

RELÓGIO DE SOL ANALÊMICO: MÉTODO PEDAGÓGICO
INTERDISCIPLINAR

SAMARA DA SILVA MORETT AZEVEDO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES –RJ
MARÇO – 2012

RELÓGIO DE SOL ANALÊMICO: MÉTODO PEDAGÓGICO
INTERDISCIPLINAR

SAMARA DA SILVA MORETT AZEVEDO

Dissertação apresentada ao Centro de
Ciência e Tecnologia da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro, como parte das exigências
para a obtenção do título de Mestre em
Ciências Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Delson Ubiratan da Silva Schramm

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCT / UENF**

25/2012

Azevedo, Samara da Silva Morett

Relógio de sol analémico: método pedagógico interdisciplinar / Samara da Silva Morett Azevedo. – Campos dos Goytacazes, 2012.

xi, 36 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) --Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Ciências Físicas. Campos dos Goytacazes, 2012.

Orientador: Delson Ubiratan da Silva Schramm.

Área de concentração: Ciências Naturais.

Bibliografia: f. 35-36

1. Relógio de sol 2. Método interdisciplinar 3. Ensino de física 4. Ensino de astronomia I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Ciências Físicas II. Título

CDD 523.7

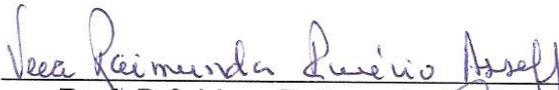
SAMARA DA SILVA MORETT AZEVEDO

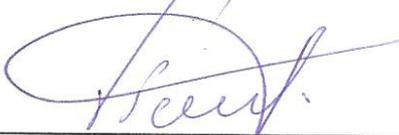
Relógio de sol analêmico: método pedagógico interdisciplinar

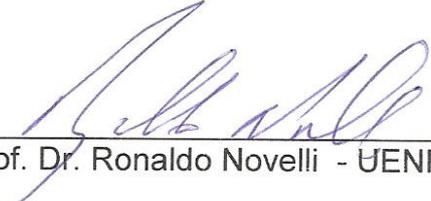
Dissertação apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Naturais.

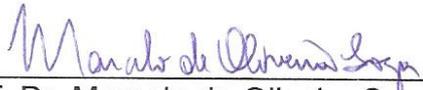
Aprovada em 01 de março de 2012.

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr^a. Vera Raimunda Amério Assef - IFF


Prof. Dr. Vicente de Paulo Santos de Oliveira - IFF


Prof. Dr. Ronaldo Novelli - UENF


Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Souza - UENF


Prof. Dr. Delson Ubiratan da Silva Schramm - UENF
Orientador

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

Dedico este trabalho primeiramente a Deus,
que sempre me fortaleceu nos momentos difíceis,
a meu esposo, a meus pais, irmãos e a todos que sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus que me iluminou nos momentos mais difíceis e sempre presente nos momentos de alegria;

Ao Professor Delson, pela orientação segura e sábia;

Ao Professor Marcelo Souza, pela amizade e dedicação;

Aos meus pais, Emília e Almir, e ao meu prezado amigo Gerson pela união e forças que me deram.

Aos meus tios, Almir e Celma, pelo incentivo;

Aos meus irmãos, Marcelo e Rômulo, pela amizade e companheirismo;

A todos os meus familiares pelo apoio e atenção;

As minhas eternas amigas Jéssica, Josane e Érika pelo carinho e apreço;

Ao meu esposo Joffilson, que ganhou meu coração, pelo amor, companheirismo e dedicação.

A mente que se abre a uma nova idéia
jamais voltará ao seu tamanho original

(Albert Einstein)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS _____	vii
LISTA DE TABELAS _____	ix
RESUMO _____	x
ABSTRACT _____	xi
1. INTRODUÇÃO _____	01
1.1 A FÍSICA NA ESCOLA _____	01
1.2 FERRAMENTAS PEDAGÓGICAS _____	03
1.3 INTERDISCIPLINARIDADE _____	03
1.4 RELÓGIOS DE SOL _____	04
1.5 RELÓGIO DE SOL ANALÊMICO _____	06
1.5.1 O Analema _____	06
1.5.2 A Latitude _____	07
1.5.3 O Gnomon _____	07
1.5.4 Software para Determinação das Marcações do Relógio de Sol Analêmico _____	08
2. JUSTIFICATIVA _____	11
3. OBJETIVOS _____	12
4. METODOLOGIA DA PESQUISA _____	13
4.1 DEFINIÇÃO DO PONTO CARDEAL SUL _____	13

4.1.1	Construção e Utilização do Fio de Prumo _____	13
4.2	UTILIZANDO O SOFTWARE RSA _____	16
4.3	MÉTODOS PARA A CONSTRUÇÃO DO RELÓGIO DE SOL ANALÊMICO _____	18
4.3.1	Desenvolvimento do Relógio através do Método Tradicional _	19
4.3.1.1	<i>A Marcação da Elipse</i> _____	19
4.3.2	Desenvolvimento do Relógio com a Utilização do Gabarito__	19
4.3.2.1	<i>A Construção do Gabarito do Relógio de Sol Analêmico</i>	20
4.	ANÁLISE DOS RESULTADOS _____	23
5.1	O PRIMEIRO RELÓGIO DE SOL ANALÊMICO _____	23
5.2	O SEGUNDO RELÓGIO DE SOL ANALÊMICO _____	26
5.3	CONTEÚDO INTERDISCIPLINAR _____	32
5.	CONCLUSÃO _____	34
	REFERÊNCIAS _____	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Relógio de Sol Horizontal _____	05
Figura 02: Relógio de Sol Vertical _____	05
Figura 03: Relógio de Sol Polar _____	05
Figura 04: Relógio de Sol Equatorial em Madrid _____	05
Figura 05: Relógio de Sol analêmico em Saint-Etienne-França _____	06
Figura 06: Descrição do modelo do relógio de Sol analêmico _____	06
Figura 07: Esquema do analema solar (posicionamento do sol no decorrer do ano _____	07
Figura 08: Descrição de um gnomo solar _____	08
Figura 09: Imagem capturada da tela inicial do software _____	09
Figura 10: Fio de prumo construído para a localização do ponto cardeal Sul _____	14
Figura 11: Esquema da posição do gnomo em um relógio de sol analêmico em cada período do ano _____	17
Figura 12: Esquema do posicionamento dos ângulos-horários em um relógio de sol analêmico _____	18
Figura 13: Esquema do triângulo para elaboração da elipse _____	19
Figura 14: Esquema do tamanho do gabarito desenvolvido para a construção de relógios de sol analêmicos _____	20
Figura 15: Foto da cortagem da madeira _____	20
Figura 16: Foto da definição da elipse do relógio _____	20

