

DIALMAKER: UM APLICATIVO GRATUITO PARA CONSTRUIR UM RELÓGIO DE SOL

DIALMAKER: A FREWARE TO BUILD A SUNDIAL

ANDRESSA ROSSINI GOULART*

ELIZIANE DÁVILA**

CARLOS MAXIMILIANO DUTRA***

RESUMO

No presente trabalho, discutimos o uso do aplicativo gratuito DIALMAKER para a produção de um modelo de Relógio de Sol que considera a latitude e longitude geográficas da localidade. O modelo de Relógio de Sol é de fácil montagem, permitindo ao aluno do 3º ciclo do Ensino Fundamental realizar uma atividade prática sobre o Movimento Aparente do Sol, que é um conteúdo do programa curricular do Ensino de Ciências. Realizamos uma aplicação do modelo de Relógio de Sol do DIALMAKER com estudantes do Ensino Fundamental obtendo uma diferença média de 5 minutos entre a hora do relógio convencional e a hora verdadeira obtida pelo Relógio de Sol com a correção da Equação do Tempo.

Palavras-chave: Sol. Relógio. Astronomia.

ABSTRACT

In this paper we discuss the use of the freeware DIALMAKER to produce a sundial model that takes into account the geographical latitude and longitude of the location. The model sundial is easy assembly allowing to the student of the 3rd cycle of elementary school carry out a practical activity on the Sun's Apparent Motion, which is a curriculum content of science teaching. An application of the sundial model using DIALMAKER has been conducted in this activity with 16 students of elementary school which it provided a mean difference of 5 minutes between measures of conventional clock time and solar time corrected by the time equation.

Keywords: Sundial. Dialmaker. Astronomy.

* Licencianda em Ciências da Natureza. Universidade Federal do Pampa Campus Uruguaiiana. E-mail: andressarossinigoulart@gmail.com

** Mestre em Educação em Ciências UFSM. Professora EMEF Cabo Luiz Quevedo, Uruguaiiana/RS. E-mail: elizianedavila@yahoo.com.br

*** Doutor em Física UFRGS. Professor Adjunto Universidade Federal do Pampa Campus Uruguaiiana. E-mail: carlosmaxdutra@gmail.com

INTRODUÇÃO

O relógio de Sol trata-se de um instrumento de medição do tempo, em que a medição do transcorrer das horas ao longo do período de “dia-claro”, parte do dia com o Sol acima do Horizonte, se dá por meio do deslocamento da sombra projetada pelo Sol em um Gnômon (vareta fixa ao chão) sobre superfície plana com marcação indicando as horas (geralmente na forma de um disco graduado). O relógio de Sol se constitui em um aperfeiçoamento do Gnômon que foi o primeiro instrumento das antigas civilizações para o estudo do Movimento Aparente do Sol ao qual discutimos sua utilidade didática junto a estudantes do Ensino Fundamental em Goulart & Dutra (2012), abordando o estudo do Movimento Aparente do Sol ao longo do ano e suas implicações para o entendimento das Estações do Ano. Conforme Ronan (2001), a sistematização do uso do relógio de sol como organizador do tempo das relações socioeconômicas ocorreu junto a Civilização Egípcia: “[...] Durante o dia as horas eram medidas por relógios de sol, ou, mais corretamente, relógios de sombra. Eles podiam ser bem simples, como o demonstra um aparelho de tempo de Tutmés III (1490 a 1436 a.C.)” (RONAN, 2001, p. 24- 26).

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), devemos auxiliar os estudantes a construir o conceito de tempo com base na observação direta do céu, nos servindo das regularidades observadas por nossos antepassados e que permitiram a orientação no espaço e a medida do tempo.

Os estudantes devem ser orientados para articular informações com dados de observação direta do céu, utilizando as mesmas regularidades que nossos antepassados observaram para orientação no espaço e para medida do tempo, o que foi possível muito antes da bússola, dos relógios e do calendário atual, mas que junto a eles ainda hoje organizam a vida em sociedade em diversas culturas, o que pode ser trabalhado em conexão com o tema transversal Pluralidade Cultural. Dessa forma, os estudantes constroem o conceito de tempo cíclico de dia, mês e ano, enquanto aprendem a se situar na Terra, no Sistema Solar e no Universo. (BRASIL, 1998, p. 40).

Evidencia-se dessa forma a necessidade de colocar o estudante em contato com a observação do céu e dos fenômenos que permitiram a humanidade conceituar a sua noção de temporalidade. Em relação aos conteúdos observacionais a serem contemplados, os PCNs consideram aspectos a serem abordados no terceiro ciclo, como: variação da trajetória do Sol acima do horizonte com a localidade do observador; variação dos pontos de nascente e poente do Sol ao longo dos dias; acompanhamento do movimento do Sol pela variação das sombras que ele projeta; e a definição do tempo e construção de calendários pelas diferentes culturas.

