

Relógio de Sol com interação humana: uma poderosa ferramenta educacional

(*Sundial with human involvement: A powerful educational tool*)

Samara da Silva Morett Azevedo¹, Márton Caetano Ramos Pessanha²,
Delson Ubiratan da Silva Schramm³, Marcelo de Oliveira Souza⁴

^{1,2,3}Laboratório de Ciências Físicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil
⁴Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
Recebido em 26/2/2012; Aceito em 2/2/2013; Publicado em 15/5/2013

Neste trabalho serão apresentados os resultados da utilização do relógio de sol analêmico como um importante método didático, uma ferramenta de auxílio no processo de ensino-aprendizagem de conceitos básicos de física e astronomia. Os relógios foram construídos em escolas públicas do Norte e Noroeste Fluminense, onde várias atividades foram desenvolvidas com as turmas envolvidas na pesquisa. O relógio de sol analêmico, ou relógio com interação humana, é uma forma didática lúdica de difundir conceitos básicos de física desde as séries iniciais do ensino fundamental. Este relógio é constituído de uma marcação em forma de elipse, onde se localizam as horas e outra que indica a posição do gnômon, cuja sombra servirá como o ponteiro do relógio. Neste caso o gnômon é um estudante que participa ativamente do processo de ensino-aprendizagem. O relógio é desenhado no pátio da escola. As atividades realizadas são divididas entre a sala de aula e o pátio. No pátio são realizadas a maior parte das atividades. O aluno tem a oportunidade de observar ao seu redor as mudanças aparentes da posição do Sol. O que dificulta a utilização deste recurso didático é o complexo processo de construção. Para auxiliar na sua construção desenvolvemos um gabarito, ou seja, um modelo do relógio de sol analêmico. O projeto está alcançando resultados satisfatórios, os quais demonstram o quanto o relógio de sol analêmico pode ajudar a aguçar a natureza investigativa do aluno.

Palavras-chave: relógio de sol analêmico, recurso pedagógico, ensino de astronomia.

In this paper we will present the results of the use of an analemmatic sundial as an important pedagogical method, a tool to aid the teaching-learning process of basic concepts of Physics and Astronomy. The sundials were built in public schools in the North and Northwest region of Rio de Janeiro State, where many activities were conducted with the classes involved in the research. The analemmatic sundial or sundial with human involvement is a ludic didactic way to disseminate basic concepts of Physics since the early grades of elementary school. This sundial is composed of a marking in the form of an ellipse, along which the hours are located, and another marking which indicates the position of the gnomon, and whose shadow is used as the pointer of the sundial. In this case the gnomon is a student who actively participates in the teaching-learning process. The sundial is designed in the schoolyard. The activities are divided between the classroom and the schoolyard. In the schoolyard are performed most activities. The student has the opportunity to observe around changes in the apparent position of the Sun. What complicates the use of this teaching resource is the complex process of construction. To assist in its construction we developed a template, i.e., a model of the analemmatic sundial. The project is achieving satisfactory results, which demonstrates how the analemmatic sundial can help to stimulate the investigative nature of the student.

Keywords: analemmatic sundial, educational resources, teaching of astronomy.

1. Introdução

A física é uma disciplina que está enfrentando grandes dificuldades na sua difusão. Sua abordagem fica centrada no ensino médio, onde os alunos que praticamente nunca tiveram contato com ela sentem muita

dificuldade com o desenvolvimento do conteúdo.

O ensino de física não pode ocorrer apenas no Ensino Médio, ele tem que ser iniciado no Ensino Fundamental, para que nesta fase seja formada uma base para os conteúdos que serão apresentados nas séries futuras. Neste momento a física deve abordar fatos do

¹E-mail: samorett@yahoo.com.br.

cotidiano motivando o aluno para assim conservar sua curiosidade e desenvolver seu raciocínio.

Mesmo que uma criança das primeiras séries ou pré-escola não estude física como o tal, essa criança está formando suas estruturas de raciocínio lógico a partir do contato com a natureza e o cotidiano. Como Piaget em sua teoria dos estágios do desenvolvimento cognitivo, quanto mais rico e bem organizado esse ambiente, melhor a criança estará apta para o desenvolvimento do pensamento abstrato quando posteriormente for induzida formalmente ao estudo das ciências [1].

Para que o ensino de física ocorra de maneira satisfatória, é necessário que a escola procure alternativas que aproximem professor e aluno, e façam do processo de ensino-aprendizagem um momento gratificante para as duas partes envolvidas, onde o aluno tem que ser o foco principal. Para isto é necessário “criar alternativas e ferramentas que auxiliem o professor, promovendo ao máximo o crescimento cognitivo do aluno” [2].

O professor tem que estar motivado para conseguir motivar o aluno. Novos métodos têm que ser apresentados a estes professores, para que não ocorra a simples reprodução do ensino tradicional e sem motivação que estes tiveram quando alunos [3].

Uma maneira de introduzir a física no ensino fundamental é através da astronomia, esta possui formas para envolver o aluno e assim aumentar sua curiosidade e incentivar o trabalho de grupo, fazendo com que este seja o centro do processo de ensino-aprendizagem. “Com o estudo da astronomia o aluno viajará pelo Universo e conhecerá melhor o planeta em que vive” [4]. A astronomia está diretamente relacionada com o cotidiano dos alunos o que os levará a compreender vários dos fenômenos que os cercam.

