

# RELÓGIOS DE SOL NAS AULAS DE MATEMÁTICA: CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO ATRAVÉS DA PROTOTIPAGEM

## SUNDIAL IN MATHEMATICS CLASSES: KNOWLEDGE BUILDING THROUGH PROTOTYPING

Jorge Luis Da Costa Lopes<sup>1</sup>, Germano Pinto Guedes<sup>2</sup>,  
Marildo Geraldête Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Colégio Estadual Alaor Coutinho, jorgeluislopes@hotmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Física/UEFS, germano.uefs@gmail.com

<sup>3</sup> Departamento de Física/UEFS, marildogp@gmail.com

**Resumo:** *Este estudo apresenta uma tentativa de contribuir na redução das dificuldades dos estudantes do Colégio Estadual Alaor Coutinho - CEAC, localizado em Praia do Forte, município de Mata de São João – Bahia, em adquirir pleno domínio dos conteúdos relacionados à Geometria e Trigonometria. Foi realizado durante os Anos Letivos de 2016 e 2017, onde por meio de análise diagnóstica, ficaram constatadas estas dificuldades. A intervenção intitulada: Relógios de Sol nas aulas de Matemática: construção do conhecimento através da prototipagem apresentada ao final do Mestrado Profissional em Astronomia, na Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS. Foi realizada com um Grupo de Tratamento (2ª Ano B) em relação a um grupo de Controle (2º Ano C) e abordou esta tentativa não somente de reverter tais dificuldades dos estudantes, mas também de facilitar a aprendizagem dos assuntos existentes na grade curricular, por meio da utilização de conhecimentos básicos de Astronomia relacionados à montagem e utilização de relógios de Sol, com o emprego de conceitos de Geografia em relação às Coordenadas Geográficas e os principais movimentos da Terra, que estiveram presentes nas atividades com estes estudantes do Ensino Médio, tais como: aulas e oficinas para a construção e o posicionamento de Relógios de Sol. As diferenças observadas através da comparação dos resultados médios obtidos pelos dois grupos demonstraram que, o ensino de matemática quando realizado com o apoio de atividades práticas (prototipagem), proporciona maior aprendizagem ao educando, em conformidade com os dados estatísticos coletados ao final do processo.*

**Palavras-chave:** Ensino de Matemática; Relógios de Sol; Trigonometria; Geometria.

**Abstract:** *This study presents an attempt to contribute to the reduction of the difficulties of Alaor Coutinho State College - CEAC students, located in Praia do Forte, in the city of Mata de São João - Bahia, in acquiring full domain of the contents related to Geometry and Trigonometry. It was carried out during the 2016 and 2017 Academic Years, where, through diagnostic analysis, these difficulties were observed. The intervention entitled: Sundial in Mathematics classes: knowledge construction through prototyping introduced at the end of the Master's degree in Astronomy, at the State University of Feira de Santana - UEFS. It was performed with a Treatment Group (2nd Year B) in relation to a Control Group (2nd Year C) and addressed this attempt not only to revert such difficulties of the students, but also to facilitate the learning of the existing subjects in the curriculum, through the use of basic astronomy knowledge related to the assembly and use of sundials, using concepts of Geography in relation to Geographical Coordinates and the main movements of the Earth that were present in the activities with these students of High School, such as: classes and workshops aiming the construction and positioning of Sundial. The differences observed through the comparison of the average results obtained by the two groups showed that, when practiced with the support of practical activities (prototyping), provides greater learning for the learner, in accordance with the statistical data collected at the end of the process.*

**Keywords:** Mathematics Teaching; Sundial; Trigonometry; Geometry.

## 1. APRESENTAÇÃO

O ensino da Matemática perpassa por caminhos subjetivos que estimulam no docente, o incremento do domínio técnico dos conteúdos com elementos práticos do mundo real do educando. Tendo em vista essa subjetividade, fatores pedagógicos, como a falta de atrativos ao estudante para o estudo, vêm dificultando a aprendizagem e o desenvolvimento do raciocínio matemático.

É importante destacar que a subjetividade está presente em todos os processos da vivência em sociedade, portanto, não é exclusividade da matemática. Um conteúdo matemático, ao ser transmitido, durante as aulas, ensinará uma aprendizagem de acordo com os seus significados para cada indivíduo. Em relação ao contexto social no qual o estudante está inserido e à sua realidade de vida, “[...] é um equívoco, tentar analisar um sujeito sem considerar aspectos históricos que lhe produziram sentidos subjetivos, assim como o é, também, concebê-lo numa perspectiva de objetividade e previsibilidade.” (CAMPOS, 2016, p. 42).