Conforme o Sol se movimenta em relação ao horizonte, sua luz projeta sombras que também se movimentam, variando em comprimento e direção: de manhã, as sombras são compridas; com o passar das horas, vão se encurtando e, ao meio-dia, são mínimas ou inexistentes. Depois disso, vão se encompridando para o lado oposto até o fim da tarde. São observações como essas que permitiram a construção de calendários pelas diferentes culturas, refletindo diferentes concepções de Terra e Universo, um tema a ser desenvolvido em conexão com Pluralidade Cultural. (BRASIL, 1998, p. 61-62).

Langhi e Nardi (2005), bem como Gonzaga e Voelzke (2011) relatam as dificuldades que os professores de Ensino Fundamental apresentam para abordagem da temática Terra e Universo na área de Ciências, fazendo com que na maioria das vezes o tema seja abordado de forma superficial se limitando, ou até mesmo desconsiderando, o livro-didático. Langhi e Nardi (2007) observaram uma série de erros conceituais nos livros didáticos de Ciências: Estações do ano; Lua e suas fases; Movimentos e inclinação da Terra; Número de satélites e anéis em alguns planetas; Pontos Cardeais; Características planetárias; Aspectos de ordem histórica e filosófica relacionados com Astronomia. Destacamos o erro conceitual que está relacionado aos Pontos Cardeais, mas precisamente a afirmação que encontramos comumente nos livros didáticos de que o Sol nasce no ponto cardinal Leste e se põe no Oeste.

Na literatura, Arribas (1986) foi o primeiro autor a apresentar o relógio de Sol como atividade prática de medição de tempo a partir da observação direta do Movimento Aparente do Sol. O Relógio de Sol proposto por Arribas (1986) constituía-se de um azulejo como base graduada e um pedaço de lata de óleo como ponteira (estilete), que projetava a sombra do Sol sobre a base, sendo a inclinação da ponteira em relação à base dada pela latitude do lugar (inspirado no modelo de Bozcko 1984). Arribas (1986) chamava a atenção que a hora marcada pelo relógio de sol, hora verdadeira, devia ser corrigida pela equação do tempo, visto que o tempo solar aparente difere do tempo solar médio adotado para a constituição da hora legal. Entretanto, Arribas (1986) não esclarecia o procedimento de realizar a marcação da divisão das horas solares no azulejo, a fim da identificação do horário a partir da sombra projetada, e também não indicava a necessidade de correção da hora do relógio de sol pelo fato de nem sempre estarmos em localidades em que a longitude coincide com o meridiano do fuso horário (exemplo Uruguaiana/RS tem aproximadamente 57° W de longitude, mas está no meridiano de fuso $-3h, 45^{\circ}$, o que implicaria uma diferença de aproximadamente 48 minutos). Soares et al. (2011) propõem a construção de relógio de Sol horizontal (segundo o modelo de BOZCKO, 1984) para observação do movimento aparente do Sol e medição do tempo no ensino de Ciências, explicitando todos os cálculos relacionados à elaboração da marcação de divisão de horas da base do relógio de Sol, bem como da inclinação do estilete, demonstrando que ambas dependem da latitude do lugar. Soares et al. (2011) também destacam a necessidade da correção da hora verdadeira apresentada no relógio de Sol pela equação do tempo e a correção pela diferença de longitude da localidade em relação ao fuso horário, chama a atenção de modos a construção de um relógio de Sol que levasse em consideração as coordenadas de longitude e latitude do lugar. Soares et al. (2011) apresentam seus cálculos e modelo de relógio de Sol construído para Vitória (ES) e uma tabela com cálculos para a construção do relógio de Sol para as cidades de Belém (PA), Salvador (BA), Brasília (DF), Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP) e Porto Alegre (RS).

Neste artigo, propomos a utilização do *software* gratuito DIALMAKER, que permite a confecção de um relógio de Sol (base com marcação de divisão de horas e ponteira ou estilete) em papel que leva em conta as coordenadas geográficas da localidade, facilitando a aplicação desta atividade prática junto aos estudantes do 3º ciclo do Ensino Fundamental.