Os conteúdos de astronomia são pouco explorados nas salas de aula, o que faz com que conteúdos básicos fiquem fora da abordagem escolar, acarretando assim prejuízos na formação do aluno.

No âmbito da educação básica, as escolas de educação infantil, ensino fundamental e ensino médio atuam de modo formal no papel de instituições que promovem o processo de ensino/aprendizagem de conteúdos de astronomia, embora de modo reduzido, e muitas vezes até nulo, como mostram os resultados das pesquisas da área de educação em astronomia [5].

A astronomia está disseminada no cotidiano dos alunos, por exemplo, através de filmes e reportagens, e estes podem causar nos estudantes dúvidas e enganos conceituais. Faz-se, portanto, necessário que a escola promova esta correção conceitual nas salas de aula, para

ajudar o estudante a compreender vários aspectos astronômicos envolvidos em seu dia-a-dia [6].

Estas correções, em sua maior parte, têm que ser realizadas no período do ensino fundamental.

O Ensino Fundamental é muito importante para a formação do cidadão, pois além de ser onde está a maioria dos estudantes é onde a maior parte dos conteúdos é apresentado aos alunos [7].

Um recurso pedagógico para que a astronomia possa ser apresentada de forma mais atraente para os alunos, é o relógio de sol. Este aproxima aluno e natureza, fazendo com que o estudante passe a observar e compreender seu ambiente [8]. De acordo com Moreira [9], os estudantes da educação básica têm que dar início ao ensino de física para compreender o mundo, e não para iniciar a formação científica.

O relógio de sol mede a passagem do tempo pela observação da posição do sol. Em nossa pesquisa trabalhamos com o relógio de sol analêmico, ou relógio de sol com interação humana.

A utilização do relógio de sol analêmico, é uma importante ferramenta pedagógica e interdisciplinar, pois pode ser utilizado por várias disciplinas e propiciar uma interligação em oficinas.

1.1. O relógio de Sol analêmico: um método pedagógico

Os métodos pedagógicos são ferramentas auxiliares aos professores, eles servem para ajudar no processo de ensino aprendizagem propiciando ao aluno melhor visualização dos conceitos abordados nas salas de aula. Através destes criam-se discussões, aumentando o diálogo professor-aluno, abrindo as portas para questionamentos e reflexões.

Essas ferramentas auxiliares são necessárias para mudar o ritmo das aulas, fazendo com que estas percam a tradicional característica de quadro e giz e incentive o aluno.

As mudanças esperadas para o Ensino Médio se concretizam na medida que as aulas deixem de ser apenas de ‘quadro e giz’. [...] Dizem respeito a necessidade de tomar o mundo vivencial como ponto de partida, de refletir mais detidamente sobre o sentido da experimentação e sua importância central na formação de física. Tratam da necessidade de reconhecer e lidar com a concepção de mundo dos alunos, com seus conhecimentos prévios, com suas formas de pensar e com a natureza da resolução de problemas [10].

O relógio de Sol analêmico é um método que possibilita a aproximação do aluno com o conteúdo gerando

discussões na sala de aula, aumentando a interação entre os alunos e professor.

A construção de relógios de Sol analêmico, seja como instrumento de divulgação científica, ou como ferramenta pedagógica, permite que sejam apresentados aos estudantes e ao público em geral noções básicas de astronomia, física, matemática, geografia, história, entre outros.

Dentro deste contexto interdisciplinar é que trabalhamos, buscando a forma mais ampla deste termo, o relacionamento entre as disciplinas e o cotidiano dos alunos.

A demanda pelo interdisciplinar não é meramente acadêmica ou um privilégio científico, mas, acima de tudo, é uma demanda social. Ela parte da sociedade, de um modo geral, que reclama soluções para os problemas gerados pelo desenvolvimento. Estamos diante de setores da comunidade como o dos profissionais e estudantes, que reivindicam melhor preparo e formação, e as ciências, em especial, que em determinados momentos e aspectos tiveram seu desenvolvimento perturbado pela excessiva especialização. Tais demandas exigem uma preocupação com a formação global do homem, a superação de sua visão fragmentada e o desenvolvimento de uma visão interdisciplinar do mundo (Japiassu, 1976) [11].

1.2. Os relógios de Sol

Há milhares de anos as sombras de bastões são usadas como um instrumento de indicação da passagem do tempo durante o dia. Estes bastões são denominados “gnômons”, objetos que ao incidir sobre ele a luz solar, ocasionam sombras sobre o solo, as quais se deslocam ao longo do dia devido à junção dos movimentos de rotação (movimento que a Terra realiza em torno de seu eixo imaginário) e translação da Terra (movimento em que a Terra gira ao redor do Sol).

Com o desenvolvimento da trigonometria pelos matemáticos gregos as marcações que indicavam as horas passaram a ser determinadas, não mais somente através da geometria, mas também aritmeticamente. Isto permitiu, ao longo dos séculos, o desenvolvimento dos mais sofisticados relógios de Sol [12].

Se em torno dos gnômons forem desenhadas marcações simbolizando as unidades de tempo (minutos, horas, etc.) pode-se, com relativa precisão, acompanhar a passagem do tempo.

