

## APLICAÇÃO DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS PARA O ENSINO DE FUSOS HORÁRIOS

*Paulo Henrique Azevedo Sobreira*<sup>1</sup>

**Resumo:** Há vários temas astronômicos interessantes que devem ser trabalhados nos Ensinos Médio e Fundamental, nas disciplinas de Geografia e de Ciências. Entre eles, o tema dos *fusos horários* que é um dos mais importantes para se correlacionar a rotação da Terra e suas implicações nas atividades cotidianas dos cidadãos em escala local, regional e global, que envolvem problemas de diferenças horárias. Para o ensino dos fusos horários nas aulas de Geografia, por exemplo, há representações bidimensionais de mapas temáticos de fusos horários mundiais, nos livros didáticos e nos atlas. Ocorre que os professores enfrentam algumas dificuldades para possibilitar aos seus alunos a visão tridimensional deste fenômeno astronômico, a partir dos materiais didáticos disponíveis nas escolas. O objetivo deste trabalho é apresentar duas propostas para a confecção de materiais de baixo custo, que possibilitem a elaboração de modelos tridimensionais para o ensino dos fusos horários.

**Palavras-chave:** Ensino de Fusos Horários; Educação Geográfica; Educação em Astronomia; Materiais Didáticos; Formação de Professores.

## APLICACIÓN DE MODELOS TRIDIMENSIONALES PARA LA ENSEÑANZA DE HUSOS HORARIOS

**Resumen:** Hay algunos temas astronómicos interesantes que se deben trabajar en la enseñanza media y básica, en las asignaturas de Geografía y de Ciencias. Entre ellos, el de los *husos horarios* que es uno de los más importantes para correlacionar la rotación de la Tierra y sus implicaciones en las actividades diarias de los ciudadanos en escala local, regional y global, y en general, cuestiones que implican problemas de las diferencias horarias. Para la enseñanza de los husos horarios en las clases de Geografía, por ejemplo, hay representaciones bidimensionales de los mapas temáticos de husos horarios mundiales, en libros y atlas didácticos. Sin embargo, los profesores se enfrentan con algunas dificultades para hacer posible que sus alumnos tengan una visión tridimensional de este fenómeno astronómico, usando los materiales didácticos disponibles en las escuelas. El objetivo de este trabajo es presentar la construcción de dos propuestas de materiales de bajo costo, que hacen posible la elaboración de modelos tridimensionales para la enseñanza de los husos horarios.

**Palabras clave:** Enseñanza de Husos Horarios; Educación Geográfica; Educación en Astronomía; Materiales didácticos; Formación del Profesorado.

## APPLICATION OF THREE-DIMENSIONAL MODELS FOR THE TEACHING OF TIME ZONES

**Abstract:** There are several interesting astronomical topics that must be addressed in the High School and Elementary/Middle School in the disciplines of Geography and of Sciences. Among them, the topic of *time zones* which is one of the most important to understand the correlation of the Earth's rotation and its implications on daily activities of citizens in local scale, regional and global scales which involve problems of time differences. For the teaching of time zones in the lessons of Geography, for example, there are bi-

---

<sup>1</sup> Doutor em Geografia Física. Professor adjunto do Planetário da Universidade Federal de Goiás (UFG).  
e-mail: < sobreiracosmografia@yahoo.com.br >

dimensional representations of thematic maps of world time zones, textbooks and atlas. It happens that teachers face some difficulties to permit its students to view three-dimensionally this astronomical phenomenon from the textbooks available in schools. The aim of this paper is to present two proposals with low-cost materials, which allow the preparation of three-dimensional models for the teaching of time zones.

**Keywords:** Teaching of time Zones; Geographic Education; Astronomy Education; Instructional materials; Teacher Education.

## 1. Introdução

Há vários temas astronômicos interessantes que devem ser trabalhados nos Ensinos Médio e Fundamental, nas disciplinas de Geografia, de Ciências e de Física.

Este artigo destacará o tema dos fusos horários que é um dos mais importantes deles, para se compreender a ação da rotação da Terra e, em consequência, o fenômeno do dia e da noite e suas implicações nas atividades cotidianas dos cidadãos em escala local, regional e global.

Este tópico envolve problemas de diferenças horárias e a visualização das porções claras e escuras do dia representadas em uma esfera e em um cilindro.

Para o auxílio ao ensino dos fusos horários nas aulas de Geografia, há disponível aos professores, por exemplo, as projeções bidimensionais de mapas temáticos de fusos horários mundiais e do Brasil, nos livros didáticos e nos atlas escolares.

Ocorre que, a partir dos materiais didáticos disponíveis nas escolas, os professores se deparam com algumas dificuldades para possibilitar aos seus alunos a visão tridimensional deste fenômeno astronômico, e isto justifica que se busquem materiais alternativos para apoiar esse aprendizado.

O objetivo deste trabalho é apresentar duas propostas para a confecção de materiais de baixo custo, que possibilitem a elaboração de modelos tridimensionais para o ensino dos fusos horários.

Ao final serão expostos os resultados das avaliações por parte dos professores e graduandos em Geografia quanto às aplicações de oficinas para a construção desses materiais.

A idéia para a confecção destes materiais (Figura 1) não é totalmente original nesta publicação. É possível que outros pesquisadores tenham aplicado modelos didáticos semelhantes aos aqui exibidos.

O modelo original do desenho utilizado para o cilindro dos fusos horários e as tampas dele está em Jenkins & Bear (1987).

A primeira notícia de um modelo esférico para fusos horários ocorreu em 1998, em um congresso do GRUPO – Associação de Escolas Particulares, em São Paulo.

Naquela ocasião, houve uma comunicação oral sobre os resultados de uma atividade escolar acerca da leitura e da interpretação do livro “A volta ao Mundo em 80 dias” de Júlio Verne, cujas expositoras eram duas professoras, uma de Geografia e outra de Língua Portuguesa, que exibiram um modelo esférico de fusos horários. Os organizadores não produziram anais do evento, o que não permite a citação dos nomes das autoras daquela comunicação.

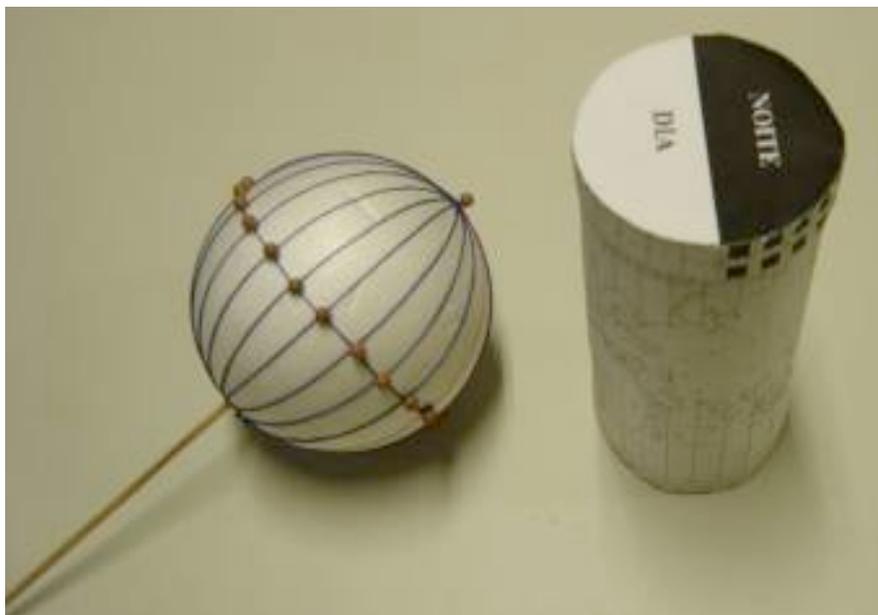


Figura 1 - Modelos tridimensionais para o ensino de fusos horários: a esfera e o cilindro das horas.