A influência exercida pelo histórico de vida das pessoas resultará em diversas formas de interação e, conseqüentemente, de interpretação de cada situação matemática apresentada. Já a compreensão, em cada indivíduo, “[...] transforma e é transformada, concede significados, interpreta segundo estruturas preestabelecidas e por ele produzidas, e essa ação de significação e objetivação também faz parte da realidade.” (HERNÁNDEZ, 2005, p. 86).

Ainda em relação ao cotidiano e à subjetividade, “[...] a dinâmica relação existente entre os dois aspectos, produz nos indivíduos sentidos construídos a partir das interações sociais.” (CAMPOS, 2016, p. 42). Nesse sentido a acepção dos conteúdos é ímpar e está correlacionada à vivência de cada indivíduo.

Norteados pela característica da subjetividade matemática, este trabalho apresenta uma alternativa de caminho, na busca de facilitar a assimilação com o intermédio de atividades transversais com a Astronomia, através de seus fundamentos básicos para a construção do conhecimento, por meio da experimentação, além de ações interdisciplinares com a Geografia, voltadas para aspectos associados ao cotidiano do estudante.

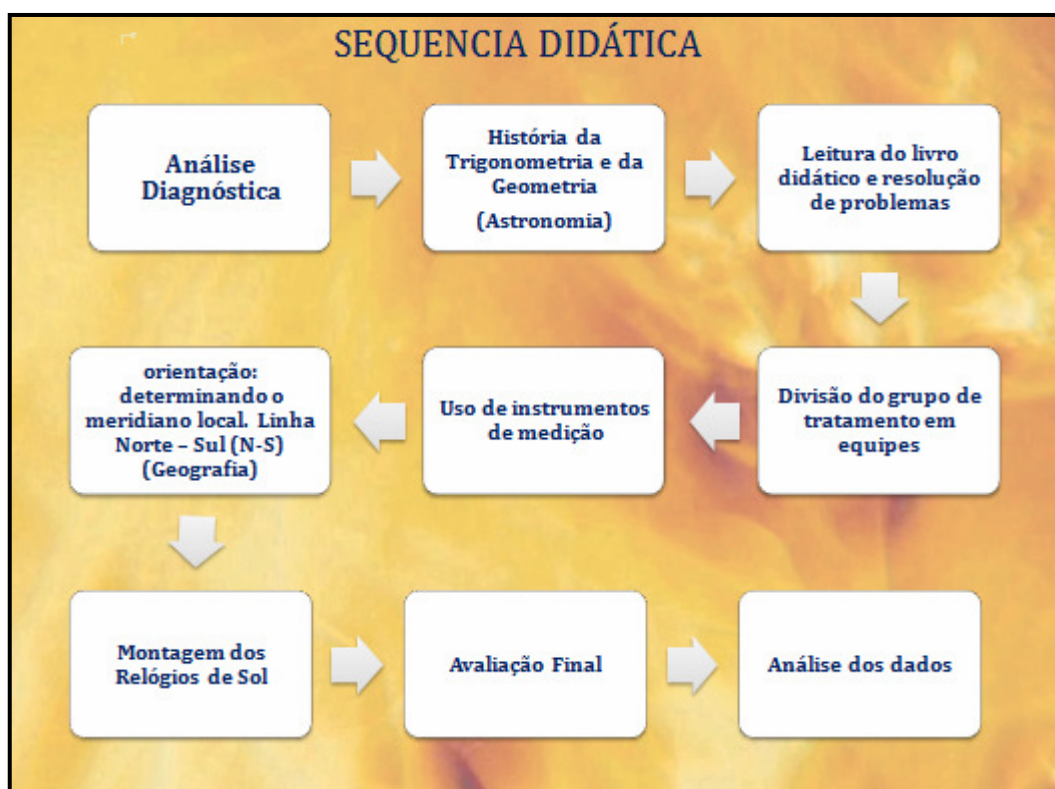
Langui (2013) afirma que os documentos oficiais para a educação nacional, os PCN, reconhecem que a Astronomia é interdisciplinar, pois os assuntos a ela relacionados são tratados em diversas disciplinas, como Matemática, Física, Química e Biologia, dentro de cada área específica, assim como também no que concerne aos aspectos interdisciplinares. Nesse contexto, a Astronomia deverá estar inserida no Ensino Médio, considerando temas transversais com ênfase na interdisciplinaridade, pelo fato de que essa ciência versa sobre temas que estimulam o interesse do estudante. Assim, a construção do saber relacionado com as demais disciplinas mencionadas irá acontecer de forma natural.