Figura 17: Foto das emendas do gabarito do relógio por meio das dobradiças_____	21
Figura 18: Demonstração do gabarito dobrável para facilitar no manuseio e no transporte _____	21
Figura 19: Pintando os ângulos-horários no gabarito do relógio de sol analêmico_	21
Figura 20: Gabarito da parte da manhã _____	21
Figura 21: Gabarito da parte da tarde _____	21
Figura 22: Foto da primeira utilização do gabarito do relógio de sol analêmico no C. E. Jaime Queiroz de Souza, Portela, Itaocara - RJ _____	22
Figura 23: Desenhando o relógio na Escola Municipal Maria Lúcia, Campos dos Goytacazes – RJ _____	23
Figura 24: Apresentação do relógio de sol para o 5º ano da E. M. Maria Lúcia_____	24
Figura 25: Demonstração de como ocorre à formação das horas no relógio de sol analêmico_____	24
Figura 26: Desenhos realizados pelo 5º ano para a escolha da aparência do relógio de sol analêmico _____	25
Figura 27: Desenhos escolhidos para o aperfeiçoamento do relógio construído no pátio da E. M. Maria Lúcia _____	25
Figura 28: Alunos do 5º ano pintando o relógio de Sol no pátio da E. M. Maria Lúcia _____	26
Figura 29: Imagem final do relógio de Sol analêmico no pátio da E. M. Maria Lúcia _____	26
Figura 30: Construção do relógio no C. E. Jaime Queiroz de Souza_____	27
Figura 31: Imagem final do relógio construído no C. E. Jaime Queiroz de Souza_	27
Figura 32: Dados obtidos pela correção dos questionários do 5º ano _____	28
Figura 33: Dados obtidos pela correção dos questionários do 6º ano _____	29
Figura 34: Dados obtidos pela correção dos questionários do 7º ano _____	29
Figura 35: Dados obtidos pela correção dos questionários do 8º ano _____	30
Figura 36: Demonstração das horas, no relógio de sol, para o 5º ano _____	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Alguns tipos de relógios de sol _____	05
Tabela 02: Dados do software R.S.A. para semi-eixos de 4, 6 e 8 metros _____	09
Tabela 03: Método para construção de um fio de prumo _____	14
Tabela 04: Localizando o ponto cardeal Sul pelo fio de prumo _____	14
Tabela 05: Latitudes para o desenvolvimento dos dados pelo aplicativo RSA ____	16
Tabela 06: Dados referentes ao tamanho da elipse que forma o relógio de sol analógico _____	16
Tabela 07: Relação das distâncias do gnomo e dos meses do ano _____	17
Tabela 08: Relação dos ângulos para a identificação de cada horário no relógio de sol analógico _____	18
Tabela 09: Questionário utilizado para levantar questionamentos na apresentação do relógio de sol analógico no C. E. Jaime Queiroz de Souza____	27
Tabela 10: Conteúdos abordados nas aulas com o relógio de Sol analógico____	30
Tabela 11: Questionário informativo para os alunos _____	31
Tabela 12: Questionário informativo para os professores _____	31
Tabela 13: Algumas respostas obtidas nos questionários informativos dos alunos _____	32
Tabela 14: Respostas obtidas em um questionário informativo de professores _____	32
Tabela 15: Relação de conteúdos que podem ser trabalhados com o auxílio do relógio de sol analógico _____	33

RESUMO

MORETT AZEVEDO, Samara da Silva. **Relógio de sol analêmico: método pedagógico interdisciplinar**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais). UENF, Campos dos Goytacazes.

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 de interação humana é uma forma didática lúdica de difundir a 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 gnomo, cuja sombra servirá como o ponteiro do relógio. Neste caso o gnomo 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 foi desenvolvido um gabarito, ou seja, um modelo do relógio de sol analêmico. O projeto alcançou 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, Método interdisciplinar, Ensino de Física, Ensino de Astronomia.

ABSTRACT

MORETT AZEVEDO, Samara da Silva. **Sundial analemic: interdisciplinary teaching method.** 2012. Thesis (Master's degree in Natural Sciences). 2012. UENF, Campos dos Goytacazes.

In this paper we present results of the use of the sundial analemic as an important teaching method, a tool to aid in the teaching-learning of basic concepts of physics and astronomy. The sundials were built in public schools in the North and Northwest Fluminense, where various activities were carried out with the classes involved in the research. The sundial or clock analemic human interaction is a fun way to spread the teaching physics since the early grades of elementary school. This sundial is made of an ellipse-shaped marking, where there are hours and one that indicates the position of the gnome, whose shadow will serve as the hand of the clock. In this case the gnome 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 courtyard. In the courtyard are carried out most of the activities, students have the opportunity to look around you changes the apparent position of the sun What complicates the use of this teaching resource is the complex process of construction. To assist in the construction was developed a template, ie, a model of the sundial analemic. The project has achieved satisfactory results, which demonstrate how the sundial analemic can help sharpen the investigative nature of the student.

Keywords: Sundial, interdisciplinary method, Physical Education, Teaching of Astronomy.

1 INTRODUÇÃO

A escola é um espaço destinado para auxiliar na compreensão do mundo. Os alunos vão para as escolas levando uma enorme bagagem cultural conquistada através dos meios de comunicação e da sociedade, estes já possuem várias teorias pré-estabelecidas, cabe à escola aproveitar estas informações para aprofundar o conhecimento deste aluno, aguçando sua curiosidade, e eliminando determinadas dúvidas ou distorções do assunto.

As aulas precisam ser elementos de motivação, fazendo despertar no aluno a vontade de aprender o conteúdo que está sendo abordado. Uma boa aula não pode ser centrada no modelo “quadro-giz” (KAWAMURA e HOSOUME, 2003), ela tem que fazer o estudante questionar, discutir e refletir, para assim ocorrer a aprendizagem.

Mas uma aula assim não é tão fácil, o professor tem que estar motivado para conseguir motivar o aluno. Novos métodos têm que ser apresentados a este professor, para que não ocorra a simples reprodução do ensino tradicional e sem motivação que estes tiveram quando alunos (DAMASIO e STEFFANI, 2008).

1.1 A FÍSICA NA ESCOLA

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 esta, 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 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. (CHAVES e SHELLARD, 2005a)

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 faça esta correção conceitual nas salas de aula, para ajudar ao estudante a compreender vários aspectos astronômicos envolvidos em seu dia-a-dia (MORETT *et. al.*, 2010).

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 (CARVALHO, 1998).

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 (MORETT *et. al.*, 2011). De acordo com Moreira (2000), os estudantes da educação básica têm que dar início ao ensino de Física para compreender o mundo, e não para iniciar a formação científica.

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 ensino-aprendizagem um momento gratificante para as 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” (MORETT e SOUZA, 2009).

1.2 FERRAMENTAS PEDAGÓGICAS

As ferramentas pedagógicas são recursos empregados para auxiliarem no trabalho docente, estas ajudam no processo de ensino-aprendizagem, propiciando ao aluno a visualização dos conceitos abordados nas salas de aula. Estes recursos desenvolvem discussões, aumentando o diálogo professor-aluno, abrindo as portas para questionamentos e reflexões.

A utilização destas ferramentas atrai os alunos, motivando-os e instigando-os, fazendo com que o ritmo da aula seja modificado.

É necessária uma diversificação das estratégias de ensino e, principalmente, a criação de ambientes de aprendizagem que propiciem a argumentação dos alunos em aulas, pois essas interações professor-aluno e aluno-aluno são as condições básicas para o aprendizado de diversas linguagens científicas. (CHAVES e SHELLARD, 2005b)

Quando se trata dos conceitos de Física em qualquer que seja o nível de ensino sempre tem que ser considerada a experimentação:

Privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (BRASIL, 2002a)

Uma ferramenta simples, de caráter interdisciplinar, lúdico e que possibilita uma participação ativa de estudantes e demais pessoas para as quais for apresentado é o relógio de sol analêmico. Este em sua versão mais simples pode ser construído utilizando-se giz em qualquer área que receba a incidência da luz solar.