Em um hotel em Narita, cidade próxima à Tóquio no Japão, havia uma caneta esferográfica plástica distribuída como brinde, em 1998, que é dotada de um modelo cilíndrico de fusos horários em seu tubo (Figura 2).



Figura 2 - Caneta esferográfica japonesa que é dotada de um modelo cilíndrico de fusos horários.

O desenho original de Jenkins & Bear (1987) (Figura 3) e foi levemente modificado e adaptado para as oficinas de fusos horários.

As informações estavam escritas em inglês e foram traduzidas para o português; acrescentou-se a designação zonal Y referente ao fuso -12h; delineou-se a divisão do fuso horário (no ano de 2003) que abrange o Estado do Acre e as suas tampas foram recriadas.

Entre 1913 e 2008, o estado do Acre e a porção noroeste do Amazonas adotaram o fuso horário -5, ou seja, atrasado em 5 horas com relação à Greenwich e 2 horas atrasado referente à Brasília (não se ponderaram aqui as diferenças associadas aos horários de verão no Reino Unido e no Brasil).

Em 2008 foi aprovado um projeto parlamentar no Senado do Brasil para incluir o Acre no fuso horário -4, que está em vigor.

Após protestos políticos e populares houve um referendo em 31 de outubro de 2010 a respeito desse assunto. A maioria da população do Acre (57%) votou pela volta ao fuso horário -5.

O Tribunal Regional Eleitoral comunicou a decisão popular ao Tribunal Superior Eleitoral e este encaminhou ao Congresso Nacional um comunicado para que fosse elaborada uma lei para devolver ao Acre a posição de integrante do fuso horário -5.

Em 21 de dezembro de 2011, a Presidência da República vetou o projeto de lei aprovado no Congresso Nacional, que restabeleceria o Acre ao fuso horário -5. Desta maneira, o Acre permanecerá no fuso horário -4, apesar da contrariedade da vontade popular.

Ainda com relação às modificações nos desenhos, na tampa superior acrescentou-se a separação entre o dia e a noite e nas laterais dela foram colocadas tiras pretas nas marcas das horas noturnas, o que torna mais fácil a visualização da diferença entre os períodos do dia e da noite, porém fixou-se a duração de 12 horas para cada um deles.

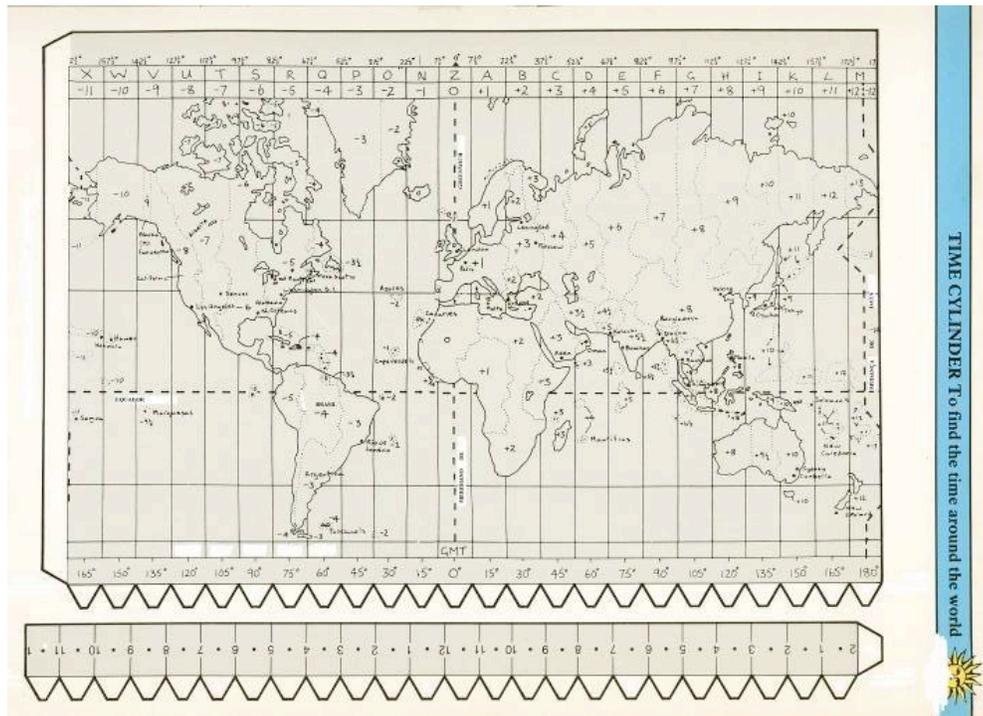


Figura 3 - Desenho para a montagem do modelo cilíndrico de fusos horários, (JENKINS & BEAR, 1987) modificado.

Em 2002, estes materiais foram apresentados na 7ª Mostra de Material de Divulgação e Ensino das Ciências na Estação Ciência da USP em São Paulo e, em decorrência disso, as instruções para a confecção destes materiais para o ensino de fusos horários foram registrados em um capítulo de um livro sobre este evento (SOBREIRA, 2003).

Os dois modelos aqui expostos na Figura 1 são produtos confeccionados e experimentados nos últimos dez anos. Eles também foram apresentados no programa “Como Fazer?” do canal público TV Escola do MEC – Ministério da Educação, destinado a professores do Ensino Médio (série – Falando em Matemática, episódio – Referenciais e Dimensões, exibido em 15/10/2001).

## **2. Revisão cronológica e conceitual sobre os Fusos Horários**

O ensino dos fusos horários nas aulas de Geografia é uma decorrência do estudo das coordenadas geográficas, pois os fusos horários foram estabelecidos a partir da coordenada da longitude.

Segundo Sobreira (2006), o tema dos Fusos Horários é um dos mais importantes para se correlacionar a rotação da Terra e suas implicações nas atividades cotidianas dos cidadãos.

Por muitos séculos a contagem das horas era realizada a partir da observação do movimento diário aparente do Sol no céu, principalmente pelo uso de relógios de Sol, porém isso levava ao problema da determinação da hora do meio-dia, que é associada à passagem do Sol pelo meridiano local, e, portanto, variava de uma cidade para outra. Os viajantes acertavam os relógios toda vez que chegavam a uma nova localidade.

A delimitação e a aplicação dos fusos horários retificaram parcialmente essas discrepâncias. Os relógios de um mesmo fuso horário devem seguir o mesmo tempo solar médio.

Os primeiros mapas terrestres, nos quais se utilizou um sistema de coordenadas, encontra-se na obra “Geografia” de Claudius Ptolomeu do século II (PTOLEMY, 1991[2<sup>nd</sup> cent.]). Ele foi o primeiro pensador que situou o plano do Equador terrestre como referência para as medidas das latitudes ao Norte e ao Sul, a partir da projeção do Equador Celeste, estabelecido através de observações dos movimentos aparentes da Esfera Celeste.

Ptolomeu definiu o Meridiano Inicial das longitudes nas “Ilhas Fortunadas”, atualmente chamadas por Ilhas das Canárias e Madeira. Posteriormente, após o século II, o Meridiano Inicial passou para os Açores e as Ilhas de Cabo Verde, bem como para Roma, Copenhague, Jerusalém, São Petersburgo, Pisa, Paris e Filadélfia e outros lugares, até finalmente ser estabelecido nas cercanias de Londres (no Observatório de Greenwich).