Ao relacionar a hipótese da formação da Terra com outros campos do conhecimento como geologia, física e astronomia, o estudante pode entender que existe um universo muito abrangente de explicações sobre a terra primitiva. (BRASIL, 1999).

Neste cenário o céu é o grande laboratório onde o movimento aparente do Sol proporciona elementos para o estudo de Geometria e da Trigonometria em

atividades interdisciplinares com a Geografia, com base nos principais movimentos da Terra, localização e coordenadas.

O emprego dos recursos didáticos disponíveis na escola, como o livro didático, e a manipulação de materiais como esquadros, projetor e quadro, entre outros, para transmitir os temas, quando associados aos elementos disponíveis no cotidiano do estudante, foram alinhados para dinamizar a compreensão, a experimentação e o desenvolvimento de temas ligados à Geometria (geometria espacial de posição, arcos e ângulos, relação entre triângulos e áreas de figuras planas) e à Trigonometria (circunferência trigonométrica, funções trigonométricas, razões trigonométricas e triângulos quaisquer) na tentativa de proporcionar ao estudante uma aprendizagem efetiva e com maior significado. A Figura 1 mostra a continuidade relatada neste trabalho.



**Figura 1:** Sequencia adotada durante a intervenção no CEAC – Fonte: autor.

A sequência apresentada na Figura 1 reflete o roteiro percorrido durante a intervenção desde a sua concepção até a análise de dados comparativos entre os grupos de estudo.

### **1.1 Prototipagem em Matemática**

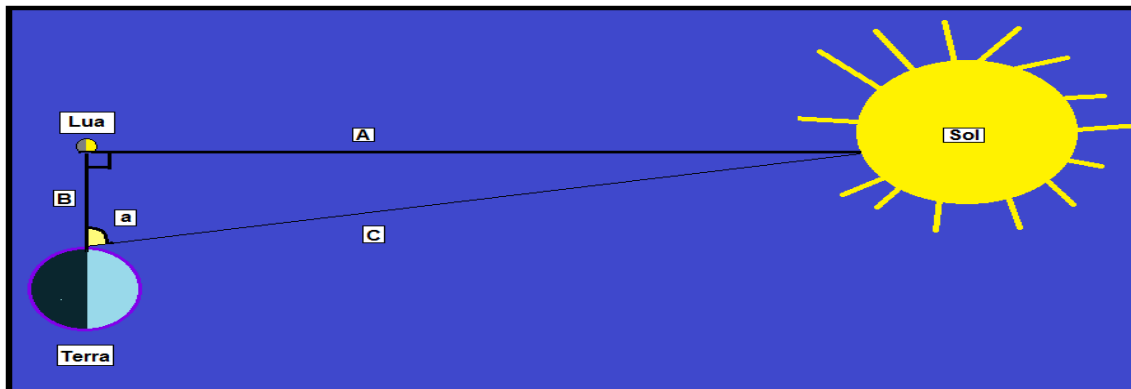
Dentre as diversas metodologias de ensino em Matemática, as que vêm demonstrando na prática resultados significativos são as que envolvem situações do cotidiano de forma analítica e contextualizada. Decorrente disso, para o emprego da Prototipagem em Matemática, temos dois pontos fundamentais: o primeiro é direcionar o tema escolhido para a realidade do estudante; o segundo ponto é aproveitar as experiências extraclasse dos discentes em conjunção com a experiência do professor, em sala de aula.

Para D'Ambrósio (1985), o principal emprego da Matemática é demonstrado na matematização de circunstâncias reais observadas e através da estruturação de modelos para analisá-las. Esse valor está associado a razões que colocam a Matemática como instrumento para a vida, para o trabalho e para outras ciências. Fica claro que a Matemática tem papel de reproduzir analiticamente o cenário de vivência do estudante e, pela experimentação, estimulá-lo à formulação de resoluções de circunstâncias que exigem raciocínio e iniciativa.

### 1.2 Contextos Históricos da Trigonometria

Erastóstenes e Hipócrates, segundo registros históricos, foram os responsáveis pelos estudos envolvendo a Trigonometria e as relações entre as retas e os círculos, destinados à Astronomia. Aristarco de Samos (320 a 250 a.C.) estabeleceu o modelo heliocêntrico, de sorte a explicar os movimentos dos planetas.