1.3 INTERDISCIPLINARIDADE

A interdisciplinaridade é a interação de conteúdos entre várias disciplinas gerando um novo saber diante de uma dada questão.

Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. (BRASIL, 2002b)

Através da interdisciplinaridade o aluno percebe que não existe uma disciplina ou um conteúdo superior ao outro, todos coexistem e estão relacionados ao seu cotidiano.

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). (PIERSON e NEVES, 2010).

Um valioso método interdisciplinar é a utilização 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 se trabalhou, buscando a forma mais ampla deste termo, o relacionamento entre as disciplinas e o cotidiano dos alunos.

1.4 RELÓGIOS DE SOL

Desde as mais primitivas civilizações, a sombra de objetos é usada como instrumento de indicação da passagem do tempo durante o dia. A sombra desloca-se ao longo do dia devido ao movimento de rotação da Terra, movimento em que o planeta gira em torno de seu eixo imaginário (PROGRAMA AEB ESCOLA, 2011a). Assim, o relógio de sol mede a passagem do tempo pela observação da posição do sol.

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 conjunto de engrenagens será substituído pelo nosso Sol (CANALLE, 2010).

Com o passar dos séculos, em torno dos gnomos passaram a ser desenhadas marcações simbolizando as unidades de tempo (minutos e horas), assim pode-se observar a passagem do tempo com relativa precisão e 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 (SOUZA *et. al.*, 2003).

Tabela 01: Alguns tipos de relógios de sol.

Relógios de Sol	Descrição	Imagem
Horizontal	Possui o mostrador paralelo ao plano horizontal, o gnomo alinhado com o meridiano local e o ponto de origem das linhas de hora voltados para o Norte Verdadeiro, quando instalado no hemisfério sul e, inversamente, voltados para o Sul quando instalado no hemisfério norte. Os relógios deste tipo recebem a incidência direta do sol, durante todo período entre o nascer e o pôr do sol, durante o ano todo.	 <p data-bbox="1102 595 1445 658">Figura 01: Relógio de Sol Horizontal.</p>
Vertical	Possui o mostrador perpendicular ao plano horizontal e face perpendicular à direção norte/sul, exige desenho diferente para cada localidade. Os de face perpendicular à direção leste/oeste são universais, ou seja, podem ser instalados em qualquer localidade, independentemente da variação da latitude e longitude; a face voltada para o leste indicará apenas as horas da manhã e a voltada para oeste as da tarde.	 <p data-bbox="1043 1021 1503 1055">Figura 02: Relógio de Sol Vertical.</p>
Polar	É projetado para ser assentado sobre superfícies inclinadas em ângulo igual ao da latitude do lugar e alinhado com o eixo leste/oeste. As linhas de hora são paralelas entre si e simétricas em relação à linha do meio-dia, sobre a qual está situado o gnomo, paralelo ao eixo terrestre. São universais, o que quer dizer que podem ser utilizados em qualquer latitude.	 <p data-bbox="1058 1440 1487 1473">Figura 03: Relógio de Sol Polar.</p>
Equatorial	É também um tipo inclinado e pode ser instalado em qualquer lugar, desde que o ajuste do ângulo formado pelo plano do "mostrador" e o horizontal seja igual à co-latidade do lugar ($\text{latitude} - 90^\circ$). O gnomo é um pino perpendicular ao mostrador e assim estará paralelo ao eixo da Terra. Neste tipo de relógio de sol as linhas de hora são espaçadas de 15° entre si, independentemente das variações de latitude. É Equatorial porque a superfície onde estão inscritas as linhas de hora fica num plano paralelo ao do equador.	 <p data-bbox="1102 1917 1444 1980">Figura 04: Relógio de Sol Equatorial em Madrid.</p>

Analêmico	O objeto cuja sombra é projetada para marcar a hora é vertical e as horas são marcadas por pontos sobre uma elipse. O objeto precisa ser movido dependendo da época do ano de forma que a sombra intercepte na elipse no ponto correto, o objeto pode ser uma pessoa.	 <p>Figura 05: Relógio de Sol analêmico em Saint-Etienne-França.</p>
-----------	---	--

(DORET, 2010)

1.5 RELÓGIO DE SOL ANALÊMICO

O relógio de sol analêmico ou de interação humana é um modelo de relógio solar no qual a posição do gnomo é variável ao longo do ano, desta forma a função do gnomo pode ser exercida por uma pessoa, bastando para isto, que esta se posicione no local indicado de acordo com o mês do ano.

Este relógio possui duas escalas: a das horas em formato de elipse e a que indica a posição do gnomo de acordo com os meses do ano (no centro da elipse). A figura 06 contém a representação deste.

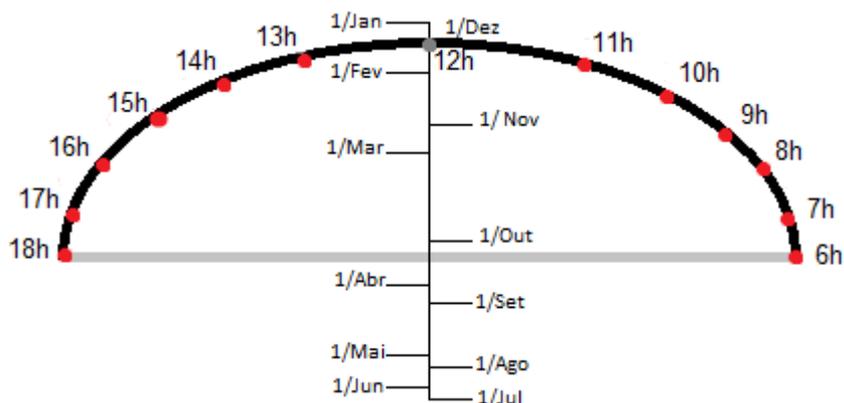


Figura 06: Descrição do modelo do relógio de Sol analêmico.

1.5.1 O Analema

O analema é uma figura semelhante ao algarismo 8 que se obtém marcando a extremidade da sombra de um gnomo ou tirando fotografias da posição do Sol e sobrepondo-as. Estes métodos para a definição do analema têm que ocorrer sempre na mesma hora e local durante o ano, para que se evidencie o movimento aparente do Sol (OAL, 2011).

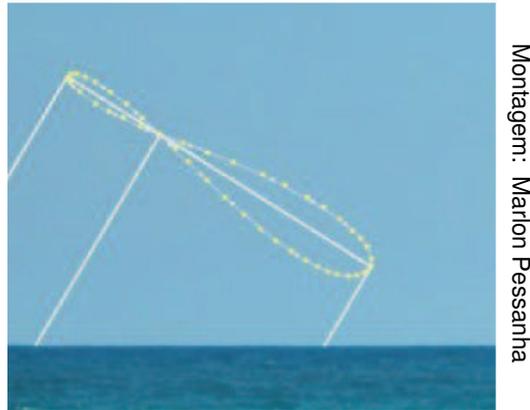


Figura 07: Esquema do analema solar (posicionamento do sol no decorrer do ano).