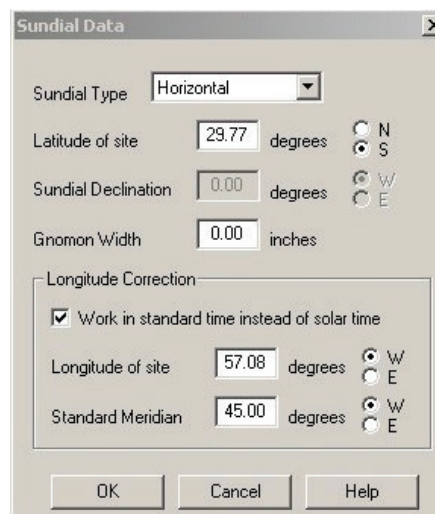
MATERIAL E MÉTODOS

O *software* gratuito DIALMAKER foi desenvolvido pelo Dr. Alfred Brunger em 1998, sendo que sua última versão 1.3 é de 2008 e é hospedada na internet pela empresa Numerical Logics e disponível para *download* pelo link <<http://www.numlog.ca/dialmaker/dialmaker.html>>. O tamanho do arquivo do DIALMAKER é pequeno 540kb, com sua instalação e execução podendo ser realizada

em sistemas operacionais Microsoft Windows em versão superior ao Windows 95. Para instalar o *software*, basta o duplo clique do botão esquerdo do *mouse* no arquivo “dialmaker.zip” e ao abrir a pasta compactada outro duplo clique no arquivo “setup.exe”, que realizará a devida instalação do aplicativo. Ao se executar o aplicativo com o duplo clique no ícone do aplicativo DIALMAKER na área de trabalho, será aberta a janela da Tela de Abertura.

A construção do relógio de sol, para que ele indique um horário o mais próximo possível da hora legal, hora do nosso relógio, requer o conhecimento da latitude e da longitude do lugar. A latitude influencia diretamente na construção da base quadrante com a divisão das horas e do estilete inclinado; enquanto que a longitude interfere na marcação das horas do quadrante que devem contemplar o nascer e o ocaso do Sol nesse local. Portanto, com esse *software*, é possível a confecção do modelo em papel de Relógio de Sol para qualquer cidade. Na tela de abertura, deve-se clicar em “FILE” e depois “NEW” e será aberta a janela mostrada na figura 1 com a tela de entrada das coordenadas geográficas do município, ao qual utilizamos como exemplo a cidade de Uruguaiana/RS (latitude -29.77° , 29.77° S e longitude -57.08° ou 57.08° W); para encontrar as coordenadas geográficas de sua cidade, pode-se utilizar o site de busca “Google” (Disponível em: <www.google.com.br>), usando como palavras-chave o nome da cidade, longitude e latitude (ex.: Uruguaiana longitude latitude). Igualmente importante obter o fuso horário da sua cidade, buscando no “Google” pelas palavra-chave nome da cidade seguido da palavra “fuso horário”, no caso de Uruguaiana UTC-3 ou -3 horas em relação a Greenwich, este valor multiplicado por 15 corresponde a um meridiano, ou “Standard Meridian” de 45° W (a oeste de Greenwich, que nem a longitude). Deve-se deixar marcada a correção por longitude “Work in standard time instead of solar time”, pois dificilmente a longitude da sua cidade será exatamente igual ao meridiano do seu fuso horário; e inserir além da longitude e latitude do lugar, também o “Standard Meridian”. É possível, ainda em “Gnomon Width”, ajustar a marcação da base deixando um espaço que considera a espessura em polegadas “inches” (1 polegada = 2,54 cm) do Gnômon, ou estilete, que irá colado em cima da base, como esse espaço é praticamente a espessura do papel usado para o estilete, esse valor pode ser 0 ou 0.05, dá ordem de 1mm. O aplicativo permite, ainda nesta janela, a escolha entre dois tipos de modelos de Relógio de Sol: Horizontal ou Vertical. Optamos pelo Horizontal, pois é tradicionalmente utilizado.