Como aplicação para determinação de distâncias, a Trigonometria foi utilizada para calcular a distância entre a Terra, o Sol e a Lua, conforme se verifica na Figura 2. Aristarco estimou a distância Terra-Sol em 8.000.000 km. Atualmente, essa distância está fixada em 149.600.000 km.



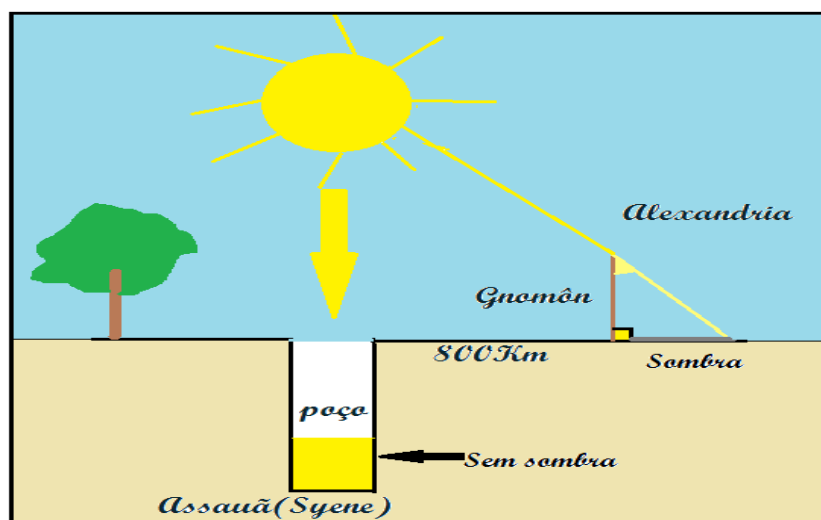
**Figura 2:** Estimativa da distância entre a Terra, o Sol e a Lua – Fonte: autor.

Trigonometria elementar para calcular a distância da Terra ao Sol:  $\text{Cosa} = B \div C$ , logo  $C = B \div \text{Cosa}$ . Essa metodologia exige o conhecimento do exato momento em que a Lua está em Quarto Minguante ou em Quarto Crescente. Nesse momento, a Terra, a Lua e o Sol formam um triângulo retângulo. A falta de determinação desse momento prejudica a obtenção de um resultado com precisão. Outro fator importante é a necessidade de uma tabela com valores trigonométricos pré-elaborados. Naquele período histórico, quando Aristarco fez seus cálculos, a constante  $\pi$  ( $\text{Pi} = 3,14159\dots$ ) era calculada como  $22 \div 7$  (COSTA, 2000, p. D-2).

### 1.3 Os experimentos de Eratóstenes

Eratóstenes (276 – 194 a.C.) nasceu em Cirene, Grécia, e morreu em Alexandria, Egito. Foi bibliotecário chefe da famosa Biblioteca de Alexandria, onde encontrou, em um antigo papiro, informações de que ao meio-dia, a cada 21 de junho (Solstício de verão, no hemisfério Norte), na cidade de Assuã (ou Syene, no grego antigo), a qual está distante 800km ao sul de Alexandria, uma vareta fincada verticalmente no solo não produzia sombra (COSTA, 2000, p. D-2).

Ele constatou que, quanto mais curva fosse a superfície da Terra, maior seria a diferença nos comprimentos das sombras de pilares situados verticalmente. Com relação ao Sol, este estaria tão distante que seus raios de luz chegariam à Terra de forma paralela. Partindo desse princípio, ao colocar bastões posicionados em vertical ao solo, em diferentes regiões, estes projetariam sombras com extensões diferenciadas. Eratóstenes decidiu fazer um experimento: ele mediu o comprimento da sombra de um gnômon<sup>1</sup> em Alexandria, ao meio-dia de 21 de junho, e, ao mesmo momento, um poço em Syene, ao receber a luz do Sol no horário de meio-dia, não reproduzia sombra em seu interior e com as informações obtidas, realizou cálculos até concluir a medida da circunferência da Terra, conforme a Figura 3.



**Figura 3:** Representação do experimento de Eratóstenes – Fonte: Autor

O Sol a pino na cidade de Assuã ilumina um poço sem deixar sombras, enquanto, na cidade de Alexandria, a 800 km de distância, uma vara colocada na posição vertical produz sombra com um ângulo medido em  $7^\circ$ . De posse dessas informações, Eratóstenes utilizou seus conhecimentos de Geometria e Trigonometria para calcular o diâmetro da terra, obtendo o valor de 40.000 km.