A definição de um sistema mundial da Hora Legal, com um marco inicial para contagem das horas, tornou-se urgente em virtude da diminuição dos intervalos de tempo entre as viagens, que se tornaram mais rápidas, com o uso de ferrovias no século XIX.

Em 1878, o senador canadense Sanford Fleming elaborou um modelo global de fusos horários. Em 1883, as linhas de trem dos Estados Unidos passaram a utilizar esse sistema de fusos horários.

A escolha do Meridiano de Greenwich, passando pelo Observatório de Greenwich no Reino Unido, se deu a partir de 1 de outubro de 1884, na Conferência Internacional do Meridiano, em Washington – D.C., nos Estados Unidos da América, ocasião em que tal decisão foi apoiada por representantes de 26 países, contrariando as pretensões dos franceses em restabelecer o Meridiano Inicial no Observatório de Paris, o que demonstra ter sido esta uma deliberação meramente política.

A partir disso a grafia dos fusos horários utilizou o GMT (Greenwich Mean Time ou Hora Média de Greenwich), que é baseado na rotação da Terra em torno do eixo. A partir das verificações das irregularidades no período de rotação terrestre, em 1971, a União Astronômica Internacional sugeriu a criação do UTC (Tempo Universal Coordenado) e este é derivado do Tempo Atômico Internacional, que corrige as pequenas discrepâncias do GMT, da ordem de milésimos, centésimos e décimos de segundos. O GMT foi utilizado até 1986, quando o Bureau Internacional de Pesos e Medidas introduziu o uso oficial do UTC.

Um “Meridiano” geográfico é um semicírculo com vértices nos polos geográficos.

O “Fuso” é uma parte superficial de uma esfera, compreendida entre semicírculos (metades de meridianos), de mesmas extremidades (polos), o que difere de uma “Cunha Esférica”, que é uma porção sólida de uma esfera delimitada por dois meridianos ou as metades deles, do centro até a superfície. Se tomarmos como referência as medidas das longitudes dos meridianos das extremidades do fuso, a partir do centro da Terra, então teremos uma “cunha horária”.

Os Fusos Horários são considerados apenas na superfície da Terra (fusos), porém as medidas de longitudes sempre são tomadas a partir do centro da Terra (cunhas).

O movimento de rotação da Terra, de Oeste para Leste, determinou que os pontos situados à Leste fossem iluminados primeiro pelo Sol e também recebam primeiro as horas da noite. Por esta razão os fusos horários a Leste de Greenwich estão adiantados com relação a Greenwich e os fusos horários ao Oeste de Greenwich estão atrasados.

### **3. Consequências curiosas sobre as definições dos Fusos Horários**

Para atender ao objetivo de utilizar os materiais/modelos de fusos horários, então se pode afirmar que há dois tipos de fusos horários:

- O Astronômico, Geométrico ou Teórico (Hora verdadeira), que são estabelecidos pela divisão simples da esfera terrestre, de acordo com o período de duração do Dia Solar (período de 24 horas que é o intervalo entre duas passagens meridianas consecutivas do Sol em uma localidade). Cada fuso horário é delimitado em um intervalo de 15° de longitude, por dois outros meridianos, com isso, em 360° de longitude completa ao longo do Equador terrestre há 24 “fusos geométricos” delimitados por meridianos limítrofes, entre si, e um meridiano central ao fuso.
- O Político, Civil ou de Hora Legal (Hora do fuso), que foram estabelecidos por acordos e conveniências políticas, o que faz com que as divisas estaduais e fronteiras territoriais delimitem as porções de áreas abrangidas pelos fusos horários em todos os países.

Há consequências curiosas sobre as definições desses tipos de fusos horários e que normalmente não são abordadas em aulas de Geografia.

Se considerar os fusos horários cujas delimitações se baseiam na Hora verdadeira, portanto existem 24 fusos geométricos, um dos quais é dividido em duas partes, perfazendo 25 "fusos horários"; 23 deles com intervalo de 15° de longitude e mais 1 (um) dividido em 2 (dois) fusos horários com 7,5° de longitude, totalizando 25 fusos horários.

A Tabela 1 modificado de Boczko (1984) e a Figura 8 exibem as 25 denominações dos fusos ou designação zonal.

Número do Fuso	-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1	0	+1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12
Designação Zonal	Y X W V U T S R Q P O N	Z	A B C D E F G H I K L M

Tabela 1 – Número de Fuso e Designação Zonal modificado de Boczko (1984).

A partir dos dados da Tabela 1 e da Figura 8 é fácil constatar que Z (0) para o Meridiano Inicial de Greenwich; A (+1) B C D E F G H I (não há o J) K L (+11) com 15° de extensão longitudinal cada e M (+12) de 7,5° para o Leste de Greenwich e N (-1) O P Q R S T U V W X (-11) de 15° de extensão longitudinal cada e Y (-12) de 7,5° para o Oeste de Greenwich.

Por essas denominações são 25 fusos horários, já que o M e o Y são "fusos" distintos, se bem que nem M nem Y podem ser geometricamente, considerados como fusos.

Os fusos horários M e Y justapostos formam um único "fuso geométrico".

A Figura 3 de Jenkins & Bear (1987) mostra 25 números de fuso e 24 designações zonais, nesse caso M (+12 e -12).

Atualmente são 42 fusos horários Políticos, Civis ou de Hora Legal (Hora do fuso) (Figura 4). As definições e as leis que os delimitam foram mal elaboradas, portanto, há

problemas com eles e suas alterações ocorrem de acordo com as conveniências políticas, inclusões de territórios por guerras e até aplicações não periódicas de horários de verão.

As conformidades políticas ao longo do tempo histórico determinaram o emprego de divisões de fusos horários que deixaram de existir (Tabela 2).

<b>Fuso horário</b>	<b>Observações</b>
UTC -0:25	Aplicado na Irlanda até 1916 (Horário de Dublin).
UTC +0:20	Adotado entre 1909 e 1940 nos Países Baixos (Horário holandês).
UTC +0:30	Empregado pela Casa Real Britânica até 1936 (Horário de Sandringham).
UTC +4:51	A cidade de Mumbai (Índia) usou até 1951.
UTC +5:40	Empregado até 1986 (Horário do Nepal).
UTC +7:20	Estabelecido entre 1933 e 1940 (Horário de verão de Cingapura).
UTC +7:30	Usado entre 1941 e 1942 e entre 1945 e 1970 (Horário de verão de Cingapura).
UTC +8:30	Utilizado na cidade de Xangai (China) (Horário de Changpai).

Tabela 2 – Fusos Horários e suas conformidades políticas na história.

Atualmente também são aplicados fusos de meia hora,  $\frac{3}{4}$  de hora e até maiores que o M (+12) ou UTC +12.

A Tabela 3 exhibe os fusos horários, as localidades com horários fracionados e aquelas maiores que UTC +12.

Os fusos horários UTC +13 e UTC +14 foram introduzidos em 1995, pelo governo do Kiribati e estes se referiam anteriormente aos fusos UTC -11 e UTC -10, respectivamente.

A Tabela 4 expõe os números dos 42 fusos horários existentes até o momento.

Outra curiosidade é quanto à Antártida na qual se aplica o horário de Z (0) para o Meridiano Inicial de Greenwich. É comum que as bases científicas instaladas no continente adotem o horário padrão/oficial do país sede da base.

Outro fato importante é que com a determinação do Meridiano de Greenwich (longitude 0°), também se fixou o Antimeridiano de Greenwich (longitude 180°), igualmente conhecido por Linha Internacional da Mudança de Data, que atravessa de Norte a Sul o Oceano Pacífico.