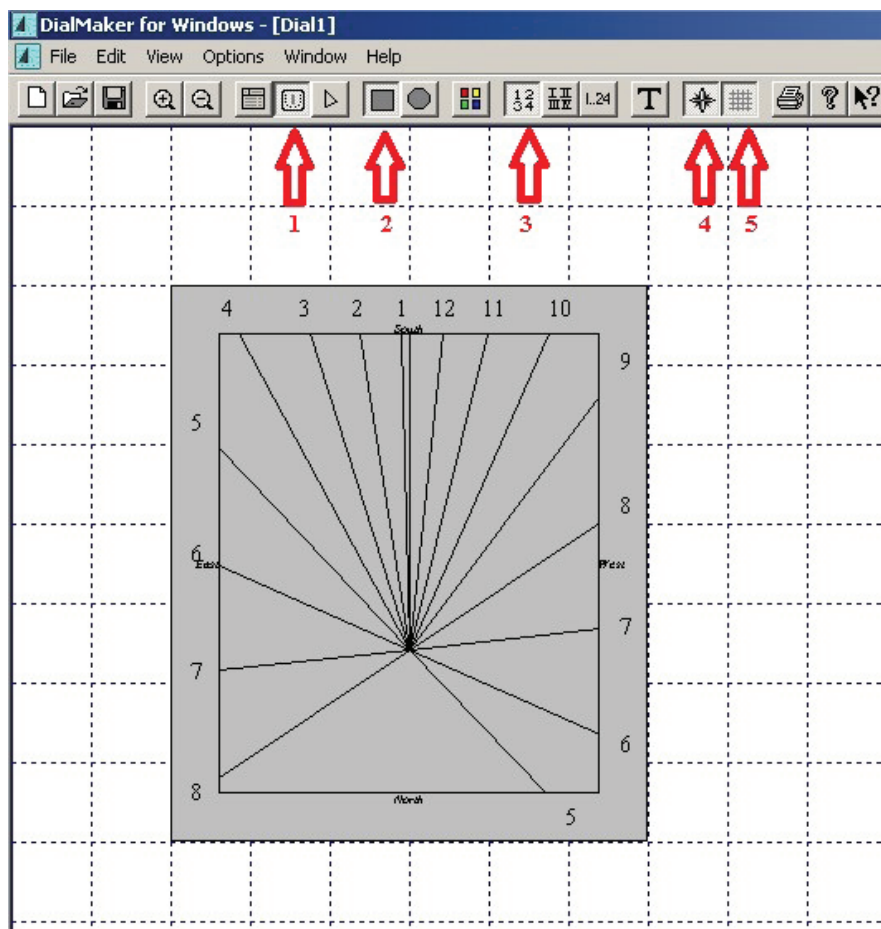
Figura 1 - Tela de Entrada de dados geográficos.



Fonte: Dialmaker 1.3.

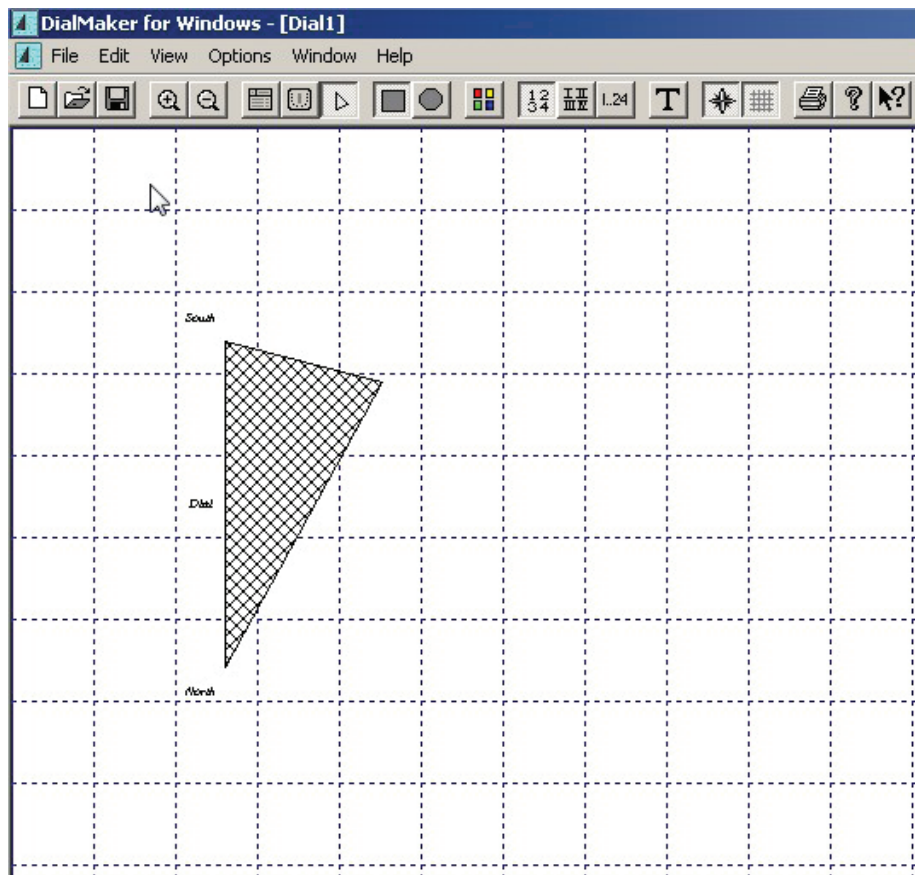
Ao clicar “ok”, finalizando a janela de coordenadas, abrirá a tela da base quadrante com a marcação das horas, conforme ilustrado na figura 2, na qual foram indicadas por setas vermelhas as configurações padrão desta tela que comentamos a seguir: seta vermelha 1 indica que estamos trabalhando no MODO “Dial Plate”, ou seja, base quadrante, ao clicar no ícone à direita deste vamos para o MODO “Gnomon”; a seta vermelha 2 indica que usamos uma base quadrante de formato retangular, ao clicar no ícone à direita deste teremos uma base oval; a seta vermelha 3 indica que queremos a marcação das horas no quadrante em números arábicos, ao clicar no ícone à direita deste escolhemos números romanos; a seta vermelha 4 indica que queremos a indicação dos pontos cardeais na base quadrante; a seta vermelha 5 indica que queremos o *grid* quadriculado na parte externa da base quadrante. O *grid* quadriculado vem como definição padrão de 8 polegadas na horizontal por 10 polegadas na vertical, cada quadrado corresponde a 0.5 polegadas ou, aproximadamente, 1.27 cm, o que nos ajuda a dimensionar o tamanho da base quadrante e do gnômon que serão impressos na folha. Essas configurações podem ser alteradas clicando em “options” (parte superior da tela) e, em seguida, no menu secundário clicando em “Preferences”. Estando a base quadrante com as configurações de tamanho desejadas, basta clicar no ícone “impressora” para imprimir essa parte do Relógio de Sol.