Um relógio é composto por um indicador das horas, um ponteiro e um conjunto de engrenagens que vão fazê-lo funcionar. O Relógio de sol também é composto de um indicador das horas e um ponteiro, mas o con-

junto de engrenagens será substituído pelo nosso Sol [13].

O relógio de Sol analêmico ou de interação humana é um modelo de relógio solar no qual a posição do gnômon é variável ao longo do ano. A variação do gnômon é necessária para realizar correções na marcação da hora já que o Sol, em seu movimento aparente, origina modificações na formação das sombras ao longo do ano.

Como a posição do gnômon é variável ao longo do ano, esta função pode ser exercida por uma pessoa, bastando para isto, que esta se posicione no local indicado de acordo com o mês do ano.

Este modelo de relógio de sol, representado na Fig. 1, possui uma escala de horas em formato de elipse e no centro da elipse uma outra escala, vertical com os meses do ano onde o gnômon se localiza.

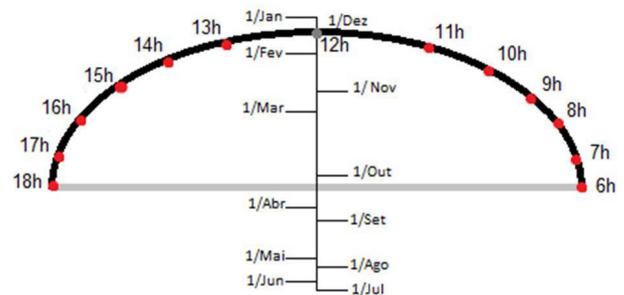


Figura 1 - Descrição do modelo do relógio de Sol analêmico.

1.3. O software para determinação das marcações do relógio de Sol analêmico

Na construção do relógio de Sol analêmico uma série de cálculos é necessária. Assim, foi utilizado o *software* R.S.A., em sua versão 3.0 [14].

O aplicativo possui uma tela de fácil utilização, permite a impressão dos dados obtidos e disponibiliza conteúdos teóricos sobre os conceitos envolvidos na construção de um relógio de Sol analêmico. A Fig. 2 apresenta uma imagem capturada da tela principal do *software*.

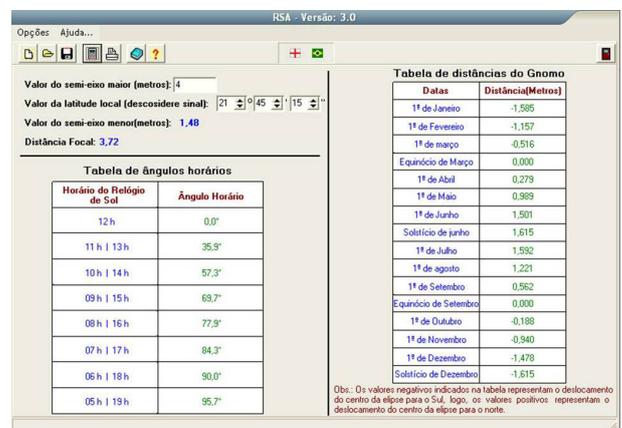


Figura 2 - Imagem capturada da tela inicial do *software*.

Durante o uso, deve-se fornecer ao *software* a latitude do local onde o relógio de sol será construído.

Outro dado que tem que ser fornecido ao aplicativo é o tamanho em metros estimado do semi-eixo maior que terá a elipse que forma o relógio. De posse destes, o *software* efetua todos os cálculos necessários para gerar os dados para a construção do relógio de sol analêmico. Na Tabela 1, tem-se os dados para semi-eixos maior de 4, 6 e 8 metros (estes dados foram realizados com a latitude de Campos dos Goytacazes-RJ).

O *software* apresenta os resultados dos cálculos em duas tabelas: os ângulos horários e a escala de posicionamento do gnômon ao longo do ano.

De acordo com os aspectos apresentados, este projeto foi realizado com o intuito de incrementar o processo de ensino-aprendizagem por meio da utilização do relógio de sol analêmico, colocando o aluno no centro do processo de ensino aprendizagem, desenvolvendo o trabalho em grupo, aumentando assim a socialização deste aluno e realizando a interação professor-aluno-aprendizado. Esta interação ocorre de forma lúdica, o que é agradável para todas as partes envolvidas.

2. Construindo um Relógio de Sol Analêmico

O projeto foi realizado em unidades escolares, com o envolvimento de várias turmas do Ensino Fundamental.

Os relógios de sol foram desenhados no pátio das escolas. O pátio é observado durante um dia para a escolha de uma área em que o Sol toque a maior parte

do dia e assim definir onde o relógio será aplicado.

Com a definição da área, localizamos a direção do ponto cardeal Sul, para isto utilizamos um fio de prumo [15] - na seção 2.1 temos a montagem e a utilização deste objeto. Este processo é necessário porque o relógio tem que ser construído apontando para o ponto cardeal Sul, pois esta é a posição da sombra, já que o movimento aparente do Sol ocorre na posição leste-oeste.

Os relógios de sol que estamos utilizando possuem uma escala de horas em formato de elipse, com o semi-eixo maior de 3 m (três metros) e o menor 1,11 m (um metro e onze centímetros).

Todas as medidas (tamanho da elipse, ângulos-horários e pontos de localização do gnômon) utilizadas na construção do relógio foram obtidas pelo *software* R.S.A.