## 2 RELÓGIOS DE SOL E FUNDAMENTOS DE TRIGONOMETRIA E GEOMETRIA

Os povos primitivos realizavam observações do tempo para tarefas do cotidiano, com o objetivo de garantir a sobrevivência. Com o desenvolvimento das civilizações, surgiram os calendários que foram aprimorados. A identificação das estações do ano, por exemplo, constituía uma das informações fundamentais às sociedades praticantes da agricultura e que dependiam dos fatores climáticos. Paulatinamente, o dia passou a ser fracionado em horas, o que auxiliou a determinação de vários costumes, como rituais de práticas religiosas e outras atividades do cotidiano.

Um das maneiras usadas pelos povos antigos para medir o dia, dividindo-os em etapas, foi por meio dos Relógios de Sol. A sua origem não é estipulada, porém, existem registros que remetem à Mesopotâmia, há cerca de 4.000 anos. Inicialmente os relógios de sol eram simples hastes (gnômons) fincadas ao chão e

<sup>1</sup> Haste que fincada ao solo verticalmente e exposta ao Sol, possibilita a projeção de sombra.

com o passar do tempo, conceitos matemáticos foram empregados no aperfeiçoamento destes relógios para a obtenção de horários mais precisos.

Atualmente, os relógios de Sol são estudados e difundidos no meio acadêmico, em atividades que, muitas vezes, acontecem de forma interdisciplinar, em consonância com diversas disciplinas. A realização das oficinas de relógios de Sol, além do resgate histórico e do uso de conhecimentos básicos de Astronomia e Geografia, é uma ação importante para as aplicações práticas da Trigonometria e da Geometria, através da observação de fenômenos naturais.

No Ensino Médio a busca contextualizada de maneira interdisciplinar dos conteúdos da Grade Curricular de Matemática, amplia para o estudante, as noções de mundo, e resulta em diferentes possibilidades, o que torna o processo de aprendizagem mais prazeroso e significativo.

Os conceitos estudados em trigonometria estabelecem conexão significativa, aliando a teoria e a prática através de oficinas para montagem dos relógios de Sol, culminando em uma excelente oportunidade para vivências dinâmicas com a matemática e os conceitos básicos de Astronomia: principais movimentos da Terra e localização. Os principais temas e descritores trabalhados são os seguintes:

Tema I - Espaço e Forma:

D1 - Identificar figuras semelhantes e relações de proporcionalidade; D2 - Reconhecer aplicações das relações métricas no triângulo retângulo em um problema que envolva figuras planas ou espaciais; D3 - Relacionar diferentes poliedros ou corpos redondos com suas planificações ou vistas; D4 - Identificar a relação entre o número de vértices, faces e/ou arestas de poliedros expressa em um problema; D5 - Resolver problema que envolva razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente); D6 - Identificar a localização de pontos no plano cartesiano.

Tema II. Grandezas e Medidas:

D11 - Resolver problemas que envolvem cálculo de área de figuras planas; D12 - Resolver problemas envolvendo o cálculo de perímetro de figuras planas; D13 Resolver problemas envolvendo a área total e/ou volume de um sólido (prisma, pirâmide, cilindro, cone, esfera).

Tema III. Números e Operações/Álgebra e Funções:

D14 - Resolver problemas que envolvam variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas; D15 - Identificar a localização de números reais na reta numérica.

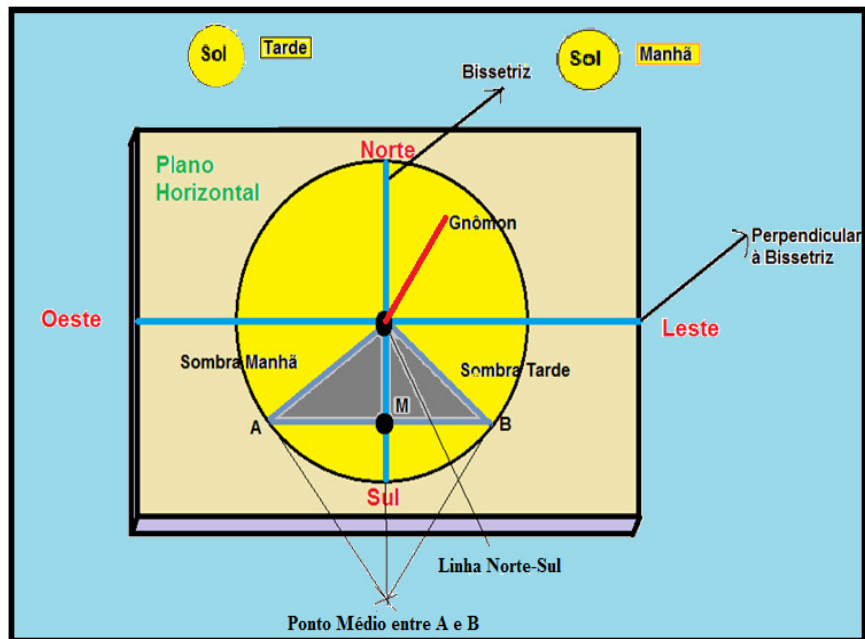
Tema IV. Tratamento da Informação:

D34 - Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam e vice-versa D35 - Resolver problemas envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.

O desenvolvimento se deu através de avaliação diagnóstica, uso de instrumentos para medições, manipulações de materiais sólidos, e o desenvolvimento de noções de geo referencia, percepção temporal e montagem do *kit* educacional: Relógio de Sol. Ao final houve comparação entre as médias obtidas pelos Grupos de estudo.

## 2.1 Localização do Polo Sul Celeste

A Figura 4 mostra o processo de determinação da Linha Norte-Sul (N-S) no local do estudo, através de atividades interdisciplinares com a Geografia. Essa determinação serve para posicionar os Relógios de Sol e obter o horário com a maior precisão possível. Também é necessário o conhecimento da Latitude local.

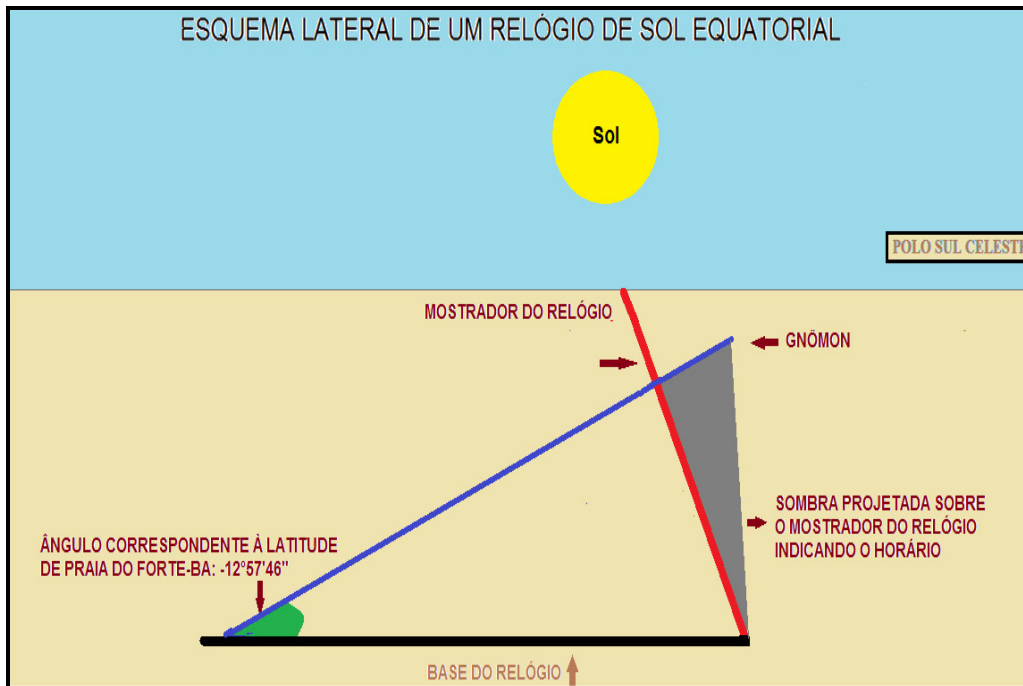


**Figura 4:** Representação geométrica demonstrando a posição da sombra pela manhã e pela tarde no CEAC, projetadas por um gnômon – Fonte Autor.

Na Figura 4, temos a representação do experimento realizado para a determinação da Linha Norte – Sul, onde um gnômon em  $90^\circ$  foi usado para a marcação das sombras entre as 9 horas e as 15 horas. Ao marcar as sombras e Traçar um segmento de reta entre as posições 9h e 15h, e ligar o ponto médio deste segmento ao gnômon, foi possível determinar a linha meridiana local.