O analema ocorre por dois motivos: pelo fato de o eixo de rotação da Terra ser inclinado em relação ao plano de sua órbita ao redor do Sol e por sua órbita ser elíptica e não circular, fazendo, de acordo com a Lei de Kepler, que a velocidade da Terra em sua órbita seja maior com a proximidade do Sol (PESSANHA *et. al.*, 2010).

As variações da posição aparente do Sol que formam o analema também originam modificações na formação das sombras ao longo de um ano. Uma forma de corrigir possíveis erros ocasionados por estas modificações é efetuar ajustes na posição do gnomon de acordo com o mês do ano. Por isso, o relógio de Sol analógico prevê diferentes posicionamentos do gnomon.

1.5.2 A Latitude

A latitude é o ângulo formado pela posição de um determinado ponto e o plano equatorial, esta varia de 0 a 90° Norte e de 0 a 90° Sul, medidos a partir do equador (ATLAS ESCOLAR E DIDÁTICO, 2010).

A latitude influencia diretamente na elaboração do relógio de sol analógico, ela define o ângulo de incidência solar de determinado local.

1.5.3 O Gnomon

Em um relógio de Sol, o gnomon, é o objeto que ao incidir sobre ele iluminação solar, ocasionam sombra sobre o solo, e esta é utilizada como o ponteiro do relógio.

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



Figura 08: Descrição de um gnomon solar.

1.5.4 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. Este software realiza os cálculos necessários para a construção de relógios de sol analêmicos gerando as medidas para as marcações. O software R.S.A. foi desenvolvido por uma equipe de pesquisadores da UENF, Universidade Estadual do Norte Fluminense (RSA, 2010).

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 figura 09 apresenta uma imagem capturada da tela principal do software.

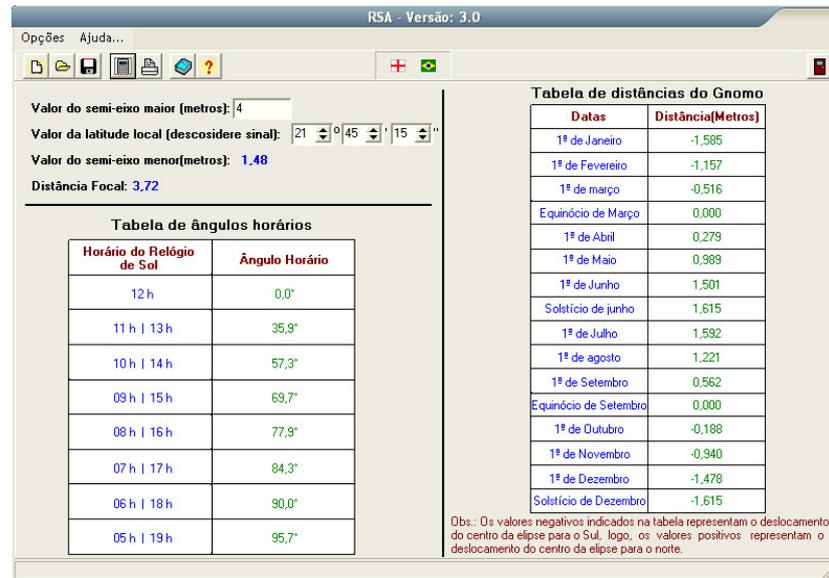


Figura 09: Imagem capturada da tela inicial do software.

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 02, 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).

Tabela 02: 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 gnomon em relação ao mês do ano (m)			
4	3,72	1,48	Jan: -1,585 Fev: -1,157 Mar: -0,516 Equin: 0	Abr: 0,279 Mai: 0,989 Jun: 1,501 Solst: 1,615	Jul: 1,592 Ago: 1,222 Set: -0,562 Equin: 0	Out: -0,188 Nov: -0,940 Dez: -1,478 Solst: - 1,615
6	5,57	2,22	Jan: -2,377 Fev: -1,736 Mar: -0,773 Equin: 0	Abr: 0,419 Mai: 1,483 Jun: 2,252 Solst: 2,423	Jul: 2,389 Ago: 1,832 Set: 0,843 Equin: 0	Out: -0,282 Nov: -1,410 Dez: -2,218 Solst: - 2,423
8	7,43	2,96	Jan: -3,169 Fev: -2,134 Mar: -1,031 Equin: 0	Abr: 0,559 Mai: 1,977 Jun: 3,002 Solst: 3,231	Jul: 3,185 Ago: 2,443 Set: 1,124 Equin: 0	Out: -0,376 Nov: -1,880 Dez: -2,957 Solst: -3,231

O software apresenta os resultados dos cálculos em duas tabelas: os ângulos horários e a escala de posicionamento do gnomo 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 analógico, 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 JUSTIFICATIVA

Este projeto de pesquisa se justifica pelo fato do crescente distanciamento entre professor-aluno-aprendizado, quadro que tem que ser modificado, desta forma faz-se necessária a utilização de projetos que venham auxiliar o trabalho do professor no desenvolvimento metodológico aproximando o cotidiano do aluno e o conteúdo abordado de maneira a aguçar a natureza exploratória destes estudantes e motivá-los.

3 OBJETIVOS

Neste trabalho o principal objetivo foi investigar o processo de ensino-aprendizagem por meio da utilização do relógio de sol analêmico e assim concretizar um instrumento pedagógico de ensino. Assim:

- Identificar nos livros didáticos, conteúdos que podem ser trabalhados com o auxílio do relógio de Sol.
- Desenvolver um gabarito do relógio de Sol analêmico para facilitar sua elaboração.
- Desenhar o relógio de Sol em unidades escolares.
- Desenvolver e aplicar atividades junto aos professores e às turmas envolvidas.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

O projeto foi realizado em duas unidades escolares: a Escola Municipal Maria Lúcia, em Campos dos Goytacazes - RJ, e o Colégio Estadual Jaime Queiroz de Souza, em Itaocara - RJ. Na primeira unidade foi envolvida uma turma do 5º ano, já na segunda escola foram envolvidas quatro turmas (5º, 6º, 7º e 8º ano). Todas as turmas do Ensino Fundamental.

Os relógios de sol foram desenhados no pátio das escolas. O pátio passou por uma observação para seleção da área de maior incidência solar, assim foi definido onde o relógio seria aplicado.

4.1 DEFINIÇÃO DO PONTO CARDEAL SUL

Para que o relógio de sol funcione ele tem que ser construído na direção norte-sul, pois esta é a direção da sombra, já que o movimento aparente do Sol ocorre na direção leste-oeste.

Na localização da linha norte-sul utilizou-se o fio de prumo (PROGRAMA AEB ESCOLA, 2011b).

4.1.1 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 03.

Tabela 03: Método para construção de um fio de prumo.

Material	1 garrafa pet (2l) com tampa Barbante 1 palito de picolé
Montagem	<ul style="list-style-type: none"> - 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 10:** Fio de prumo construído para a localização do ponto cardeal Sul.

Após a montagem do fio de prumo, 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 04, constam as etapas para utilização deste.

Tabela 04: 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	

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

4.2 UTILIZANDO O SOFTWARE R.S.A.

O software R.S.A. forneceu os dados necessários para a construção dos relógios de sol analêmicos.

Para a elaboração dos dados foi fornecido ao aplicativo a latitude da cidade onde o relógio seria construído. Na tabela 05, estão estes dados.

Tabela 05: Latitudes para o desenvolvimento dos dados pelo aplicativo RSA.

