



Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



JORGE LUIS DA COSTA LOPES

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

Feira de Santana

2017

JORGE LUIS DA COSTA LOPES

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

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação
em Astronomia, Departamento de Física, Universidade
Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre em Ensino de
Astronomia.**

Orientador: Prof. Dr. Germano Pinto Guedes

Coorientador: Prof. Dr. Marildo Geraldête Pereira

FEIRA DE SANTANA

2017



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): JORGE LUÍS DA COSTA LOPES

DATA DA DEFESA: 19 de dezembro de 2017 LOCAL: Sala 03 do LABOFIS - UEFS

HORÁRIO DE INÍCIO: 17:08h

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	CPF			
GERMANO PINTO GUEDES	407.961.595-72	Presidente	DR	UEFS
MARILDO GERALDÊTE PEREIRA	793.153.647-91	Membro Interno	DR	UEFS
CARLOS ALBERTO DE LIMA RIBEIRO	848.990.004-30	Membro Interno	DR	UEFS
KILDER LEITE RIBEIRO	597.509.286-87	Membro Externo	DR	UFRB

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:

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

*Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.

Em sessão pública, após exposição de 42 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 1h. A banca chegou ao seguinte resultado**:

- APROVADO(A)
 INSUFICIENTE
 REPROVADO(A)

** Recomendações¹: Deverá atender as recomendações encaminhadas pela banca avaliadora.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 19 de dezembro de 2017

Presidente: [Assinatura]
Membro 1: [Assinatura]
Membro 2: Carlos Alberto de Lima Ribeiro
Membro 3: [Assinatura]
Candidato (a): Jorge Luis da Costa Lopes
Coordenador do PGAstro: [Assinatura]

¹ O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PGAstro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação, após realizadas as correções sugeridas pela banca.



**ANEXO DA ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO:
PRODUTO(S) EDUCACIONAL(IS) GERADO(S) NO TRABALHO FINAL DE CURSO**

CANDIDATO (A): JORGE LUÍS DA COSTA LOPES

DATA DA DEFESA: 19 de dezembro de 2017 **LOCAL:** Sala 03 do LABOFIS - UEFS

HORÁRIO DE INÍCIO: 17:08h

- Relógios de sol equatorial/polar e de dipação;
- Sequência didática.

Feira de Santana, 19 de dezembro de 2017.

Presidente: [Assinatura]
Membro 1: [Assinatura]
Membro 2: Carlos Alberto de Lima Ribeiro
Membro 3: [Assinatura]
Candidato (a): Jorge Luis da Costa Lopes
Coordenador do PGAstro: [Assinatura]

Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado

L853r Lopes, Jorge Luis da Costa
Relógios de Sol nas aulas de Matemática: construção do conhecimento
através da prototipagem / Jorge Luis da Costa Lopes. – 2017.
142 f.: il.

Orientador: Germano Guedes.
Coorientador: Marildo Geraldete Pereira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana,
Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2017.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Relógios de Sol. 3. Trigonometria.
4. Geometria. I. Guedes, Germano, orient. II. Pereira, Marildo Geraldete,
coorient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU: 51(07)

Se enxerguei mais longe, foi porque me apoiei sobre os ombros de gigantes.

Isaac Newton

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho

Aos professores do Mestrado Profissional em Astronomia.

Aos colegas da 3ª turma, pelo espírito de equipe e pelo aprendizado proporcionado durante o curso, através da troca de conhecimentos e apoio.

A Iraney Garcia, companheira.

Pelo apoio e compreensão durante o percurso,

Pela sua infinita paciência para comigo, durante este processo.

Toda a minha gratidão!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela concessão da vida, pela saúde, pela família, amigos e por me habilitar para exercer minhas atribuições, superando limites e infortúnios, na busca dos meus objetivos;

Aos meus pais, Milton Lopes e Marina da Costa (*in memoriam*), por minha educação e formação como cidadão;

À minha companheira, Iraney Garcia, pela paciência e parceria;

Aos colegas do CEAC, em especial ao professor Marcelo Magarão, pelo apoio;

Aos estudantes do CEAC, pelo empenho e colaboração, durante a pesquisa;

À Direção do CEAC, especialmente à Professora Mestre Maria do Socorro Aquino de Deus pela colaboração e incentivo durante o processo;

À Edésio Gonçalves da Silva, pelo apoio técnico;

Ao Professor Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro por todo apoio dado.

Um agradecimento especial aos meus orientadores: Professor Dr. Germano Guedes e Professor Dr. Marildo Geraldête Pereira, pelos ensinamentos e pelas importantes correções de percurso durante esta jornada.

O meu muito obrigado!

RESUMO

O estudo focalizado nesta Dissertação foi realizado no Colégio Estadual Alaor Coutinho - CEAC, localizado em Praia do Forte, município de Mata de São João – Bahia, colégio no qual grande parte dos estudantes dos anos letivos de 2014 e 2015 relatou, em sala de aula, maiores dificuldades de entendimento dos assuntos relacionados à Trigonometria e Geometria. Na tentativa de reverter essa situação e facilitar a aprendizagem de assuntos existentes na Trigonometria e na Geometria, foram utilizados conhecimentos básicos de Astronomia relacionados a relógios de Sol, aliados a conceitos de Geografia com relação às Coordenadas Geográficas e Movimentos da Terra. Foram realizadas atividades com estudantes do Ensino Fundamental e Médio, tais como: oficinas, aulas e eventos relacionados com a construção e posicionamento dos Relógios de Sol. Como produto final, confeccionamos diferentes Relógios de Sol do Tipo Equatorial, assim como uma Sequência Didática destinada a professores da educação básica.