As localidades situadas a menos de 7,5° de longitude, fuso M (+12) a Oeste da Linha Internacional da Mudança de Data (longitudes entre +172° 30' e +179° 59' 59,99") possuem as horas adiantadas em 24 horas com relação às localidades situadas a menos de 7,5° de longitude, fuso Y (-12) a Leste dela (longitudes entre -172° 30' e -179° 59' 59,99").

Em UTC +12 estão as áreas integrais ou parciais de Fiji, Kiribati (Ilhas Gilbert), Nauru, Nova Zelândia, Rússia, Tuvalu, Ilha de Wake (EUA), Wallis e Futuna (França).

Fuso horário	Observações
UTC -9 ½	Arquipélago das Marquesas (Polinésia Francesa)
UTC -4 ½	Venezuela
UTC -3 ½	Canadá (Terra Nova)
UTC -2 ½	Canadá (Terra Nova) Horário de verão
UTC +3 ½	Irã
UTC +4 ½	Afeganistão
UTC +5 ½	Índia e Sri Lanka
UTC +5 ¾	Nepal
UTC +6 ½	Myanmar e Austrália (Território das Ilhas Cocos – Keeling)
UTC +8 ¾	Austrália Ocidental
UTC +9 ½	Austrália
UTC +10 ½	Austrália (Ilha de Lord Howe)
UTC +11 ½	Austrália (Ilha Norfolk)
UTC +12 ¾	Nova Zelândia (Ilhas Cathan ou Chatham)
UTC +13	Kiribati (Ilhas Phoenix) e Tonga
UTC +13 ¾	Nova Zelândia (Ilhas Cathan ou Chatham) Horário de verão
UTC +14	Kiribati (Ilhas da Linha ou Espórades Equatoriais)

Tabela 3 – Locais com Fuso Horário Fracionados e com UTC+12.

Número do Fuso	-12-11-10-9:30-9-8-7-6-5-4:30-4-3:30-3-2:30-2-1	0	+1+2+3+3:30+4+4:30+5+5:30+5:45+6+6:30 +7+8+8:45+9+9:30+10+10:30+11+11:30+12 +12:45+13+13:45+14
----------------	---	---	--

Tabela 4 – 42 Fusos Horários existentes.

Em UTC +12 estão as áreas integrais ou parciais de Fiji, Kiribati (Ilhas Gilbert), Nauru, Nova Zelândia, Rússia, Tuvalu, Ilha de Wake (EUA), Wallis e Futuna (França).

Em UTC -12 estão os atóis desabitados: Ilha Baker e Ilha Howland, ambas dos EUA.

Se um navio, submarino ou avião atravessar a Linha Internacional da Mudança de Data, de Leste para Oeste, por exemplo, a partir dos atóis desabitados (UTC -12) para Wallis e Futuna (UTC +12), então esta embarcação/aeronave “pulará” 24h e perderá um dia no calendário, mas estará no mesmo horário, porém no dia seguinte. O presente estará na data de amanhã. Se ocorrer a travessia no sentido oposto, de Oeste para Leste, a tripulação recuperará o dia perdido ou em outras palavras, o presente estará na data de ontem.

Lembrando que um dia de 24 horas é formado por 86.400 segundos, então é fundamental compreender que durante 86.399 segundos de um dia coexistem duas datas.

Para exemplificar será útil situar quatro localidades em fusos horários distintos. Quando em Brasília (Brasil, UTC -3) é dia 2 de março às 8h55min, em Londres (RU, UTC 0) são 11h55min da mesma data. No mesmo instante em Tuvalu (UTC +12) na Oceania serão 23h55min da mesma data, enquanto na Ilha Baker (EUA, UTC -12) serão 23h 55min

de 1 de março. Portanto, o dia 1 de março é ontem, para a referência temporal do Brasil, e terá ainda 5 minutos de duração, ou seja, toda a extensão política do fuso UTC -12.

Após 4 minutos restará 1 minuto para acabar o dia 1 de março.

Após 59 segundos estes serão os novos horários: Brasília 8h 59min 59s; Londres 11h 59min 59s; Tuvalu 23h 59min 59s (as três localidades em 2 de março) e Ilha Baker 23h 59min 59s de 1 de março. Assim, restará 1 segundo para acabar o dia 1 de março.

Na Linha Internacional da Mudança de Data (em Tuvalu e na Ilha Baker), pelo próximo segundo e por apenas 1 segundo, o relógio exibirá: 24h 00min 00s ou 0h 00min 00s. Teoricamente todos os fusos horários mundiais estarão na mesma data, neste caso, 2 de março e em Brasília será 9h e em Londres 12h.

No segundo seguinte serão estes os dias e horários: Brasília (Brasil, UTC -3) é dia 2 de março às 9h 00min 01s, em Londres (RU, UTC 0) são 12h 00min 01s da mesma data. No mesmo instante em Tuvalu (UTC +12) serão 00h 00min 01s do dia 3 de março, enquanto na Ilha Baker (EUA, UTC -12) serão 00h 00min 01s de 2 de março. Portanto, o dia 3 de março terá o primeiro segundo deste novo dia.

Sabe-se que há os fusos UTC +12  $\frac{3}{4}$ , +13 e +14 e, desta maneira, nesses fusos o dia 3 de março iniciou 45 minutos, 1 hora e 2 horas, respectivamente, antes do fenômeno exemplificado para a Linha Internacional da Mudança de Data.

Quando em Londres for 24h (final de 2 de março e início de 3 de março), coexistirão duas datas com iguais extensões, ou seja, metade do planeta estará no dia 2 e a outra metade estará no dia 3 de março.

As Ilhas da Linha ou Espórades Equatoriais (UTC +14) estão no mesmo horário do Havaí (UTC -10), porém no dia seguinte e chegam a ter 25 horas de diferença de outras ilhas da Oceania.

Kiribati é um arquipélago formado por 33 ilhas de coral e atóis. Até 1 de janeiro de 1995 este país era atravessado pela Linha Internacional da Mudança de Data.

Por decisão do governo daquele país, a Linha Internacional da Mudança de Data foi alterada para mais de 1.000 km a Leste. Com isso, o Kiribati tornou-se o país mais oriental do Mundo.

#### **4. Metodologia utilizada nas oficinas**

A proposta metodológica que se aplicou nas oficinas para a construção de modelos tridimensionais de fusos horários foi baseada na “Metodologia Ativa” ou “Método Caniato” (CANIATO, 1992). Esta foi a primeira ação deste tipo em Geografia, uma vez que a metodologia foi elaborada para as Ciências Exatas e além disso, não há registros de que Caniato tenha aplicado isso ao tema de fusos horários.

Segundo Caniato (1992), esta metodologia começou a ser elaborada em 1963 e foi publicada em 1970 no Projeto Brasileiro para o Ensino de Física, porém os primeiros módulos, com textos, atividades e materiais necessários para realizá-las ficaram prontos em 1979. Os módulos do projeto de Caniato foram ensaiados inicialmente com licenciandos das áreas de Física, Matemática, Biologia, Química e Ciências Agrícolas da UFRRJ (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro) e depois com professores.

O objetivo geral da Metodologia Ativa é estimular e exercitar a iniciativa em diferentes tipos de ação, orientada pelo professor no estudo de conteúdos de Ciência para alunos dos ensinos Fundamental e Médio, utilizando uma experiência brasileira, com uma visão integrada dos demais campos do conhecimento humano.