A elaboração do primeiro relógio de sol analêmico foi realizada de forma tradicional (sem o gabarito), já a partir do segundo foi utilizado o gabarito do relógio de sol analêmico, como apresentamos a seguir.

2.1. Construção e utilização do fio de prumo

O fio de prumo é muito utilizado na construção civil para verificar a verticalidade ou aprumo do elemento que está sendo construído. Aqui o fio será utilizado para a localização do ponto cardeal Sul. Um método simples para sua construção está descrito na Tabela 2.

Após a montagem do fio de prumo (Fig. 3), pode ser localizado o ponto cardeal Sul, para tal coloca-se o fio de prumo em um local plano e que possui incidência solar durante o dia inteiro. Na Tabela 3, constam as etapas para utilização deste.

Tabela 1 - Dados do *software* R.S.A. para semi-eixos de 4, 6 e 8 metros.

Tamanho do semi-eixo maior (m)	Foco maior (m)	Semi-eixo menor (m)	Posição do gnômon em relação ao mês do ano (m)			
4	3,72	1,48	Jan: -1,585	Abr: 0,279	Jul: 1,592	Out: -0,188
			Fev: -1,157	Mai: 0,989	Ago: 1,222	Nov: -0,940
			Mar: -0,516	Jun: 1,501	Set: -0,562	Dez: -1,478
			Equin: 0	Solst: 1,615	Equin: 0	Solst: - 1,615
6	5,57	2,22	Jan: -2,377	Abr: 0,419	Jul: 2,389	Out: -0,282
			Fev: -1,736	Mai: 1,483	Ago: 1,832	Nov: -1,410
			Mar: -0,773	Jun: 2,252	Set: 0,843	Dez: -2,218
			Equin: 0	Solst: 2,423	Equin: 0	Solst: - 2,423
8	7,43	2,96	Jan: -3,169	Abr: 0,559	Jul: 3,185	Out: -0,376
			Fev: -2,134	Mai: 1,977	Ago: 2,443	Nov: -1,880
			Mar: -1,031	Jun: 3,002	Set: 1,124	Dez: -2,957
			Equin: 0	Solst: 3,231	Equin: 0	Solst: -3,231

Tabela 2 - Método para construção de um fio de prumo.

Material	1 garrafa pet (2 L) com tampa Barbante 1 palito de picolé
Montagem	- Enche-se a garrafa de água - Na tampa da garrafa são dados quatro furos de forma a amarrar o palito nesta - Amarra-se uma das extremidades do palito na tampa da garrafa e a outra um pedaço de barbante (obs.: o palito serve de suporte para o barbante, logo ele tem que está exatamente na linha horizontal) - Coloca-se a tampa na garrafa, corta-se o barbante de acordo com a altura da garrafa - Na extremidade livre do barbante, coloca-se algum objeto que faça peso (um parafuso ou uma chumbadinha) para manter o barbante esticado.



Figura 3 - Fio de prumo construído para a localização do ponto cardeal Sul.

Tabela 3 - Localizando o ponto cardeal Sul pelo fio de prumo.

Etapa	Descrição	Imagem
1 ^a	Coloca-se o fio de prumo em um local plano e de incidência solar	
2 ^a	Risca-se sobre o chão a sombra projetada pelo barbante	
3 ^a	Utiliza-se outro barbante do tamanho da sombra projetada. Coloca-se este barbante sobre a sombra. Pressiona-se a extremidade que se localiza no início da sombra e com um giz traça-se um arco no sentido em que se moverá a sombra (oeste-leste). O raio do arco é do mesmo comprimento da sombra.	
4 ^a	Outra marcação é realizada quando a sombra volta a tocar no arco.	
5 ^a	Com as duas marcações realizadas, traça-se a bissetriz do ângulo formado. Assim localiza-se a direção Sul.	

2.2. Antiga forma de construção

2.2.1. A marcação da elipse

Para realizar o desenho da elipse marcamos, com o uso de uma trena, a distância focal em relação ao centro, obedecendo à linha Leste-Oeste. A distância focal desta elipse foi de 2,79 m (dois metros e setenta e nove centímetros). Para que o desenho saísse perfeito, fizemos um triângulo com uma corda, prendendo seus vértices (nas distâncias focais e no semi-eixo menor no sentido norte-sul), com o triângulo formado, fomos esticando a corda, parte por parte, e passando um lápis, assim desenhando a elipse no chão. Na Fig. 4 temos a montagem utilizada.

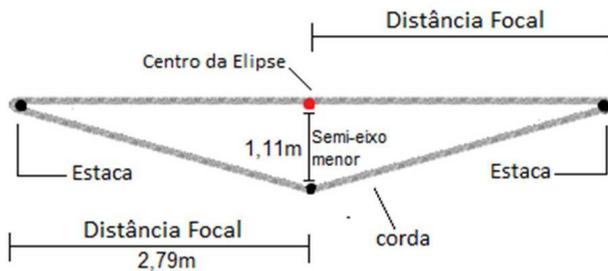


Figura 4 - Esquema do triângulo para elaboração da elipse.