Figura 2 - Tela da Base Quadrante.



Fonte: Dialmaker 1.3.

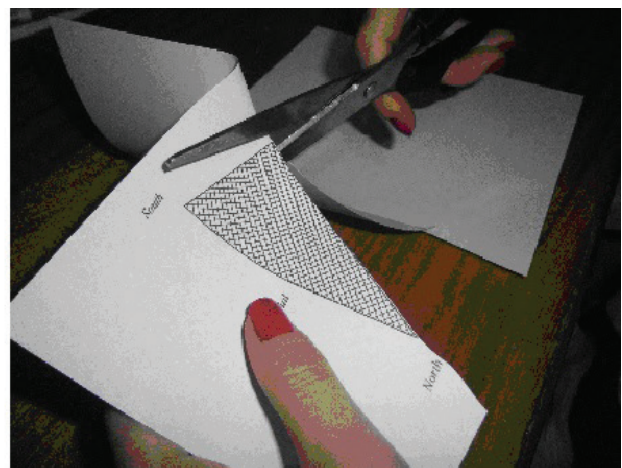
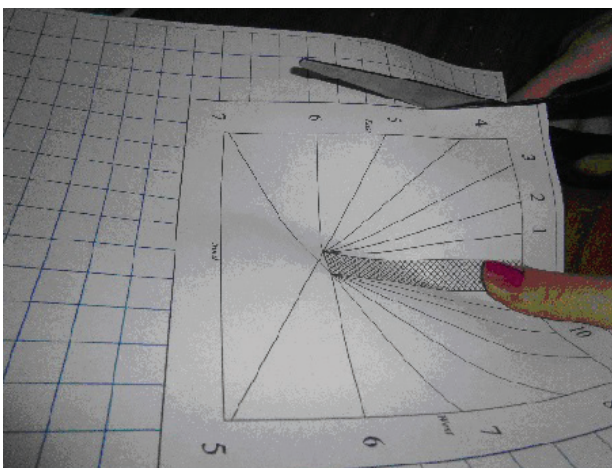
Figura 3 - Tela do Gnômon ou Estilete.



Fonte: Dialmaker 1.3.

Ao finalizar devemos clicar no ícone do MODO “Gnômon” e teremos a tela ilustrada conforme é apresentada na figura 3. Se as configurações de tamanho da base quadrante não foram alteradas em relação a padrão, basta clicar no ícone “impressora” para imprimir essa outra parte do Relógio de Sol.

Figura 4 - Recorte da Base Quadrante e do Gnômon.



Fonte: Construção do autor.

Para a montagem do Relógio de Sol, basta seguir os passos apresentados na figura 4, recorrendo nas folhas impressas a base quadrante e o Gnômon; sendo que para o Gnômon deve-se deixar uma sobra de papel onde aparece a indicação Norte “North” e Sul “South” para se colar o Gnômon na base quadrante. Após, deve-se colar o Gnômon na base, terminando a montagem do Relógio de Sol, conforme ilustrado na figura 5.