Alguns dos princípios, hipóteses e/ou definições que constituem o balizamento teórico da proposta são os seguintes:

- Ações como ler, criticar (discutir), fazer (também com as mãos), acrescentar e cooperar podem e devem ser estimuladas, exercitadas e reforçadas;
- A experiência vivenciada pelo educando na construção de seu próprio conhecimento deve e pode torná-lo independente e capaz de renovar seu saber;
- Experiências vivenciadas pelo educando com êxito e prazer são aplicadas pelo mesmo a outras áreas e situações (transferência) como modelos e paradigmas.

Alguns dos objetivos específicos da Metodologia Ativa são:

- Estimular e exercitar a ação de verbalizar através da discussão. Depois da primeira leitura sem interrupção, inicia-se uma segunda leitura para esclarecimentos e discussões sobre palavras do texto e conceitos desconhecidos. Cabe ao professor o papel de moderador da discussão;
- Introduzir e exercitar a atividade com as mãos. Todas as atividades são realizáveis com materiais simples e de baixo custo de obtenção, e além do uso das mãos há o envolvimento do raciocínio e/ou algum desafio;
- Oferecer ao professor a oportunidade de constantemente exercitar, ampliar e renovar sua cultura. As discussões inevitavelmente provocadas pelos textos e as dúvidas dos alunos, fatalmente arrastarão também o professor para discussões.

#### **4.1. Modelo Esférico das Horas**

Pode-se representar a divisão em fusos horários da Terra, por aproximação, através do modelo esférico, onde a esfera será dividida em 24 partes, com 15° de extensão longitudinal, para cada um deles. Esta é a divisão astronômica, geométrica ou teórica para o

posicionamento equatorial dos meridianos centrais dos fusos. Por isso a divisão será por 24. São 24 meridianos em 25 fusos horários.

Para construir este modelo, sugerem-se os seguintes materiais:

- uma bola de isopor de 10 cm;
- uma caixa de alfinetes para mapa com 50 unidades (importante que os alfinetes tenham cabeça larga ou em formato de bolinha para fixar a linha);
- um ou dois carretéis de linha colorida, de preferência linha para bordado e crochê;
- um palito de plástico ou madeira (opcional).



Figura 4 - Construção do modelo esférico das horas por um professor de Geografia, em uma das oficinas. Há no modelo alfinetes fixados nos dois polos geográficos. Os alfinetes colocados ao longo do Equador terrestre estão posicionados a cada  $15^\circ$  de longitude. Os meridianos são marcados por linhas que passam pelos polos e pelos alfinetes no Equador. Uma linha mais grossa ou de cor diferente representa o Meridiano de Greenwich.

Coloque dois alfinetes na bola de isopor, um em cada polo. Circunde o Equador com um pedaço de linha, determinando o comprimento correspondente a  $360^\circ$ .

Depois, divida a linha do comprimento equatorial ou perímetro da circunferência em 24 partes, esticando-a sobre uma régua, para obter intervalos iguais de  $15^\circ$  para cada um dos fusos horários. Para demarcar a divisão, use caneta colorida para fazer os pontinhos na linha em cada uma das extremidades das divisões correspondentes a  $15^\circ$ .

Coloque a linha sobre o Equador da bola de isopor e fixe os 24 alfinetes em cada um dos pontinhos relativos aos meridianos centrais dos fusos marcados nesta linha.

Amarre um pedaço de linha colorida entre os dois polos, passando por dois dos alfinetes equatoriais, diametralmente opostos, materializando o Meridiano ou Círculo Máximo de Greenwich. Em seguida, faça o mesmo procedimento com um carretel de linha

de cor diferente, entre os dois polos e passe a linha por cada um dos alfinetes restantes no Equador.



Figura 5 - Construção do modelo esférico das horas por alunas de graduação em Geografia, em uma das oficinas. As alunas cumprem a etapa de passar a linha pelos alfinetes dos polos e do Equador para formar os meridianos. Em uma das mesas estão as tampas e o desenho do modelo do cilindro das horas.

Ao final, as posições equatoriais dos 24 meridianos centrais dos fusos estarão representadas. Passe, amarrando, um pedaço de linha entre todos os alfinetes equatoriais para representar o Equador e reforçar a estrutura do meio dos comprimentos dos meridianos.

Esse globo é útil para explicar a coordenada geográfica da longitude e os diferentes horários no Mundo, para isso, é interessante utilizar uma lanterna ou a luz do Sol para iluminar um lado do globo enquanto o outro estará escuro. Girando o globo em torno do eixo de rotação, é possível demonstrar a passagem das 24 horas em algumas localidades.

É possível marcar posições de cidades e verificar em tempo real ou hipotético as diferenças horárias entre elas e as datas/dias da semana em que se encontram.

Uma alternativa é fixar o eixo de rotação por meio do espeto de plástico ou madeira junto a um dos polos e escrever no globo os números dos fusos horários.

#### **4.2. Modelo Cilíndrico das Horas**

O estudo dos fusos horários pode ser enriquecido com o uso de um mapa mundi em projeção cilíndrica com o tema dos fusos horários, porém, pode-se transformá-lo em um

cilindro do tempo ou das horas. Estes mapas informam a divisão política, civil ou Hora Legal dos fusos horários.

Para construir este modelo, use os seguintes materiais:

- um tubo de cola;
- tesoura;
- uma folha de cartolina;
- uma caneta;
- uma régua plástica de 30 cm;
- um atlas geográfico que contenha um mapa de fusos horários do Mundo em projeção cilíndrica.



Figura 6 - Construção do modelo cilíndrico das horas por uma professora de Geografia, em uma das oficinas. Nesta etapa o encaixe da tampa ajuda a fixar o formato do cilindro de papel.

Busque inicialmente um bom mapa em projeção cilíndrica, colorido ou preto e branco. Faça xerocópias dele (Figuras 7 e 8). Cole uma cópia sobre cartolina, deixando bordas largas nas porções ao Norte e ao Sul. Caso não utilize os desenhos das Figuras 7 e 8, então construa com a caneta uma fita de papel um pouco maior (0,5 cm) que o comprimento total das longitudes do planeta e a divida em 24 partes, de acordo com os intervalos das horas entre os meridianos centrais dos fusos.

Recorte o mapa e o dobre formando um cilindro. Feche o cilindro e o cole na extremidade. Desenhe dois círculos com o comprimento do diâmetro para tampar o cilindro (Figura 7).

Cole a fita com os fusos horários em torno de uma das tampas, para que ela gire livremente na ponta do cilindro.

Com a caneta divida a tampa em duas metades iguais e escreva: DIA e NOITE. Desta maneira fica mais fácil para o aluno diferenciar a parte escura e a parte clara ou iluminada do planeta.