Cidade	Latitude
Itaocara	21 °40'09"
Campos dos Goytacazes	21 °42'02"

Devido à semelhança entre os dados fornecidos pelo software R.S.A. para as duas latitudes utilizou-se a latitude de Campos dos Goytacazes para a elaboração dos relógios.

Outro dado fornecido ao programa foi o tamanho escolhido para o semi-eixo maior do relógio (3m). Assim, o software gerou os dados apresentados nas tabelas 06, 07 e 08, onde estão: tamanho, escala de localização do gnomo e os ângulos horários.

Tabela 06: Dados referentes ao tamanho da elipse que forma o relógio de sol analêmico.

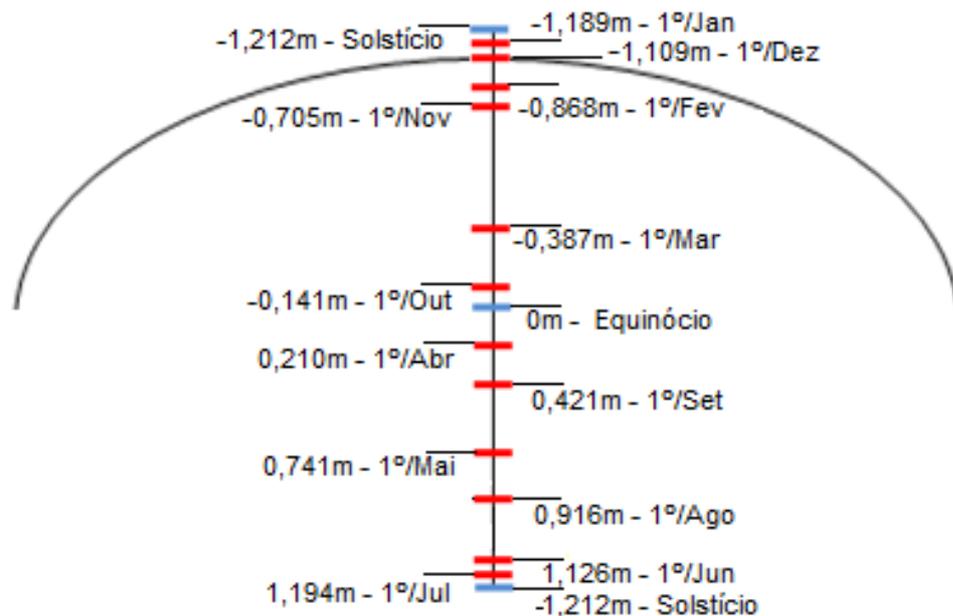
Tamanho do semi-eixo maior (m)	Foco maior (m)	Semi-eixo menor (m)
3	2,79	1,11

Como o sol descreve o analema, em cada época do ano, o gnomo localiza-se em um local diferente no relógio solar analêmico.

Tabela 07: Relação das distâncias do gnomô e dos meses do ano.

Datas	Distância (metros) para Campos dos Goytacazes	Distância (metros) para Itaocara
1º de Janeiro	-1,189	-1,189
1º de Fevereiro	-0,868	-0,868
1º de Março	-0,387	-0,387
Equinócio	0	0
1º de Abril	0,210	0,210
1º de Maio	0,741	0,742
1º de Junho	1,126	1,126
Solstício	1,212	1,212
1º de Julho	1,194	1,195
1º de Agosto	0,916	0,917
1º de Setembro	0,421	0,422
Equinócio	0	0
1º de Outubro	-0,141	-0,141
1º de Novembro	-0,705	-0,705
1º de Dezembro	-1,109	-1,109
Solstício	-1,212	-1,212

A tabela 07 apresenta uma numeração negativa, esta definição caracteriza pontos negativos para o Sul e positivos para o Norte. Na figura 11, tem-se o esquema das variações da posição do gnomô.

**Figura 11:** Esquema da posição do gnomô em um relógio de sol analógico em cada período do ano.

Os ângulos-horários demonstram a relação entre os ângulos formados pela sombra de um gnomon e a correspondente hora da realização da medida.

Tabela 08: Relação dos ângulos para a identificação de cada horário no relógio de sol analêmico.

Horário do relógio de Sol		Ângulo-Horário para Campos dos Goytacazes	Ângulo-Horário para Itaocara
12h		0,0°	0,0°
Manhã	tarde		
11h	13h	35,5°	36,5°
10h	14h	57,0°	57,4°
09h	15h	69,4°	69,7°
08h	16h	77,8°	78,0°
07h	17h	84,3°	84,3°
06h	18h	90,0°	90,0°

Na figura 12, tem-se o esquema do posicionamento dos ângulos-horários em uma elipse.

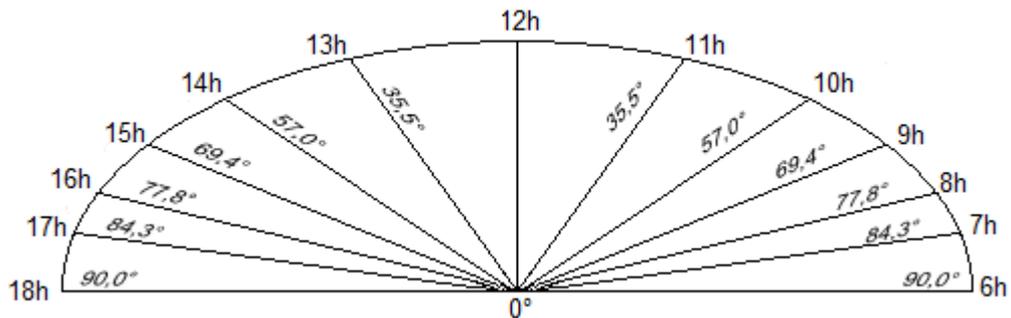


Figura 12: Esquema do posicionamento dos ângulos-horários em um relógio de sol analêmico.

4.3 MÉTODOS PARA A CONSTRUÇÃO DO RELÓGIO DE SOL ANALÊMICO

Com os dados fornecidos pelo software RSA, iniciou-se a construção dos relógios de Sol analêmicos. Foram utilizados dois métodos para a construção da elipse, que é à base do relógio de sol analêmico: um tradicional e o outro com a utilização de um gabarito.

4.3.1 Desenvolvimento do Relógio Através do Método Tradicional

No método tradicional, foram necessários recursos trigonométricos para desenhar a elipse.

4.3.1.1 A Marcação da Elipse

Para realizar o desenho da elipse foi marcada, 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 2,79m (dois metros e setenta e nove centímetros). Para que o desenho saísse perfeito, fez-se um triângulo com uma corda, prendendo seus vértices (nas distâncias focais e no semi-eixo menor no sentido norte-sul), com o triângulo formado, a corda foi sendo esticada, parte por parte, assim um giz ia desenhando a elipse no chão. Na figura 13, tem-se a montagem utilizada.