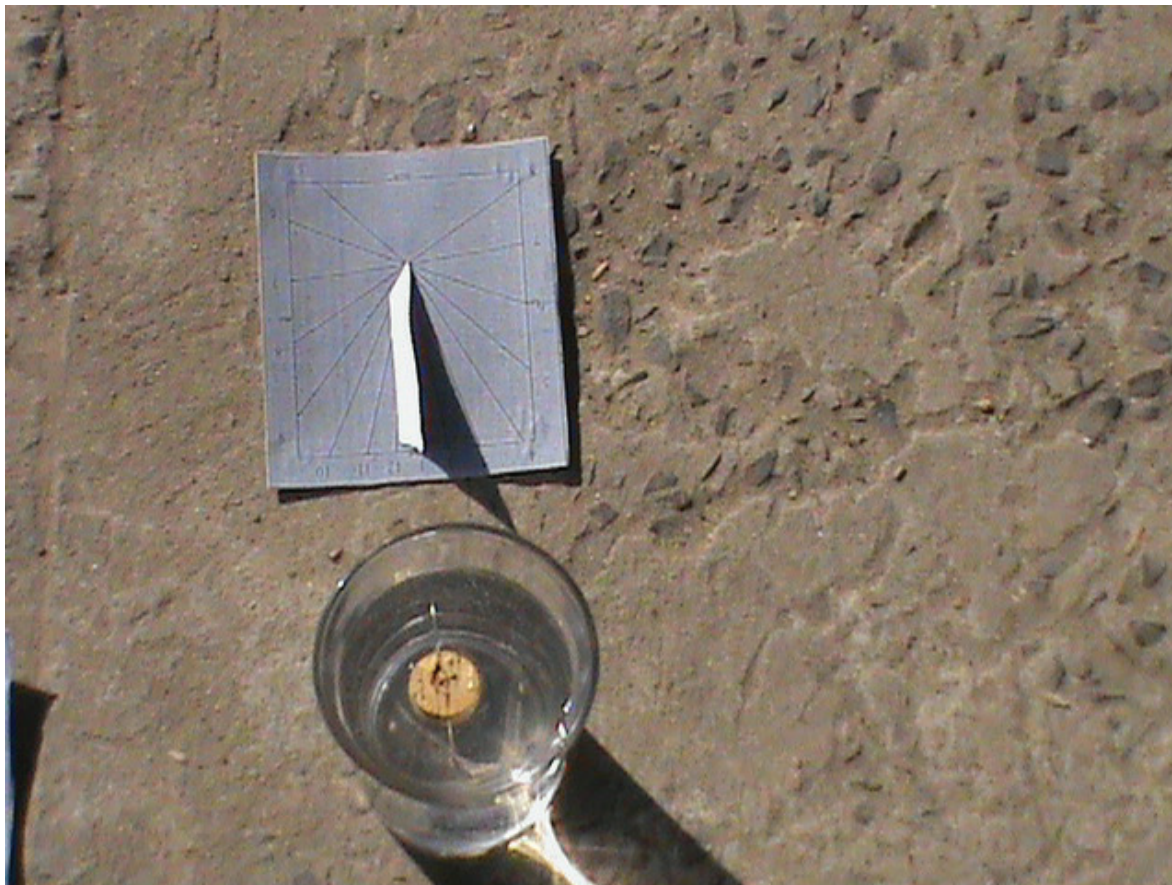
Para utilização do Relógio de Sol, faz-se necessário a determinação prévia da direção norte-sul do lugar para alinhar o Relógio de Sol com esta direção. Podemos determinar a direção norte-sul através de uma bússola (existente inclusive em alguns celulares e tablets) ou uma bússola caseira. Em especial, rerepresentamos o método de determinação da direção Norte-Sul discutido em Goulart e Dutra (2012) através do uso da sombra projetada por um Gnômon na forma de um prego. Deve-se fixar o prego em uma folha de papel A4 e, posteriormente, fixar este conjunto ao chão de forma que o prego fique perpendicular ao solo. Realizam-se marcações da sombra projetada pelo Sol, sendo, pelo menos, duas marcações pela manhã e outras duas marcações à tarde, de forma ao conjunto de par de sombras manhã-tarde estar equidistantes do Gnômon (Prego), conforme exemplificado no texto abaixo e ilustrado na figura 3 de Goulart e Dutra (2012):