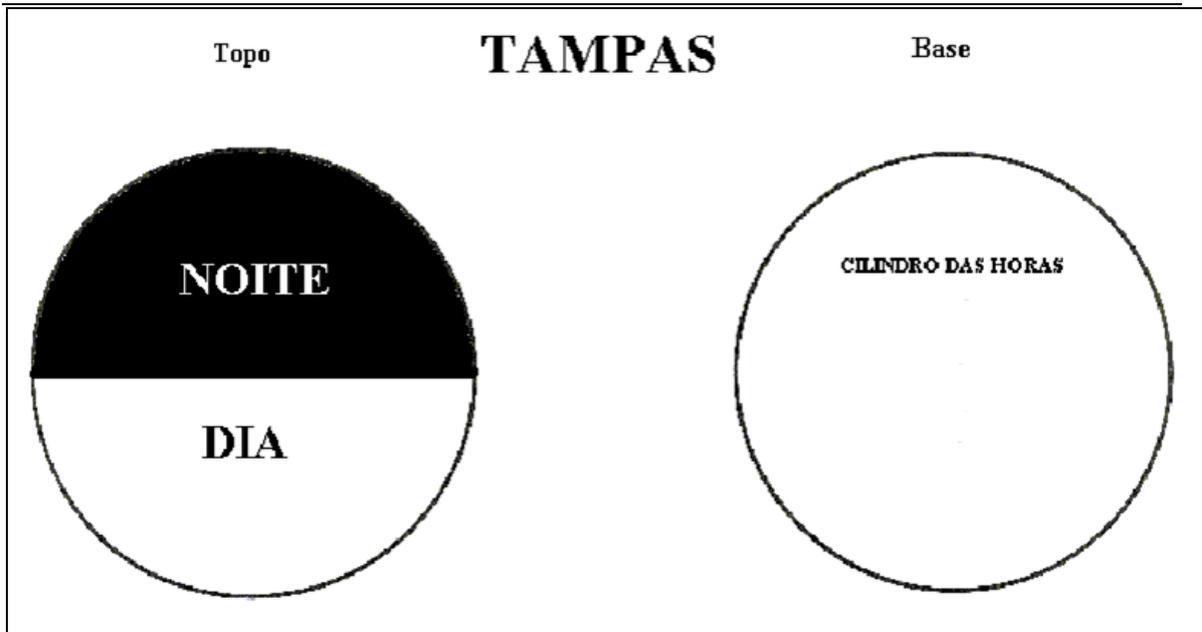


Figura 7 - Desenho das tampas do cilindro. A tampa do topo ou superior tem duas porções divididas em NOITE e DIA. A porção com as tiras escuras deve ser colada em concordância com a metade que representa a NOITE (6 PM até 6 AM). O mesmo deve ocorrer com a porção clara DIA (6 AM até 6 PM).

Se segurar firmemente a tampa superior, para posicionar o meio-dia e a meia-noite, por exemplo, o cilindro gira livre e vê-se a passagem dos fusos horários das localidades pelas horas da tampa.

Se fixar o cilindro para exibir uma dada localidade, então a tampa superior girará e as 24 horas passarão por ali.

Para verificar diferenças horárias entre cidades, por exemplo, basta posicionar o fuso horário da tampa superior, com o horário inicialmente sugerido, sobre o número do fuso ou a designação zonal associada à cidade. Faça a leitura dos horários das duas cidades com o uso da tampa.

Sabemos que ao longo das estações do ano existem diferenças em horas entre as durações dos dias e das noites. Nas faixas das altas e das médias latitudes esse efeito é mais acentuado que nos trópicos.

No caso deste material sugerido é possível demonstrar essa variação de iluminação e sombras na esfera das horas. Para o cilindro das horas isto não é possível, pois é uma projeção cilíndrica.

Há também o emprego do horário de verão, em cada hemisfério, que não pode ser visualizado no cilindro.

Estimule os seus alunos a verificarem os diferentes horários pelo Brasil e pelo Mundo, tomando como referência os horários do fuso no qual se localiza a sua cidade. Proponha diferentes problemas que envolvam fusos horários. Use um mapa mundi, o cilindro e a esfera das horas.

Forneça, por exemplo, alguns itinerários imaginários de avião, com horários de saída e tempo de vôo. Os alunos descobrirão as diferenças de fusos horários entre as cidades e a que horas os aviões pousarão.

Os exames vestibulares, os livros didáticos e as apostilas de Geografia que tratam deste assunto apresentam os seguintes elementos nos exercícios:

- Fornecem os números dos fusos, as diferenças horárias entre eles ou a quantidade de fusos para Oeste/Leste de um ponto. Perguntam a hora em dois ou mais fusos (Brasil e Mundo);
- Informam os valores das longitudes dos meridianos centrais dos fusos ou a hora neles. Indagam a hora em dois ou mais fusos (Brasil e Mundo);
- Apresentam a quantidade de fusos para Oeste/Leste de um ponto, os valores das longitudes dos meridianos centrais dos fusos ou a hora neles. Questionam o valor do ângulo de longitude entre os meridianos centrais dos fusos;
- Acrescentam o horário de verão nas questões para fusos do Brasil ou de outros países;
- Roteiros de viagens de avião entre dois meridianos. Expõe a duração do vôo, a hora na saída e querem saber a hora da chegada. Adicionam situações com horários próximos da meia-noite e pedem respostas para chegadas antes ou depois das 24h. Somam a isso a passagem pela Linha Internacional da Mudança de Data.

As resoluções desses tipos de exercícios sobre fusos horários são auxiliadas principalmente pelo uso do cilindro das horas.

Os dois modelos permitem marcar e visualizar as posições das cidades, dos meridianos centrais dos fusos, dos roteiros de viagens, da posição da Linha Internacional da Mudança de Data, das abrangências do dia e da noite e, portanto, das distribuições das horas pelo Mundo e das diferenças entre o início e o fim das datas.

O correto uso desses modelos auxiliará as aulas de Geografia, Cartografia e de Astronomia.