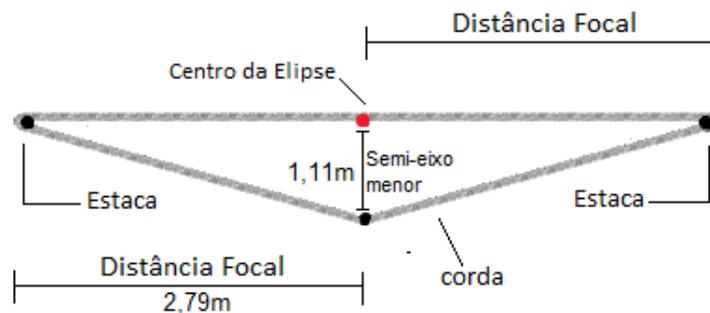


Figura 13: Esquema do triângulo para elaboração de uma elipse.

Assim, neste método a construção do relógio possui as etapas:

- Identificação da direção do ponto cardeal Sul;
- Desenho da elipse nesta direção;
- Marcação dos ângulos horários, ou seja, a partir do centro da elipse, com o auxílio de um transferidor, marcar os ângulos puxando prolongamentos até as bordas da elipse;
- Marcação do posicionamento do gnomônio em relação aos meses do ano no centro da elipse.

4.3.2 Desenvolvimento do Relógio com a Utilização do Gabarito

O gabarito é um modelo do relógio de sol analógico, nele tem-se a elipse pronta e a marcação dos ângulos horários.

Utilizando o gabarito, o relógio é desenvolvido de forma rápida:

- Localiza-se o ponto cardeal Sul e alinha-se o gabarito;
- Realiza-se a marcação dos ângulos horários;
- Depois, no centro da elipse marca-se o posicionamento que o gnomon ocupará no decorrer do ano.

4.3.2.1 A Construção do Gabarito do Relógio de Sol Analêmico

Através dos itens descritos acima, percebe-se quanto o gabarito auxilia e agiliza na construção do relógio de sol analêmico. Por este motivo este modelo foi desenvolvido.

Na elaboração deste gabarito três fatores foram considerados: transporte, manuseio e agilidade na construção da elipse do relógio e na marcação dos ângulos-horários.

O gabarito foi construído de compensado (uma madeira prensada, possui 6mm de espessura). O modelo possui um metro e onze centímetros no semi-eixo menor e três metros no maior.

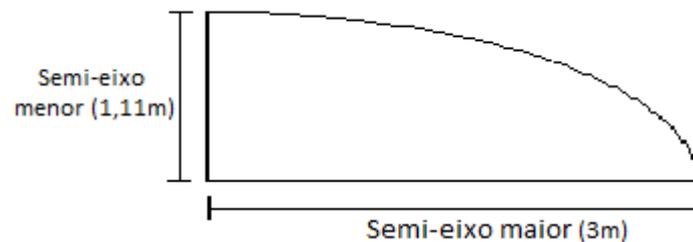


Figura 14: Esquema do tamanho do gabarito desenvolvido para a construção de relógios de sol analêmicos



Figura 15: Foto da cortagem da madeira.



Figura 16: Foto da definição da elipse do relógio.

Para facilitar o manuseio o transporte, o relógio foi feito em partes e estas reunidas por meio de dobradiças, a final o relógio possui 3m de comprimento.



Figura 17: Foto das emendas do gabarito do relógio por meio das dobradiças.



Figura 18: Demonstração do gabarito dobrável para facilitar no manuseio e no transporte.

Depois da montagem pronta na madeira foi realizada a marcação dos ângulos horários, de acordo com as medidas indicadas na tabela 08.

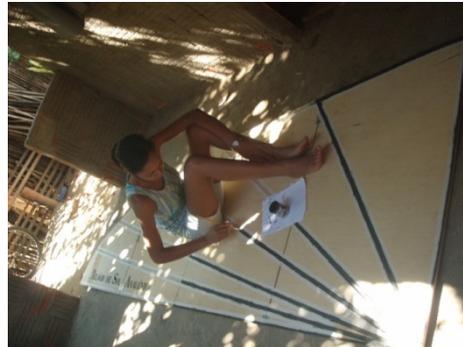


Figura 19: Pintando os ângulos-horários no gabarito do relógio de sol analêmico.

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



Figura 20: Gabarito da parte da manhã.



Figura 21: Gabarito da parte da tarde.

Antes que o gabarito fosse utilizado em uma escola, foi efetuado um teste com este.

Na laje de uma casa foi construído um relógio de sol analêmico, seguindo-se todas as etapas para a construção com auxílio do gabarito. Com o relógio construído, foi observada formação das horas durante um dia.

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

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.



Figura 22: Foto da primeira utilização do gabarito do relógio de sol analêmico no C. E. Jaime Queiroz de Souza, Portela, Itaocara – RJ.

Como a latitude influencia na construção do relógio de sol analêmico a utilização do gabarito desenvolvido fica restrita a uma faixa compreendida entre as latitudes $21^{\circ}50'59''$ e $22^{\circ}50'59''$.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A elaboração do primeiro relógio de sol analêmico foi realizada de forma tradicional e o segundo com o auxílio do gabarito.

Nos encontros com as turmas, ocorreu a apresentação do relógio e sua relação com outros conteúdos didáticos, sempre permitindo os questionamentos e assim a reflexão de cada item. Em todas as apresentações, várias perguntas foram levantadas, para que os alunos pudessem responder com fatos da observação de 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 foi demonstrado que o relógio realmente funcionava, a expressão deles modificou-se, e vários questionamentos foram realizados, a partir deste momento a curiosidade foi utilizada ao máximo para que o conhecimento fosse construído.

5.1 O PRIMEIRO RELÓGIO DE SOL ANALÊMICO

O primeiro relógio de sol analêmico foi construído no pátio da escola Municipal Maria Lúcia, em Campos do Goytacazes, RJ, local todo cimentado, logo as marcações do relógio foram realizadas com tinta a óleo.



Figura 23: Desenhando o relógio na Escola Municipal Maria Lúcia, Campos dos Goytacazes – RJ.

Antes que os alunos fossem para o pátio foi realizada uma conversa sobre o relógio de sol, o que eles achavam que era, como achavam que funciona... tudo a fim de motivá-los e instigar a sua curiosidade. Depois, no pátio, foi apresentado o relógio para a turma, demonstrando e explicando todas as suas marcações.



Figura 24: Apresentação do relógio de sol para 5º ano da E. M. Maria Lúcia.

Após apresentação do relógio foi explicado todo o mecanismo: localização do gnomon de acordo com o mês do ano, observação da sombra e, finalmente, a formação das horas.



Figura 25: Demonstração de como ocorre a formação das horas no relógio de sol analêmico.

Para buscar uma participação mais ativa dos alunos foi realizado um concurso para escolher a aparência do relógio de sol. Os desenhos realizados estão na figura 26.