2.2.2. Traçando os ângulos horários

Os horários são relacionados com ângulos formados devido o posicionamento do Sol na determinada hora. Na marcação dos horários, traçamos uma linha iniciada no centro da elipse até a medida do semi-eixo menor, este é o ponto 0,0°, e corresponde à 12 h. A partir desta marcação assinalamos os outros ângulos horários. Na Tabela 4, temos os ângulos e seus correspondentes horários.

Tabela 4 - Relação dos ângulos e dos horários.

Horário do relógio de Sol		Ângulo horário
Manhã	Tarde	
	12 h	0,0°
11 h	13 h	35,5°
10 h	14 h	57,0°
09 h	15 h	69,4°
08 h	16 h	77,8°
07 h	17 h	84,3°
06 h	18 h	90,0°

Na Fig. 5 pode ser observado como os ângulos da manhã e da tarde são simétricos.

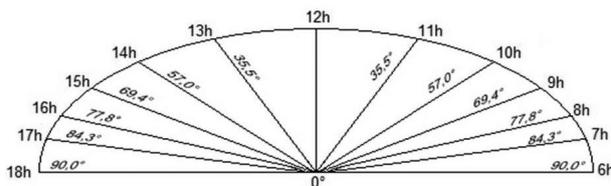


Figura 5 - Esquema dos ângulos horários na elipse.

2.2.3. Traçando os pontos de localização do gnômon

Como em cada época do ano os raios solares nos atingem de maneira distinta, é necessário que a posição do gnômon também se modifique. Assim, as marcações do gnômon (objeto que a sombra serve de ponteiro do relógio) em relação aos meses do ano. A Fig. 6 possui a relação dos comprimentos necessários em cada ocasião e a Fig. 7 o desenho destes em uma das escolas.

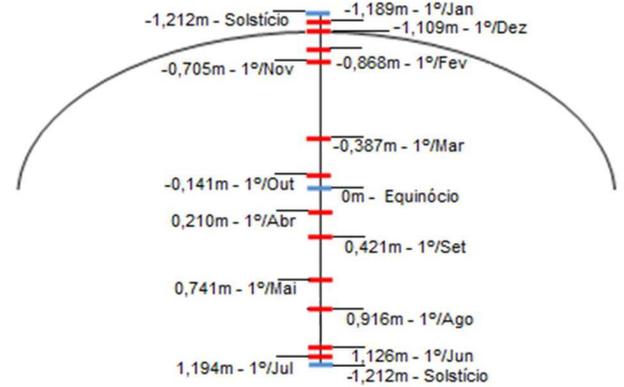


Figura 6 - Relação das distâncias do gnômon e os meses do ano.

O deslocamento negativo dado na Fig. 6 é considerado para os pontos a partir do centro da elipse para o Sul e os positivos para o Norte.



Figura 7 - Desenhando o relógio na escola.

Os procedimentos citados nos itens 2.2.1 e 2.2.2, foram utilizados apenas na construção do primeiro relógio, o segundo relógio e os outros que estão em andamento já estão sendo construídos com o auxílio do gabarito do relógio de Sol analêmico.

2.3. O gabarito do relógio de Sol analêmico

Para facilitar a construção do relógio de sol analêmico criamos um gabarito, ou seja, um modelo para o relógio.

Desenvolvemos este modelo de forma que ele pudesse facilitar o transporte e o manuseio, assim tornando mais rápida a construção do relógio. Com este

recurso, o procedimento adotado simplifica-se, sendo necessário identificar a direção do ponto cardeal Sul, alinhar o gabarito e fazer a marcação da elipse e dos ângulos horários, e depois fazer a marcação da posição do gnômon.

2.3.1. A construção do gabarito do relógio de Sol analêmico

O gabarito foi construído de compensado (uma madeira prensada, possui 6 mm de espessura). O modelo possui as mesmas medidas do primeiro relógio, um metro e onze centímetros no semi-eixo menor e três metros no semi-eixo maior. Na Fig. 8 tem-se a cortagem da madeira e na Fig. 9 a definição da elipse começando a dar a forma do relógio.



Figura 8 - Foto da cortagem da madeira.



Figura 9 - Foto da definição da elipse do relógio.

Para facilitar o manuseio e o transporte, o relógio foi feito em partes e estas reunidas por meio de dobradiças (Fig. 10), a final o relógio possui 3 m de comprimento. Na Fig. 11 demonstra o efeito do gabarito poder ser dobrado.



Figura 10 - Foto das emendas do gabarito do relógio.



Figura 11 - Demonstração do gabarito dobrável.

Depois da montagem pronta na madeira fizemos a marcação dos ângulos horários (Fig.12), de acordo com as medidas indicadas na Tabela 4.

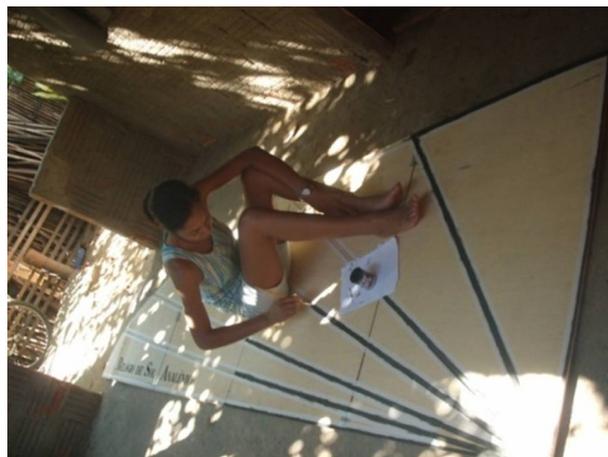


Figura 12 - Pintando os ângulos horários no gabarito.