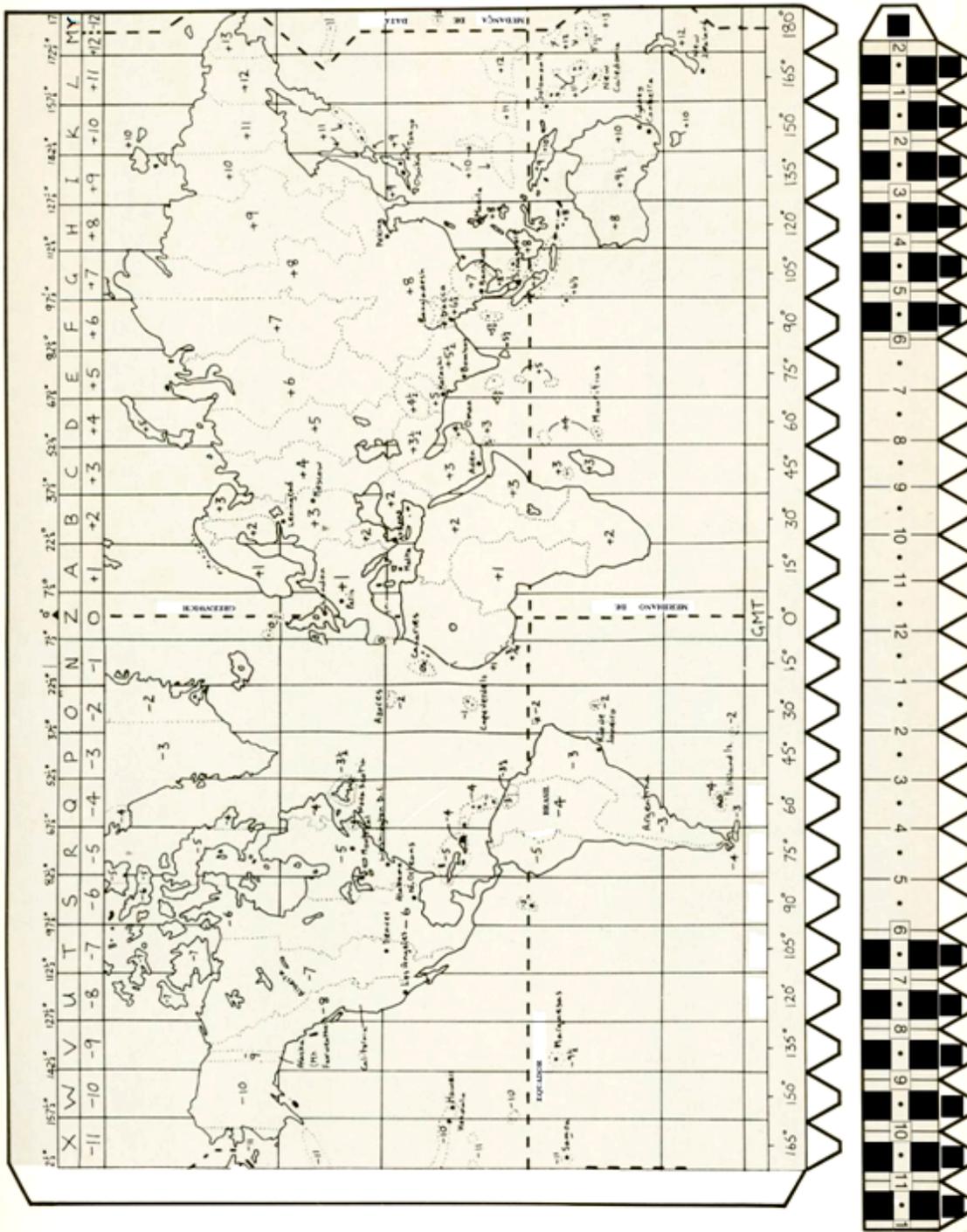


Figura 8 - Desenho para a construção do cilindro das horas e da borda da tampa superior. Note que há duas porções com tiras escuras representando a porção noturna. As pontas devem ser coladas no número 12 PM, ou seja, meia noite, para formar uma coroa. As partes triangulares dessa coroa devem ser dobradas para a parte interna, de maneira que a tampa do topo possa ser colada nelas.

É aconselhável que os professores exercitem o uso desses modelos e mostrem aos alunos como é interessante aprender com a aplicação dos modelos tridimensionais de fusos horários.

## 5. Resultados

Aplicaram-se as oficinas e os cursos para professores e estudantes de Geografia, entre os anos de 2003 e 2010.

As oficinas foram oferecidas por três vezes na cidade de São Paulo, no Departamento de Geografia da FATEMA (Faculdades Integradas Teresa Martin), com apoio e divulgação da Associação dos Ex-Alunos de Geografia; por uma vez na AGB – Núcleo SP (Associação dos Geógrafos Brasileiros) com o apoio do Departamento de Geografia – FFLCH – USP e uma vez na cidade de Goiânia, com a organização do NEPEG – Núcleo de Pesquisa em Educação Geográfica nas dependências do Planetário da UFG.

O questionário aplicado é composto por três questões. A primeira é uma avaliação da atividade do modelo esférico das horas, a segunda é uma avaliação do modelo cilíndrico das horas e a terceira é a atribuição de uma nota (de 1 a 10) para a oficina de Fusos Horários.

A questão 1, as alternativas de respostas e a tabulação dos resultados estão expostas a seguir:

Vinte e um participantes responderam a esta questão. A atividade obteve maioria de respostas (quinze) de “fácil na teoria e na prática”. O fato de seis participantes terem assinalado “fácil na teoria e difícil na prática” mostra que uma parte dos professores e estudantes de Geografia não são familiarizados com trabalhos manuais, pois esta é uma atividade que envolve alguma destreza e habilidade para Artes. Para uma primeira vez é aceitável este tipo de dificuldade, que se aprimorará com a prática docente desse tipo de atividade.

A maioria dos participantes que respondeu “fácil na teoria e na prática” certamente não encontrou dificuldades na leitura da apostila e na confecção da esfera das horas.

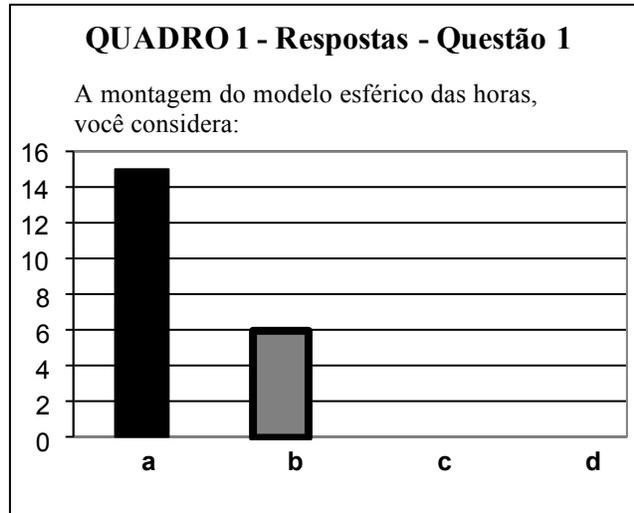
A minoria dos participantes se deparou com dificuldades na confecção.

As principais dificuldades observadas durante a execução das oficinas, e do mesmo modo relatadas pelos participantes foram duas:

A primeira é quanto ao problema em efetuar a subdivisão linear em uma superfície esférica, pois houve acúmulo de erros nas medidas. Os participantes utilizaram tiras de papel retilíneas e as encurvavam ao contato com a esfera. Isso fez com que, em alguns casos, as distâncias entre os meridianos não fosse uniforme.

O segundo empecilho foi para manter as linhas (meridianos) esticadas e fixas nos alfinetes. Os alfinetes espetados nos polos são enrolados por diversos pedaços de linhas e

ficam grossos, o que acarreta o alargamento dos buracos na esfera de isopor. Os alfinetes dos polos podem se soltar com o manuseio intenso.



- a. Fácil na teoria e na prática
- b. Fácil na teoria e difícil na prática
- c. Difícil na teoria e fácil na prática
- d. Difícil na teoria e na prática

Alguma dentre as dificuldades mencionadas, ou ainda, outro problema não detectado pode justificar que seis participantes marcaram “fácil na teoria e difícil na prática”.

Para a questão 2, as alternativas de respostas e a tabulação dos resultados estão expostas a seguir:

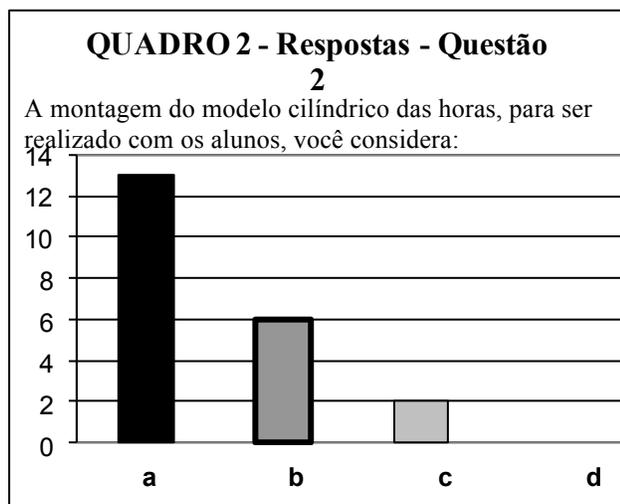
Vinte e um participantes também responderam a esta questão. A atividade obteve a maioria de respostas (treze) de “fácil na teoria e na prática”.

Seis participantes tiveram dificuldades na confecção, enquanto outros dois inicialmente julgaram que as instruções no texto da apostila retratariam uma atividade difícil, porém avaliaram, posteriormente, que a prática foi fácil, conseqüentemente, quinze alunos consideraram a prática fácil.

Houve três principais dificuldades narradas pela minoria (seis), durante a execução das oficinas:

Durante a etapa de colagem dos mapas nas cartolinas foi difícil distribuir a cola uniformemente pela superfície do papel. As áreas sem cola formavam bolhas de ar. A

solução foi utilizar uma régua para aplainar a superfície, todavia, por vezes, o papel enrugava. O mesmo se deu com as pontas triangulares dos anéis que suportam as tampas do cilindro.