Realizamos a primeira marcação às 10:00h da manhã, neste momento foi feito um círculo na folha com o auxílio de um compasso, ao redor do Gnômon, com raio correspondente onde estava tocando a ponta da sombra da vareta, sendo a posição marcada com uma caneta hidrocor. Às 11:30h foi feita outra marcação, já aqui a sombra estava um pouco menor, foi feito então outro círculo com o transferidor e marcada a posição da extremidade da sombra com uma caneta hidrocor. Às 13:00h a sombra estava tocando, do lado oposto, o círculo menor e novamente marcamos com a caneta hidrocor. Às 14:30h foi a última marcação, a projeção da sombra desta vez tocava, opostamente, o círculo maior e sua posição foi marcada com a caneta hidrocor. Estas marcações foram uma a uma registradas por fotografia digital, gerando a figura 3, partes (a), (b), (c) e (d). Utilizando-se o *software* “Paint” no arquivo digital da figura 3d, foram feitas duas linhas paralelas unindo as sombras registradas sob mesmo círculo. Considerando as linhas retas traçadas, a direção norte/sul foi obtida como sendo a linha que as corta perpendicularmente na metade da distância. Sendo a direção leste/oeste perpendicular a norte/sul recém-determinada. (GOULART; DUTRA, 2012, p. 197).

O professor pode inclusive realizar primeiramente com os alunos a prática de determinação da direção norte-sul, introduzindo-os ao tema do acompanhamento do movimento aparente do Sol, deixando ao final o registro, no pátio da escola, da direção norte-sul. Posteriormente, os alunos realizam a montagem do relógio de Sol a partir dos modelos do DIALMAKER e vão ao pátio da escola verificar na prática o funcionamento do relógio de Sol.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 5 - Relógio de Sol montado e posicionado na direção norte-sul indicada pela bússola caseira.



Fonte: Construção do autor.

Com o objetivo de testar a montagem e utilização do relógio de Sol com alunos do Ensino Fundamental, realizamos no dia 23/04/2013 atividade com 16 crianças voluntárias do 8º ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal de Ensino Fundamental Cabo Luiz Quevedo, que estavam estudando tópicos de Movimento Aparente do Sol na disciplina de Ciências. Após breve contextualização do uso do Gnômon no estudo do movimento aparente do Sol e sua possibilidade de determinação da direção norte-sul, explicamos através de *slides* o funcionamento do instrumento relógio de Sol e a obtenção do modelo de relógio de Sol que eles iriam utilizar na prática. Foram entregues aos alunos cartolina e os papéis impressos com a base quadrante e o Gnômon; a partir do qual os alunos montaram o relógio de Sol, colando a base quadrante em uma cartolina, e também o Gnômon em posição indicada norte-sul nesta base. Após, foi determinada a direção norte-sul pelo método da bússola caseira, já que não foi possível de ser determinada em data anterior pelo uso de um Gnômon. A partir da definição da orientação norte-sul, posicionamos o relógio de Sol orientado com a bússola caseira, conforme figura 5. Podemos agora verificar se a Hora Verdadeira indicada pela sombra que estava sendo projetada pelo Gnômon condiz com a hora que estamos vendo em um relógio convencional (Hora Legal).

Figura 6 - Medição de tempo por um dos grupos de relógios de Sol montados pelos alunos.



Fonte: Construção do autor.

A medição coletiva com os relógios de sol montados pelos alunos, conforme ilustra figura 6, ocorreu às 14h53min (Hora Legal) pelo relógio, enquanto as leituras feitas pelos relógios de Sol feitos pelos alunos foram em média uma Hora Verdadeira de 15h00min \pm 10min, ou seja, tivemos uma diferença média de 7 minutos a mais para o relógio de Sol em relação ao relógio Convencional. Voltamos à sala de aula e discutimos com os alunos a boa precisão obtida com o relógio de Sol do aplicativo DIALMAKER, que leva em conta as coordenadas geográficas da localidade e discutimos como poderíamos aumentar a concordância entre os dois relógios. Lembramos aos alunos que, devido ao Movimento de translação da Terra em torno do Sol e as variações de velocidade de translação da Terra ao longo da órbita, os dias solares não apresentam todos a mesma duração, por isso foi convencionado um dia solar médio. Em diferentes épocas do ano a Terra está em pontos diferentes de sua órbita em torno do Sol, e devemos utilizar a chamada Equação do Tempo para corrigir a Hora Verdadeira: (1) pelo fato de a Terra ter seu eixo de rotação inclinado $23^{\circ}27'$ em relação ao plano de translação do planeta em torno do Sol; (2) pelo fato de a Terra ter uma órbita elíptica estando na região do afélio, mais distante do Sol, e na região do periélio, mais próxima do Sol, experimenta velocidades angulares diferenciadas, mais rápida no periélio e mais lenta no afélio. Os valores de correção da Equação do Tempo para diferentes épocas do ano são apresentados na figura 7. Para dias diferentes dos tabelados, basta fazer uma regra de três com o dia mais próximo ao desejado. Considerando o dia 23/04/2013, quando foi realizada a prática, podemos obter a partir da figura 7 por regra de três

um tempo de 1,84 min ou 1min50s a ser subtraído da Hora Verdadeira. Após esta correção ficamos com uma diferença de aproximadamente 5 minutos entre a Hora Verdadeira do Relógio de Sol e da Hora Legal do relógio convencional.