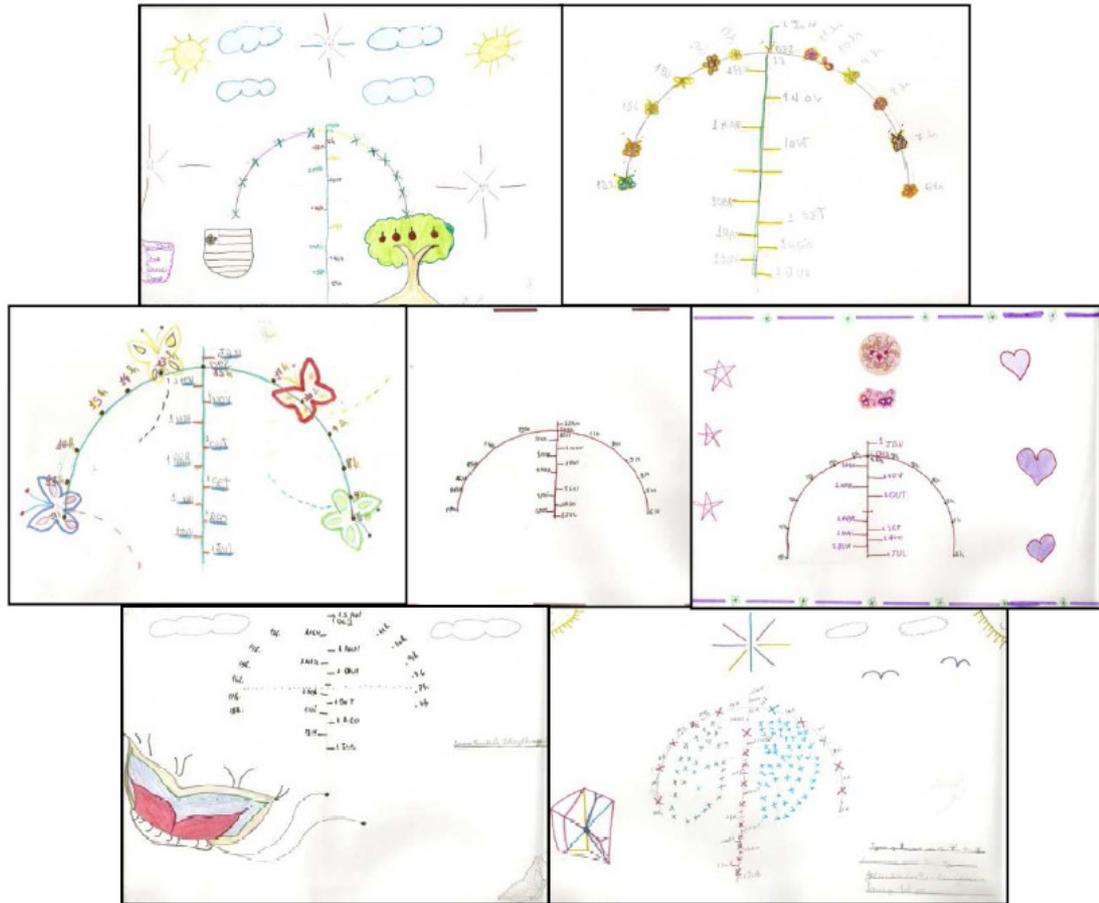


Figura 26: Desenhos realizados pelo 5º ano para escolha da aparência do relógio de sol analêmico.

Destes desenhos dois foram escolhidos e a apresentação final para a aplicação no relógio foi a junção dos dois.



Figura 27: Desenhos escolhidos para o aperfeiçoamento do relógio construído feito no pátio da E. M. Maria Lúcia.

Todos os alunos participaram da pintura do relógio, a aparência final é junção dos dois desenhos escolhidos.



Figura 28: Alunos do 5º ano pintando o relógio de Sol no pátio da E. M. Maria Lúcia.



Figura 29: Imagem final do relógio de Sol analêmico no pátio da E. M. Maria Lúcia.

Com o auxílio do posicionamento do relógio e da rosa-dos-ventos, os alunos realizaram a localização da escola de acordo com os pontos cardeais e colaterais. Assim, observaram os prédios que os cercavam analisando todo o seu espaço.

5.2 O SEGUNDO RELÓGIO DE SOL ANALÊMICO

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

Nesta escola o relógio foi construído em um campo gramado, assim foram utilizados pedras de paralelepípedos para realizar as marcações e sobre as pedras foram pintados os números indicativos das horas. Na figura 30, constam as imagens da construção do relógio.



Figura 30: Construção do relógio no C. E. Jaime Queiroz de Souza.



Figura 31: Imagem final do relógio construído no C. E. Jaime Queiroz de Souza.

Nesta escola, antes da apresentação do relógio de sol analêmico, foi aplicado um questionário para despertar a curiosidade dos alunos sobre o conteúdo que seria abordado e assim gerar mais questionamentos e reflexões. A tabela 09 apresenta este questionário.

Tabela 09: Questionário utilizado para levantar questionamentos na apresentação do relógio de sol analêmico no C. E. Jaime Queiroz de Souza.

<p>Nas questões abaixo, marque o item que considerar correto:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Durante o dia a sombra de uma pessoa muda de posição. Para que isto ocorra, quem muda de posição? 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

Este questionário funcionou perfeitamente como uma ferramenta de motivação, ainda na sala os alunos já estavam curiosos com os fenômenos relacionados no questionário. Outra função deste artifício pedagógico foi a de possibilitar a análise dos conteúdos que precisavam ser mais abordados. Nos quatro itens a seguir, está apresentada a análise das repostas obtidas neste questionário.

- Análise dos questionários do 5º ano

O 5º ano foi o que demonstrou maior dificuldade para resolver as questões, indicando maioria em acertos apenas 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.

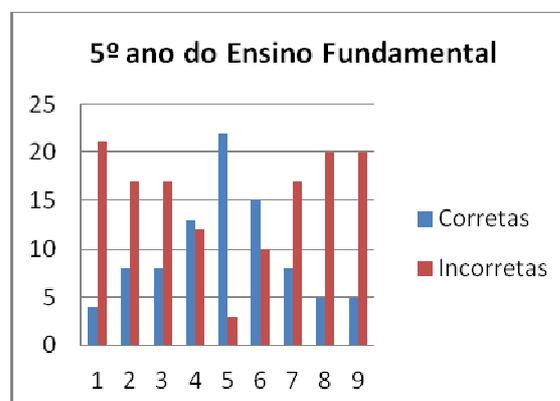


Figura 32: Dados obtidos pela correção dos questionários do 5º ano.

- Análise dos questionários do 6º 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.

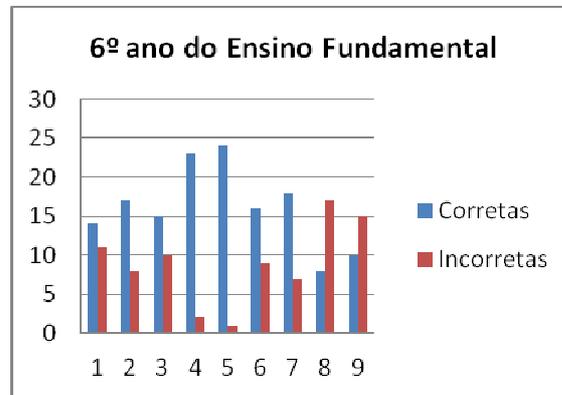


Figura 33: Dados obtidos pela correção dos questionários do 6º ano.

- Análise dos questionários do 7º ano

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.

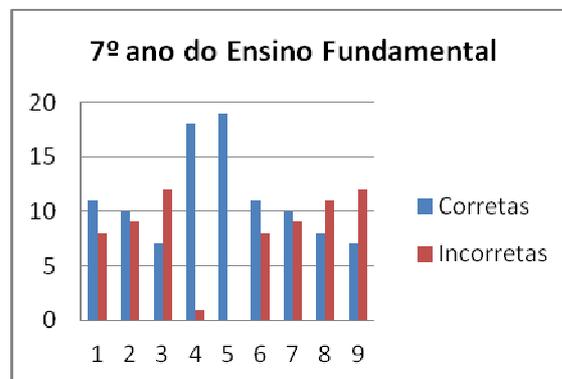


Figura 34: Dados obtidos pela correção dos questionários do 7º ano.