Como ocorre a simetria dos ângulos horários (manhã e tarde), os dois lados do gabarito estão com as marcações horárias. Desta forma fazemos a marcação dos horários da manhã viramos o modelo, no mesmo

alinhamento e realizamos a marcação dos horários da tarde. Nas Figs. 13 e 14 estão os dois lados do gabarito, o da manhã e o da tarde, respectivamente.



Figura 13 - Gabarito da parte da manhã.



Figura 14 - Gabarito da parte da tarde.

2.3.2. Testando o gabarito

Antes de utilizarmos o gabarito na construção de um relógio em uma escola, efetuamos um teste com este em casa.

Localizamos o ponto cardeal Sul, alinhamos o gabarito, fizemos as marcações horárias e do gnômon. Depois observamos a formação das horas durante um dia.

Como o teste foi bem sucedido, o gabarito foi aprovado para ser utilizado.

2.3.3. A utilização do gabarito

A primeira utilização do gabarito aconteceu no Colégio Estadual Jaime Queiroz de Souza localizado em Portela no Município de Itaocara, RJ. Este relógio foi construído em um pátio gramado (Fig. 15).



Figura 15 - Foto da primeira utilização do gabarito do relógio de sol analêmico.

3. Elaborando atividades

Para desenvolvermos as atividades que foram utilizadas, fizemos um questionário, para avaliarmos os conteúdos de astronomia que poderiam ser aplicados. Buscamos questões que estavam relacionadas tanto com os conteúdos didáticos quanto com o cotidiano destes alunos. Na Tabela 5, temos o questionário utilizado.

Após a correção das respostas obtidas nos questionários, pudemos analisar os conteúdos que deveriam ser abordados.

O 5º ano foi o que demonstrou maior dificuldade para resolver as questões, estes dados estão expostos na Fig. 16. A maioria dos acertos ocorreram nas questões 4, 5 e 6. Estas questões estão relacionadas com as estações do ano, as fases da lua e o movimento de rotação da Terra.

5º ano do Ensino Fundamental

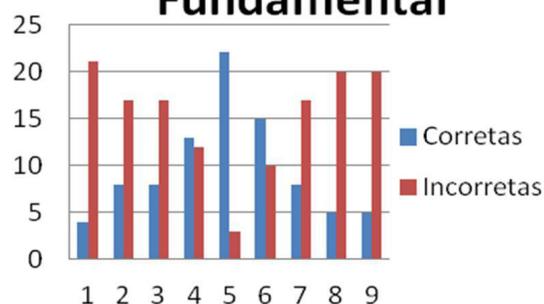


Figura 16 - Dados obtidos pela correção dos questionários do 5º ano.

O 6º ano obteve maior dificuldade nas questões 8 e 9, estas estão relacionadas com os movimentos de rotação e translação da Terra e o que eles originam. Esta análise é apresentada na Fig. 17.

6º ano do Ensino Fundamental

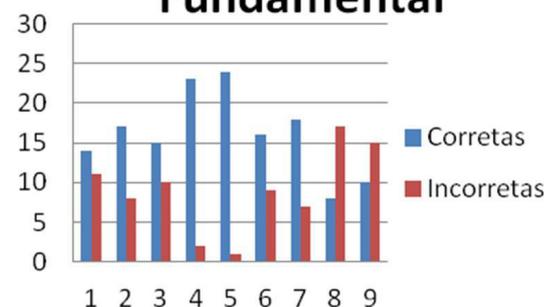


Figura 17 - Dados obtidos pela correção dos questionários do 6º ano.

Tabela 5 - Exemplo do primeiro questionário.

Nas questões abaixo, marque o item que considerar correto:	
1. Durante o dia a sombra de uma pessoa muda de posição. Para que isto ocorra, quem muda de posição o Sol ou a Terra?	A. Sol B. Terra
2. A duração do dia e da noite é a mesma durante todo o ano?	A. Sim B. Não
3. Dizemos que o Sol nasce no leste e se põe no oeste. O Sol nasce todos os dias no mesmo lugar?	A. Sim B. Não
4. Quais são as estações do ano?	A. Janeiro, fevereiro, março, abril B. Primavera, terça, quarta, quinta C. Outono, primavera, verão, inverno D. Sexta, sábado, domingo, segunda
5. Quais são as fases da Lua?	A. Cheia, minguante, grande, pequena B. Nova, crescente, cheia, minguante C. Grande, pequena, crítica, minguante D. Cheia, crescente, novinha, pequena
6. Qual o nome do movimento que a Terra realiza em torno de seu eixo imaginário?	A. Revolução C. Rotação B. Translação D. Giramento
7. Qual o nome do movimento que a Terra realiza em torno do Sol?	A. Revolução C. Rotação B. Translação D. Giramento
8. Qual o movimento da Terra que dá origem ao dia e a noite?	A. Revolução C. Rotação B. Translação D. Giramento
9. Qual o movimento da Terra que origina as estações do ano?	A. Revolução C. Rotação B. Translação D. Giramento
10. Você sabe como funciona um relógio de sol?	A. Sim B. Não

O 7º ano demonstrou maior dificuldade nas questões 3, 8 e 9, estas abordam a observação do Sol durante o dia, os movimentos de rotação e translação da Terra e o que eles originam. Na Fig. 18 encontram-se estes dados.