Figura 7 - Valores Equação do Tempo para alguns dias do ano.

JANEIRO		MARÇO		MAIO		AGOSTO		SETEMBRO		OUTUBRO		DEZEMBRO	
Dia	Min	Dia	min	Dia	min	Dia	min	Dia	min	Dia	min	Dia	min
01	+03	03	+12	01	-03	11	+05	01	0	03	-11	01	-11
03	+04	07	+11	11	-04	16	+04	04	-01	06	-12	03	-10
06	+05	11	+10	25	-03	21	+03	07	-02	10	-13	06	-09
07	+06	15	+09	JUNHO		24	+02	10	-03	14	-14	08	-08
10	+07	18	+08	Dia	min	29	+01	12	-04	19	-15	10	-07
13	+08	22	+07	02	-02			15	-05	26	-16	12	-06
15	+09	25	+06	07	-01			18	-06	NOVEMBRO		14	-05
18	+10	29	+05	12	0			21	-07	Dia	min	16	-04
21	+11	ABRIL		18	+01			24	-08	16	-15	18	-03
25	+12	Dia	min	22	+02			27	-09	21	-14	20	-02
30	+13	01	+04	27	-03			30	-10	25	-13	22	-01
FEVEREIRO		04	+03	JULHO						27	-12	24	0
Dia	Min	08	+02	Dia	min							27	+01
06	+14	11	+01	02	+04							28	+02
25	+13	15	0	08	+05							31	+03
		20	-01	16	+06								
		25	-02										

Fonte: (SOARES et al. 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relógio de Sol surgiu como forma de dividir a duração do dia claro (Sol acima do horizonte) de acordo com o movimento aparente do Sol registrado através da movimentação da sombra produzida. Atualmente, o relógio de Sol não possui a praticidade necessária para uma adoção sistemática da população, entretanto este pode servir do ponto de vista didático para produzir um conhecimento mais intuitivo acerca da relação entre o tempo e o movimento aparente do Sol, resgatando-se a forma que o homem constituiu a noção de tempo.

O *software* livre DIALMAKER produz um modelo de Relógio de Sol adaptado para cada localidade, considerando as coordenadas geográficas de longitude e latitude, minimizando a diferença entre a Hora Verdadeira (lida no Relógio de Sol) e a Hora Legal (lida no relógio convencional), sendo necessária, ainda, a correção pela Equação do Tempo. Devido à simplicidade da montagem do modelo de Relógio de Sol, este pode ser utilizado no terceiro ciclo do Ensino Fundamental para demonstrar aos alunos como surgiu o sistema de medição de tempo que temos hoje a partir da observação sistemática do movimento aparente do Sol.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta pesquisa faz parte das atividades de projeto INCT-Astrofísica área Ensino com financiamento através de Bolsa de Iniciação Científica CNPq. Agradecemos a direção da Escola Municipal de Ensino Fundamental Cabo Luiz Quevedo do Município de Uruguaiana/RS.

REFERÊNCIAS

- ARRIBAS, S. D. Relógio-de-Sol. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, n. 3, p. 164-166, 1986.
- BOSCKO, R. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgar Blücher, 1984.
- BRASIL. Ministério da Educação e do desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Ciências**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.
- BRUNGER, A. **Dialmaker**: A sundial design program. Disponível em: <<http://www.numlog.ca/dialmaker/dialmaker.html>>. Acesso em: 03 jul. 2012.
- GONZAGA, E. P.; VOELZKE, M. R. Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 2311, 2011.
- GOULART, A. R.; DUTRA, C. M. Fotografia digital na análise do Movimento Aparente do Sol. **Diálogos & Ciência**, n. 31, p. 194-200, 2012.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades Interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental em relação ao Ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 2, p. 75-92, 2005.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 87-111, 2007.
- RONAN, C. A. **A História Ilustrada da Ciência**: das origens à Grécia. V. 1. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- SOARES, L. M.; et al. Relógio de sol horizontal como instrumento para o ensino de ciências. **Revista Interlocução**, v. 4, n. 4, p. 28-39, publicação semestral, junho, 2011.

RECEBIDO EM: 20.01.2014
CONCLUÍDO EM: 05.08.2014