- Análise dos questionários do 8º ano

As questões que o 8º sentiu maior dificuldade foram 3, 7, 8 e 9, estas estão relacionadas com a observação do Sol durante o dia, os movimentos de rotação e translação da Terra e o que eles originam.

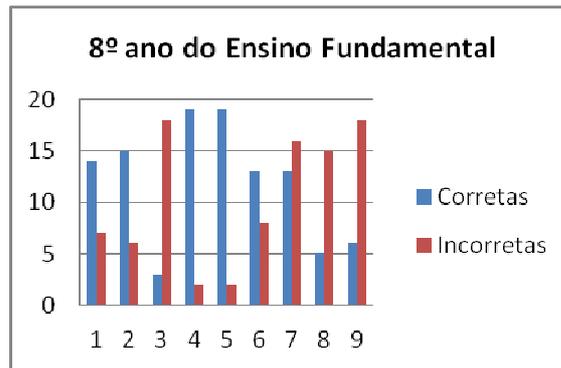


Figura 35: Dados obtidos pela correção dos questionários do 8º ano.

Após esta análise por turma chegou-se à conclusão dos conteúdos que deveriam ser abordados, sendo que em cada turma relacionada foi dado maior ênfase no conteúdo que demonstraram maior dificuldade. Os conteúdos estão na tabela 10.

Tabela 10: Conteúdos abordados nas aulas com o relógio de Sol analêmico.

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

Em outro contato com as turmas, após a análise dos questionários ocorreu à apresentação do relógio de sol analêmico, explicando e demonstrando suas marcações, e assim visualizando a formação das horas.



Figura 36: Demonstração das horas, no relógio de sol, para o 5º ano.

Como esperado, muitas perguntas foram realizadas sobre os conteúdos abordados nos questionários, elas iam sendo respondidas e demonstradas no relógio, sempre abrindo oportunidades para novos questionamentos e reflexão, dando oportunidade aos alunos para tentarem responder e abrindo discussões.

Um tema que gerou muitas discussões foi o horário de verão. Os alunos relacionavam o horário de verão como se este gerasse uma mudança no movimento de rotação da Terra e não uma simples conjuntura humana. Com o relógio de sol analêmico eles perceberam o significado deste horário.

Também foi realizada com as turmas envolvidas a construção de bússolas e a orientação da escola de acordo com os pontos cardeais e colaterais.

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 11 e 12, têm-se os questionários

Tabela 11: Questionário informativo para os alunos

Questionário informativo do aluno	
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 12: Questionário informativo para os professores

Questionário informativo do professor	
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 13, tem-se algumas respostas de alunos envolvidos na pesquisa.

Tabela 13: 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 14, encontra-se um dos questionários dos professores.

Tabela 14: 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”

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

5.3 CONTEÚDO INTERDISCIPLINAR

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 15, está uma relação de conteúdos que podem ser trabalhados em cada disciplina ou em oficinas didáticas.

Tabela 15: 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

6 CONCLUSÃO

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

A utilização do relógio de sol analêmico pode auxiliar em várias aulas, onde a abordagem dos conteúdos fica mais interessante e interativa.

O relógio de sol é uma importante ferramenta pedagógica, ele leva o aluno a observar tudo em sua volta, o aluno tem uma motivação para saber e querer entender os pontos cardeais, desvenda algo real, palpável para compreender os movimentos de rotação e translação da Terra, e o mais importante, ele quer aprender isto, pois precisa demonstrar para todos que entende como o relógio de sol analêmico funciona.

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 ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATLAS ESCOLAR E DIDÁTICO. Difusão Cultural do Livro, p.7, São Paulo, 2010.

CARVALHO, A. M., VANNUCCHI, A. I., BARROS, M. A., GONÇALVES, M. E.; REY, R. C. **Ciência no ensino fundamental: o Conhecimento físico**. São Paulo, Scipione, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, v. 2, p. 37, 2002a.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, v. 2, p. 02, 2002b.

CANALLE, J.B. G. **Oficina de Astronomia**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Rio de Janeiro, 2010.

CHAVES, A.; SHELLARD, R. C. **Física para o Brasil: Pensando o futuro**. Sociedade Brasileira de Física, p. 232, 2005a.

CHAVES, A.; SHELLARD, R. C. **Física para o Brasil: Pensando o futuro**. Sociedade Brasileira de Física, p. 201, 2005b.

DAMASIO, F.; STEFFANI, M.H. **A física nas séries iniciais (2ª a 5ª) do ensino fundamental: desenvolvimento e aplicação de programa visando a qualificação de professores**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 4503, 2008.

DORET. **Relógios de Sol**. Disponível em: <http://www.relogiodesol.com/historia.php.htm>. Acesso em 02 de set. 2010.

KAWAMURA, Maria Regina Dubeux; HOSOUME, Yassuko. **A contribuição da Física para um novo Ensino Médio.** Física na Escola, São Paulo, n.2, p. 22-27, outubro 2003.

MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectivas e perspectivas.** Revista Brasileira de ensino de Física, v. 22, n. 1, p 94-99, 2000.

MORETT, S. S.; PESSANHA, M. C. R.; SCHRAMM, D. U. S.; SOUZA, M. O. **Relógio de sol analêmico: uma proposta que envolve ensino, professor e aluno.** In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física 2011, Manaus, AM. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2011.

MORETT, S. S.; SCHRAMM, D. U. S.; SOUZA, M. O. **Uma análise da visão de estudantes do segundo ciclo do ensino fundamental sobre tópicos de Astronomia Básica.** In: XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2010, Águas de Lindóia, SP. XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2010.

MORETT, S. S.; SOUZA, M.O. **Desenvolvimento de Recurso Pedagógico para Inclusão de Física e Astronomia nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental.** Campos dos Goytacazes, 2009. Monografia (Licenciatura em Física). Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

OAL. **O Observatório.** Disponível em: www.oal.ul.pt_oobservatorio_vol11_n4_pagina5 . Acesso em 08 de ago. de 2011.

PESSANHA, M.C. R.; MACHADO, J. A. F.; SOUZA, M. O. **Relógio de Sol Analêmico.** Disponível em: <http://educacaoespacial.files.wordpress.com/2010/10/relogio-de-sol3.pdf> Acesso 05 de jan. 2012.

PIERSON, A. H. C.; NEVES, M. R. **Interdisciplinaridade na formação de professores de ciências: Conhecendo obstáculos.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1(2): 120-131, 2010.

PROGRAMA AEB ESCOLA. **Mão na Massa - Oficinas.** Agência Espacial Brasileira. Pág. 30. 2011a.

PROGRAMA AEB ESCOLA. **Mão na Massa - Oficinas.** Agência Espacial Brasileira. Pág. 31-32. 2011b.

RSA. **Relógio de Sol Analêmico.** Disponível em: <http://www.relogiodesol.rg3.net/>. Acesso em 15 de ago. 2010.

SOUZA, M. O. ; PESSANHA, M. C. R. ; MACHADO, J. A. F. **Um Programa para auxiliar a construção de Relógios de Sol Analêmicos.** In: XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2003, Curitiba. XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2003.