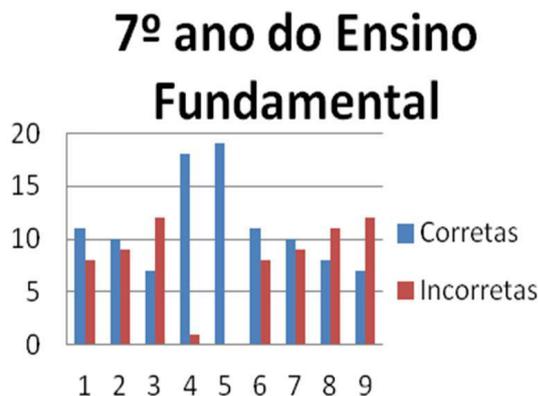


Figura 18 - Dados obtidos pela correção dos questionários do 7º ano.

As questões que o 8º apresentou maior dificuldade foram 3, 7, 8 e 9, o que pode-se visualizar na Fig. 19. Estas questões estão relacionadas com a observação do Sol durante o dia, os movimentos de rotação e translação da Terra e o que eles originam.

Após esta análise por turma chegamos à conclusão dos conteúdos que deveriam ser abordados, sendo que em cada turma relacionada demos maior ênfase no conteúdo que demonstraram maior dificuldade. Os

conteúdos estão na Tabela 6.

8º ano do Ensino Fundamental

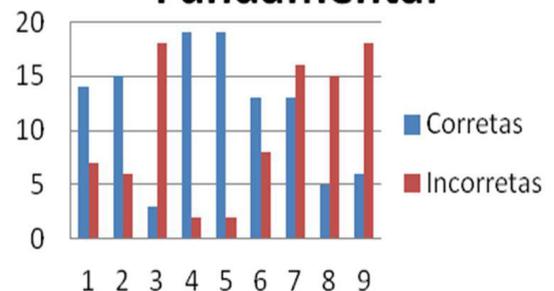


Figura 19 - Dados obtidos pela correção dos questionários do 8º ano.

Tabela 6 - Conteúdos abordados.

Tipos de relógio de sol
Pontos cardiais
Períodos de equinócio e de solstício
Movimento aparente do Sol
Rotação da Terra
Translação da Terra
Método de utilização do relógio de sol

4. Aplicando as atividades

A primeira atividade a ser praticada é a apresentação do relógio de sol, explicamos suas marcações e como ele

funciona.

Nos outros encontros com as turmas, relacionamos os conteúdos que queremos abordar com o relógio de sol analêmico e assim deixamos os alunos livres para perguntarem e refletirem sobre os conteúdos. Sempre realizamos questionamentos, para que os alunos tentem responder com fatos que observam em seu cotidiano.

Todas as turmas envolvidas na pesquisa demonstraram certa expectativa quando chegaram ao pátio e viram que o relógio era apenas marcações no chão. Quando demonstramos que o relógio realmente funciona, a expressão deles modifica-se, e vários questionamentos são realizados, esta é a deixa para o professor inserir seu conteúdo relacionando-o com o funcionamento do relógio de sol analêmico.

4.1. O primeiro relógio

O primeiro relógio foi construído na Escola Municipal Maria Lúcia no município de Campos dos Goytacazes - RJ. Apenas a 5^o ano participou de nossas atividades.

Nesta escola fizemos as marcações do relógio de sol analêmico e a turma envolvida na pesquisa ficou responsável pela aparência do relógio. Na Fig. 20 temos o resultado final do relógio de Sol analêmico e nas Figs. 21 e 22 a utilização do relógio junto aos alunos.



Figura 20 - Imagem final do relógio de Sol.

4.2. O segundo relógio

O segundo relógio foi construído no C.E. Jaime Queiroz de Souza em Portela, Itaocara - RJ. Neste colégio quatro turmas participaram das atividades (5^o, 6^o, 7^o e 8^o ano).

Nesta escola o relógio foi construído em um campo gramado, assim utilizamos paralelepípedos para realizar as marcações. Na Fig. 23 temos a aparência final do relógio e na Fig. 24 a execução de atividades neste.



Figura 21 - Demonstrando como ver as horas no relógio de sol analêmico.



Figura 22 - Demonstrando como ver as horas no relógio de sol analêmico.



Figura 23 - O relógio construído na segunda escola.

Para avaliar a utilização do relógio de sol analêmico dois questionários informativos foram aplicados, um para coletar a opinião dos alunos e o outro para os professores. Nas Tabelas 7 e 8, têm-se os questionários.



Figura 24 - Demonstração das horas, no relógio de sol, para uma turma.

Tabela 7 - Questionário informativo para os alunos.

1. O que você achou do relógio de sol analêmico?
2. Você já teve outras aulas neste modelo?
3. Você gostaria de ter mais aulas utilizando métodos como o relógio de sol analêmico?

Tabela 8 - Questionário informativo para os professores.