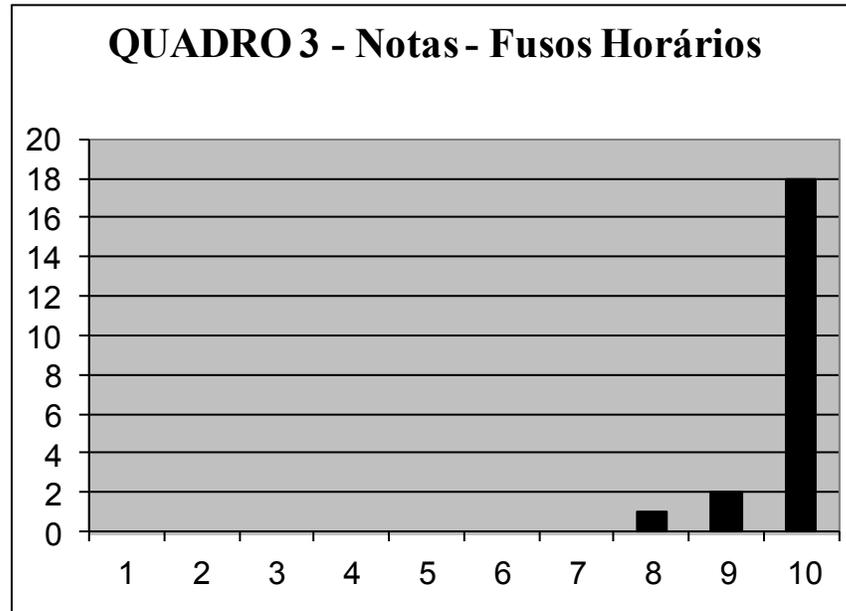
- a. Fácil na teoria e na prática
- b. Fácil na teoria e difícil na prática
- c. Difícil na teoria e fácil na prática
- d. Difícil na teoria e na prática

Durante a etapa de colagem dos mapas nas cartolinas foi difícil distribuir a cola uniformemente pela superfície do papel. As áreas sem cola formavam bolhas de ar. A solução foi utilizar uma régua para aplainar a superfície, todavia, por vezes, o papel enrugava. O mesmo se deu com as pontas triangulares dos anéis que suportam as tampas do cilindro.

O segundo problema foi no procedimento de encurvar o retângulo para torná-lo um cilindro, pois o material (cartolina + papel colado) tem a tendência de descolar, caso ainda não tenha secado, e achatam nas áreas com bolhas de ar. Novamente a saída foi empregar uma régua. Quando a régua é posicionada em paralelo ao eixo do cilindro e igualmente é pressionada contra as paredes da cartolina, ela ajuda a proporcionar um gradual encurvamento do retângulo.

A terceira queixa foi na etapa de ajustar a tampa superior e o anel ao formato e ao diâmetro do cilindro. A dica é colocar o anel em torno do cilindro e a partir daí colar as duas pontas do anel. Após a secagem da cola é que se gruda a tampa superior nos triângulos do anel.

A questão 3 é uma atribuição de notas (de 1 a 10) para a oficina de Fusos Horários:



Vinte e um participantes atribuíram notas para a oficina de Fusos Horários.

Foram dezoito notas 10, duas notas 9 e uma nota 8.

A nota média foi 9,8. Assim, a oficina foi aprovada pelos participantes.

Os graduandos e os professores de Geografia que participaram das oficinas declararam e demonstraram ter compreendido os conceitos envolvidos no uso dos fusos horários, durante a montagem dos modelos e com a aplicação de alguns exercícios propostos por eles mesmos, tal como se espera a partir do uso da Metodologia Ativa ou Método Caniato.

## 6. Considerações Finais

O tema dos fusos horários é muito abstrato para a compreensão e visualização por parte dos estudantes dos Ensinos Fundamental e Médio e mesmo dos cursos de graduação.

No Brasil há muitas instituições públicas e privadas que têm realizado enormes esforços, por meio de uma ampla difusão dos conhecimentos astronômicos no ensino formal e não formal, para alcançar as pessoas que desejam realmente aprender.

Os cursos de formação de professores de Geografia necessitam de ações duradouras, por meio da atuação de profissionais atentos às especificidades da interface Astronomia/Geografia. Ainda há poucas universidades brasileiras que oferecem disciplinas

de Astronomia para as licenciaturas e dentre estas, as de Geografia são bastante carentes da presença desses profissionais qualificados.

Essas ações são permanentes ou temporárias, por outro lado o simples estudo teórico do tema em aulas de Geografia, mescladas a temas de Cartografia, não é a solução formal para o aprendizado de conceitos astronômicos.

A aplicação de trabalhos manuais para a confecção e o uso do material aqui exposto é um caminho mais concreto para se trilhar.

As atividades manuais para a construção dos modelos tridimensionais auxiliam o aprendizado desses conceitos. Essas atividades foram muito bem aceitas pelos professores e graduandos em Geografia que participaram das oficinas, o que corrobora que a Metodologia Ativa ou Método Caniato é apropriado para esses fins.

Os resultados analisados a partir dos questionários evidenciam a facilidade na compreensão da teoria e as confecções dos modelos (prática) para a maioria dos participantes das oficinas.

A minoria teve dificuldades, mas esse fato demonstrou que o uso de atividades manuais exige maior atenção, conhecimentos conceituais e experiência prática por parte dos proponentes das oficinas.

Todos os problemas apresentados foram de soluções simples, porém houve poucos participantes nas turmas experimentadas, o que possibilitou o atendimento individual. Os participantes eram adultos (graduandos ou professores) e buscaram espontaneamente as oficinas.

Em turmas maiores e em disciplinas obrigatórias, em quaisquer níveis de ensino, poderão surgir outras dificuldades práticas e até o desinteresse por parte dos alunos que não gostem de atividades manuais.

A Associação Brasileira de Planetários e a Sociedade Astronômica Brasileira são representantes da maioria dos profissionais que trabalham na Astronomia brasileira, dentre estes há os que investigam a Educação em Astronomia.

Seria interessante se os profissionais que atuam nestas associações unissem esforços para realizar cursos permanentes de formação e atualização de professores e de planetaristas em todo o Brasil, desta maneira, estes tipos de materiais didáticos de modelos tridimensionais certamente seriam amplamente divulgados, utilizados e outros modelos inovadores seriam confeccionados.

## **7. Referências**

BOCZKO, R. Conceitos de Astronomia. São Paulo: Edgard Blücher, 1984. p.429.

CANIATO, R. Com ciência na educação: ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino da ciência. ed.3. Campinas: Papirus, 1992. p.127.

JENKINS, G; BEAR, M. Sundials & Time dials. Stradbroke: Tarquin Publications, 1987. p.14.

PTOLEMY, C. The Geography. Translated and edited by Edward Luther Stevenson; Introduction by Joseph Fischer. Mineola: Dover Publications, 1991 [2<sup>nd</sup> cent.]. p.267.

SOBREIRA, P. H. A. Modelos tridimensionais para o ensino de fusos horários. In: MATOS, C. (Org.). **Conhecimento científico e vida cotidiana**, São Paulo: Terceira Margem, 2003. p. 287-290

\_\_\_\_\_. **Cosmografia Geográfica: A Astronomia no Ensino de Geografia**. Tese de doutorado apresentada a FFLCH-USP, São Paulo, 2006, p.239. Disponível: Biblioteca digital de teses e dissertações - <http://www.teses.usp.br>