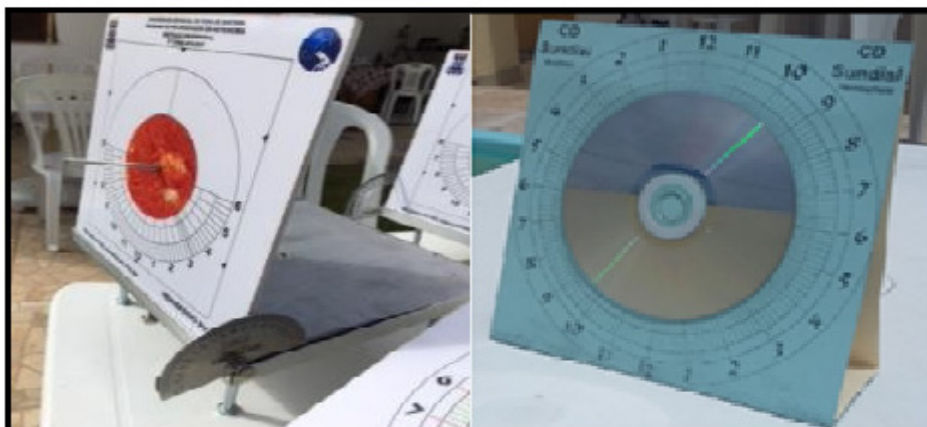
## 2.2 Relógio de Sol – montando o Kit educacional

Após a determinação do Polo Sul Celeste e traçar a linha Norte-Sul, está definida, a posição na qual deverá ser instalado o Relógio de Sol. Antes da montagem dos relógios de Sol, escolher o modelo mais adequado. O mais simples é o Modelo Equatorial Polar, devido à praticidade e baixo custo. A Figura 5 mostra o esquema lateral de um Relógio de Sol Equatorial para o local do estudo.



**Figura 5:** Esquema lateral do Relógio de Sol Equatorial para o local do estudo. Fonte: Autor.

O esquema mostrado na figura anterior, calibrado para a Latitude de Praia do Forte ( $12^{\circ}57'46''S$ ), representa o modelo geral adotado para a realização das oficinas. Para o mostrador, temos a marcação das horas no *display*, feita nos horários compreendidos entre 6 e 18 horas para qualquer local situado no globo terrestre, exceto se o relógio estiver exatamente no Polo Sul, durante o verão, onde, devido ao fato de o gnômon estar paralelo ao eixo de rotação celeste, haverá a incidência de luz solar durante as 24 horas por dia e, conseqüentemente, projeção de sombra por todo o dia. Na Figura 6 temos fotos de dois tipos de Relógio de Sol: À esquerda o modelo com gnômon, e à direita, o modelo com CD.



**Figura 6:** Relógio de Sol Equatorial com gnômon à esquerda e Relógio de Sol Equatorial com CD à direita, marcando o horário em momentos diferentes. Fonte: Autor.



### 2.3 Resultados

Aos dados estatísticos, as diferenças percebidas entre as performances dos dois Grupos: Controle e Tratamento ao final do estudo realizado no CEAC, quando analisadas pelo teste  $t$  crítico (Tabela 1) mostram o valor de P de duas caudas inferior a 0.0001. Com relação ao intervalo de confiança, a média do Grupo Tratamento menos a do Grupo Controle é igual a 1,662, de diferença: 0,870 a 1,753.

Os valores intermediários utilizados nos cálculos:  $t = 5.7385$  e  $df = 65$  e Erro Padrão de diferença = 0.334. Por critérios convencionais, esta diferença é considerada estatisticamente, extremamente significativa dentro de um limite de confiabilidade de 95%, o que certifica que esta intervenção foi responsável pela melhora da media geral do Grupo de Tratamento em relação ao Grupo de Controle observada.

**Tabela 1.** Teste estatístico T crítico.

GRUPOS		TRATAMENTO		CONTROLE	
Média		7.040		5.125	
$\sigma$		0.870		1.753	
N		35		32	
$t_{\alpha}$ crit	df	t (95%)	$t_{\alpha}$ crit	Valor de P	S. E.
1,662	65	5.7385	1,669	0,0001	Extremamente Importante

Com base nos dados colhidos ao final do estudo, é possível verificar que ao incrementar o ensino teórico de Matemática com ações práticas através da prototipagem, é possível influenciar de forma positiva na assimilação dos assuntos estudados, com repercussão significativa no rendimento geral dos estudantes.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOCZKO, R., **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- \_\_\_\_\_. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002.
- \_\_\_\_\_. **Sistema de Avaliação da Educação Básica - Edição 2015, Resultados**. Brasília: MEC, 2016.
- \_\_\_\_\_. **Diretrizes Nacionais para Educação**, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/>>. Acesso em: Acesso em 22 de Abril de 2016.