1. O que você achou da utilização do relógio de sol analêmico?
2. O relógio de sol analêmico pode trazer algum benefício para o aluno?
3. Você considera que o relógio de sol analêmico pode ser utilizado em uma aula?
4. A utilização do relógio de sol analêmico trouxe resultados para o aprendizado dos alunos?
5. O relógio de sol analêmico pode ser considerado uma ferramenta pedagógica?

As respostas obtidas nos questionários dos alunos demonstram que eles gostaram e se interessaram pelo método utilizado. Na Tabela 9, tem-se algumas respostas de alunos envolvidos na pesquisa.

Tabela 9 - Algumas respostas obtidas nos questionários informativos dos alunos.

Questão	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3
1	"importante"	"show"	"Achei uma proposta legal e muito interessante"
2	"não"	"não"	"não"
3	"sim"	"sim"	"concerteza, unir o útil ao agradável"

Os professores também revelaram considerar o método eficiente para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem. Na Tabela 10, encontra-se um dos questionários dos professores.

Através das respostas obtidas é possível verificar que o método utilizado é eficiente e aumenta o envolvimento entre aluno - professor - aprendizagem.

Tabela 10 - Respostas obtidas em um questionário informativo de professores.

Questão 1	" O relógio de sol resgata um pouco da história dos povos antigos e trás para os dias atuais uma curiosidade benéfica"
Questão 2	"Sim, gerando interesse principalmente por astronomia"
Questão 3	"Não só considero como foi muito bem recebido pelos alunos"
Questão 4	"Como 'para toda ação existe uma reação', com os alunos não foi diferente, mostraram um grande interesse e participação"
Questão 5	"Com o relógio de sol é possível efetuar cálculos matemáticos, mostrar a noção de tempo, trabalhar o fuso-horário, entre outros"

4.3. Relacionando conteúdos com o relógio de Sol analêmico

O relógio de sol analêmico pode ser utilizado como um importante método interdisciplinar. Esta ferramenta consegue abordar várias disciplinas e assim os professores têm a oportunidade de trabalhar em conjunto. Na Tabela 11, está uma relação de conteúdos que podem ser trabalhados em cada disciplina ou em oficinas didáticas.

Tabela 11 - Relação de conteúdos que podem ser trabalhados com o auxílio do relógio de sol analêmico.

Disciplina	Conteúdo abordado
Português	Construção textual
Matemática	Medidas de ângulos Figuras geométricas planas Unidades de Medidas
História	Origem dos relógios Tipos de relógios Povos antigos e suas orientações de tempo
Geografia	Movimento aparente do sol Movimentos da Terra (rotação e translação) Fusos horários Pontos cardeais Latitude e longitude Solstício e Equinócio Analema solar
Biologia	Horários de maior incidência solar Relação entre as plantas e o sol
Educação artística	Modelos de relógios de sol Construção do Analema solar Implementação da aparência dos relógios de sol

5. Conclusão

O projeto está alcançando resultados satisfatórios. O formato de apresentação das atividades, conquista o aluno fazendo com que este se interesse pelo tema abordado, este presta atenção no cotidiano para gerar discussões na sala de aula. Assim os alunos estão interagindo com aulas.

Portanto, pode-se dizer que o relógio de sol analêmico é um recurso pedagógico que motiva o aluno, aumenta sua interação e curiosidade sobre o conteúdo

abordado e principalmente, o aluno passa a ser, e sente que é, o centro do processo de ensino-aprendizagem.

Referências

- [1] A. Chaves e R.C. Shellard, *Física para o Brasil: Pensando o Futuro* (Sociedade Brasileira de Física, São Paulo, 2005), p. 232.
- [2] S.S. Morett, *Desenvolvimento de Recurso Pedagógico para Inclusão de Física e Astronomia nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental*. Monografia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2009.
- [3] F. Damasio e M.H. Steffani, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **30**, 4503 (2008).
- [4] S.S. Morett e M.O. Souza, *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA* **9**, 33 (2010).
- [5] R. Langui e R. Nardi, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **22**, 94 (2000).
- [6] S.S. Morett, D.U.S. Schramm e M.O. Souza, in: *Anais do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Águas de Lindóia, SP, 2010, disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xii/sys/resumos/T0025-1.pdf>.
- [7] A.M. Carvalho, A.I. Vannucchi, M.A. Barros, M.E. Gonçalves e R.C. Rey *Ciência no Ensino Fundamental: O Conhecimento Físico* (Scipione, São Paulo, 1998).
- [8] S.S. Morett, M.C.R. Pessanha, D.U.S. Schramm e M.O. Souza, in: *Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Manaus, AM, 2011, disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0376-1.pdf>.
- [9] M.A. Moreira, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **22**, 94 (2000).
- [10] M.R.D. Kawamura e Y. Hosoume, *Física na Escola* **1**(2), 22 (2003).
- [11] A.H.C. Pierson e M.R. Neves, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **1**, 120 (2010).
- [12] M.O. Souza, M.C.R. Pessanha e J.A.F. Machado, in: *Anais do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Curitiba, 2003, p. 2494-2497.
- [13] J.B.G. Canalle, *Oficina de Astronomia* (Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010).
- [14] RSA. *Relógio de Sol Analâmico*. Disponível em <http://www.relogiodesol.rg3.net/>, acesso em 15/8/2010.
- [15] Programa AEB Escola, *Mão na Massa - Oficinas* (Agência Espacial Brasileira, Brasília, 2011) p. 31-32.