chegaríamos ao Pólo Sul, e vice-versa se o fizéssemos até o Norte (os chamados Pólos Geográficos). A reta que une os Pólos Geográficos e passa pela posição do observador (posição topocêntrica) denomina-se meridiano geográfico. O ângulo entre o meridiano geográfico de um lugar e o correspondente a Greenwich define a “longitude” desse lugar. A longitude varia desde 180° O, nas antípodas desse meridiano, passando por 0° em Greenwich, até 180° E até o Leste do mesmo meridiano de referência.

A reta perpendicular à direção Norte-Sul, que passa pela base do gnômon (posição topocêntrica) assinala o Leste e o Oeste.

A linha imaginária no céu que passa pelo Norte, pelo Cenit, pelo Sul e pelo Nadir denomina-se meridiano celeste.

É importante lembrar que por este método se determina rigorosamente a linha Norte-Sul; não aconteceria o mesmo caso utilizássemos uma bússola, já que este instrumento assinala o Norte e o Sul magnéticos da Terra, os chamados Pólos Magnéticos, que não coincidem com os Pólos Geográficos.

Prolonguen las líneas Norte-Sur y Este-Oeste aproximadamente dos o tres metros desde la base del gnomon y marquen sus extremos con estacas en las que indiquen claramente los nombres de los puntos cardinales N, S, E y O. Estos puntos serán los que utilizaremos en el futuro para el resto de las actividades y definen nuestro sistema de referencia espacial.

Prolonguem as linhas Norte-Sul e Leste-Oeste aproximadamente dois ou três metros desde a base do gnômon e marquem seus extremos com estacas nas quais estarão indicados claramente os nomes dos pontos cardeais N, S, L e O. Estes pontos serão o que utilizaremos no futuro para o resto das atividades e definem nosso sistema de referência espacial.

La observación del equinoccio desde el propio lugar

SÍNTESIS TEÓRICA

El Sol ilumina el gnomon y éste proyecta sombra, excepto en donde está el agujero. Por esta razón, el gnomon, el rayo de luz y la línea de sombra sobre el piso forman un triángulo rectángulo en el espacio tridimensional, de cierto volumen, llamado la “zona de sombra”.

El 20 de marzo y el 22 de septiembre, el extremo de la sombra del gnomon, y también el de los rayos del Sol, marcan sobre el piso una recta, la línea Este-Oeste, que divide al horizonte en dos partes iguales y es perpendicular a la línea Norte-Sur. Si pudiéramos caminar sobre esta línea, tanto hacia el Este como hacia el Oeste, recorreríamos una circunferencia sobre nuestro planeta llamada paralelo.

Estos dos son los únicos días en el año en los que el Sol sale exactamente por el Este y se pone exactamente por el Oeste; todos los demás días la línea que une los lugares de salida y puesta se corre ya sea hacia el Norte (en otoño e invierno) o hacia el Sur (en primavera y verano).

El 20 de marzo y el 22 de septiembre hay tantas horas de luz (día) como de oscuridad (noche), por lo que se denomina a esos dos días los equinoccios (“igual duración del día y la noche”); todos los demás días del año, o bien la duración del día es menor que la de la noche (otoño e invierno) o viceversa (primavera y verano).

A observação do equinócio desde o próprio lugar

SÍNTESE TEÓRICA

O Sol ilumina o gnômon e este projeta sombra, exceto onde está o orifício. Por esta razão, o gnômon, o raio de luz e a linha de sombra sobre o piso formam um triângulo retângulo no espaço tridimensional, de certo volume, chamado a “zona de sombra”.

Nos dias 20 de março e 22 de setembro, o extremo da sombra do gnômon, e também o dos raios de Sol, marcam sobre o solo uma reta, a linha Leste-Oeste, que divide o horizonte em duas partes iguais e é perpendicular à linha Norte-Sul. Se pudéssemos caminhar sobre essa linha, tanto para o Leste como para o Oeste, percorreríamos uma circunferência sobre nosso planeta chamada de paralelo.

Estes são os únicos dois dias do ano em que o Sol nasce exatamente no Leste e se põe exatamente no Oeste; em todos os demais dias a linha que une os lugares onde o Sol nasce e se põe se desloca ou ao Norte (no outono e inverno) ou ao Sul (na primavera ou verão).

Nos dias 20 de março e 22 de setembro há tantas horas de luz (dia) como sem luz (noite), e por isso esses dias são chamados de equinócios (“igual duração do dia e da noite”); em todos os demais dias do ano, ou a duração do dia é menor do que a da noite (outono e inverno) ou vice-versa (primavera e verão).

La relación entre lo local y lo planetario

SÍNTESIS TEÓRICA

Si varias líneas rectas aparecen, al verlas de perfil, como si fueran una única recta, podemos decir que las mismas están formando un plano.

Del mismo modo que hemos considerado al globo como una fiel representación de nuestro planeta, y de nosotros sobre él, así también podemos explicar que el plano formado por los rayos de Sol en un equinoccio es la representación del Ecuador terrestre en el lugar de observación (posición topocéntrica).

Podemos considerar entonces que la recta que es perpendicular al plano formado por los rayos de Sol en un equinoccio es la representación del eje de rotación terrestre en el lugar de observación (posición topocéntrica).

El ángulo que forma el eje de rotación terrestre en su representación sobre el suelo define el paralelo sobre el que está ubicado el observador y es igual en valor a la latitud del lugar de observación. La latitud varía desde 90°S en el Polo Sur, pasando por 0° en el Ecuador, hasta 90°N en el Polo Norte.

A relação entre o local e o planetário

SÍNTESE TEÓRICA

Se várias linhas retas aparecem, ao vê-las de perfil como se fossem únicas, podemos dizer que elas estão formando um plano.

Do mesmo modo que consideramos o globo como uma fiel representação de nosso planeta, e de nós mesmos sobre ele, assim também podemos dizer que o plano formado pelos raios de Sol em um equinócio é a representação do Equador terrestre no lugar de observação (posição topocêntrica).

Podemos considerar então que a reta que é perpendicular ao plano formado pelos raios de Sol em um equinócio é a representação do eixo de rotação terrestre no lugar de observação (posição topocêntrica).

O ângulo que forma o eixo de rotação terrestre em sua representação sobre o solo define o paralelo sobre o qual está localizado o observador e é igual em valor à latitude do lugar de observação. A latitude varia desde 90°S no Pólo Sul, passando por 0° no Equador, até 90°N no Pólo Norte.