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

CAMPOS, M. F. D. Ensaio sobre Subjetividade, Aprendizagem e Matemática. **Periódico Científico Projeção e Docência**, v. 7, n. 1, 2016.

COSTA, J. R. V. Aristarco de Samos e a distância Terra-Sol. **Astronomia no Zênite**. 2000. Disponível em: <<http://www.zenite.nu/aristarco-de-samos-e-a-distancia-terra-sol/>>. Acesso em: 03 de maio 2017.

\_\_\_\_\_. Eratóstenes e a circunferência da Terra. **Astronomia no Zênite**. 2000b. Disponível em: <<http://www.zenite.nu/eratostenes-e-a-circunferencia-da-terra/>>. Acesso em: 03 maio 2017.

D'AMBRÓSIO, U. **Socio-cultural Bases for Mathematics Education**. Campinas: UNICAMP, 1985.

\_\_\_\_\_. **Da Realidade à Ação: reflexões sobre educação e matemática**. São Paulo: Summus, 1986.

\_\_\_\_\_. **Educação Matemática: da teoria à prática**. 4. ed. Campinas: Papyrus, 1996.

\_\_\_\_\_. A Matemática nas Escolas. **Educação Matemática em Revista**, 2000.

HERNÁNDEZ, O. D. Subjetividade e complexidade: Processos de construção e transformação individual e social. In: GONZÁLEZ R. **Subjetividade, complexidade e pesquisa em Psicologia**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

LANGUI R.; NARDI R. **Educação em Astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: UNESP/Escrituras, 2013. (Educação para a Ciência – 11).

MORAIS, C. A. L. **A Astronomia no Ensino da Matemática** - Uma proposta para o Ensino Secundário. Porto (Portugal): Departamento de Matemática Aplicada - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2003.

OLIVEIRA, N. C. N. **Matemática e astronomia**. 2017. Disponível em: <http://brasilecola.uol.com.br/matematica/a-presenca-matematica-na-astronomia.htm>. Acesso em: 02 de maio de 2017.

PINTO, L. F. M. Funcionamento e traçado do relógio de Sol. **Revista Arquitectura Lusíada**, n. 4, p. 9-35, 2012.

RANGEL, L. dos S.; RAMOS, L. da S. C.; SILVA, I. C. da S.; SOUZA, F. dos S. S. **Construindo Conceitos Trigonométricos através da resolução de problemas**. Disponível em: <http://www.sinprosp.org.br/.../construindo%20conceitos%20trigonometrico>. Acesso em: 17 de março de 2017.

SALVADOR, J. A. **Ciências e Matemática do Sol e do Gnômon**. 2009. Disponível em: [http://www2.dm.ufscar.br/profs/salvador/jornada/ciencias\\_e\\_matematica\\_do\\_sol\\_e\\_o\\_gnomon.pdf](http://www2.dm.ufscar.br/profs/salvador/jornada/ciencias_e_matematica_do_sol_e_o_gnomon.pdf). Acesso em: 14 de setembro de 2016.

SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. S.; MÜLLER, A. L. **Movimento Anual do Sol: Estações do Ano**. 2015. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Física. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/Aula3-141.pdf>. Acesso em: 19 out. 2016.

SCANDIUZZI, P. P. **Educação Indígena x Educação Escolar Indígena: Uma Relação Etnocida em uma Pesquisa Etnomatemática.** 2000. Tese (Doutorado) – UNESP, Marília, 2000.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – **Um Pouco da História da Trigonometria.** Disponível em: [http://ecalculo.if.usp.br/historia/historia\\_trigonometria.htm](http://ecalculo.if.usp.br/historia/historia_trigonometria.htm)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – **História da Trigonometria.** Disponível em: [http://www6.ufrgs.br/espmat/disciplinas/geotri/modulo3/cont\\_historia.htm](http://www6.ufrgs.br/espmat/disciplinas/geotri/modulo3/cont_historia.htm)

VINCENT, J. The mathematics of sundials. **Australian Senior Mathematics Journal**, v. 22, n. 1, 2008. Disponível em: <http://search.informit.com.au/documentSummary>. Acesso em: 18 abril de 2017.