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

ABSTRACT

The study focused on this dissertation was carried out at the Colégio Estadual Alaor Coutinho - CEAC, located in Praia do Forte, municipality of Mata de São João - Bahia, a college in which a large part of the students in the academic years of 2014 and 2015 reported, in the classroom, greater difficulties of understanding the subjects related to Trigonometry and Geometry. In an attempt to reverse this situation and facilitate the learning of existing subjects in Trigonometry and Geometry, basic astronomical knowledge related to sundials, allied to concepts of Geography with respect to Geographic Coordinates and Earth Movements, were used. Activities were carried out with students from Elementary and Middle School, such as: workshops, classes and events related to the construction and positioning of Sun Clocks. As a final product, we made different Equatorial Type Sun Clocks, as well as a Didactic Sequence for teachers of education basic.

Keywords: Mathematics Teaching. Sundial. Trigonometry. Geometry.

LISTA DE SIGLAS

A.C. – ANTES DE CRISTO

CD – COMPACT DISC

CEAC – COLÉGIO ESTADUAL ALAOR COUTINHO

CIEAC - CENTRO INTEGRADO DE EDUCAÇÃO ASSIS CHATEAUBRIAND

DVD - DIGITAL VERSATILE DISC (DISCO DIGITAL VERSÁTIL)

EJA - EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

EMAFS - ESCOLA MUNICIPAL AMÉRICO FERREIRA DOS SANTOS

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA

LED - LIGHT EMITTING DIODE (DIODO EMISSOR DE LUZ)

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

MGME – MELHOR GESTÃO MELHOR ENSINO

OBA – OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

PCN – PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

PCNEM - PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO

PET - POLITEREFTALATO DE ETILENO

PISA - PROGRAMME FOR INTERNATIONAL STUDENT ASSESSMENT (PROGRAMA INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO DE ESTUDANTES)

PPP – PROJETO POLÍTICO-PEDAGÓGICO

PNC – POLO NORTE CELESTE

PSC – POLO SUL CELESTE

SAEB - SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA

SD - SEQUÊNCIA DIDÁTICA

SGE – SISTEMA DE GESTÃO ESCOLAR

UEFS – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

UNISA - UNIVERSIDADE DE SANTO AMARO

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 - Percentual de estudantes por nível de proficiência em Ciências no PISA 2015, por unidade da Federação – Brasil	31
Gráfico 2.2 - Percentual de estudantes por nível de proficiência em Ciências no PISA 2015, por rede de ensino do Brasil	31
Gráfico 2.3 - Comparativo dos resultados obtidos no Brasil em Ciências entre 2006 e 2015	32
Gráfico 2.4 – Representação do comparativo por rede de ensino mostrando os resultados dos desempenhos relativos aos estudantes brasileiros em relação à proficiência em Ciências	32
Gráfico 2.5 - Percentual de estudantes por nível de proficiência em Matemática no PISA 2015, por unidade da Federação – Brasil	33
Gráfico 2.6 – Percentual de estudantes por nível de proficiência em Matemática no PISA 2015, por rede de ensino do Brasil	34
Gráfico 2.7 - Comparativo dos resultados obtidos no Brasil em Matemática entre 2000 e 2015	34
Gráfico 2.8 – Representação do comparativo por rede de ensino mostrando os resultados dos desempenhos relativos aos estudantes brasileiros em relação à proficiência em Matemática	35
Gráfico 2.9 – Evolução no IDEB referente ao Ensino Fundamental I e II e Ensino Médio entre 1995 e 2015. Há pequeno crescimento no Ensino Fundamental e queda no Ensino Médio desde 1995	37
Gráfico 2.10 – Evolução nas avaliações SAEB em Matemática, comparando as três modalidades de ensino, desde 2005	38
Gráfico 2.11 – representação da curva de aprovação x reprovação no CEAC, nos anos de 2014 e 2015	42
Gráfico 6.1 – Resposta ao teste diagnóstico e ao teste avaliativo, realizado no final do processo – Trigonometria	82
Gráfico 6.2 – Erros e acertos em questões que envolvem a identificação da razão entre dois números	84
Gráfico 6.3 – Erros e acertos em questões que envolvem a identificação de um triângulo retângulo	84
Gráfico 6.4 – Erros e acertos às questões que envolvem a identificação do cateto oposto	85

Gráfico 6.5 – Erros e acertos às questões que envolvem a identificação do cateto adjacente	85
Gráfico 6.6 – Erros e acertos às questões que envolvem a identificação do seno, do cosseno e da tangente.....	86
Gráfico 6.7 – Opinião dos estudantes sobre as oficinas de relógio de Sol.....	87
Gráfico 6.8 – Opinião dos estudantes com relação à aprendizagem em Geometria durante o estudo.....	88
Gráfico 6.9 – Opinião dos estudantes com relação à aprendizagem em Geometria durante o estudo.....	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Estimativa da distância entre a Terra, o Sol e a Lua.....	11
Figura 2.2: Demonstração das Cordas em uma Circunferência Trigonométrica..	11
Figura 2.3 – Representação de observação de dados para o cálculo da altura de uma escola.	12
Figura 2.4 – Representação da variação no tamanho da sombra projetada por uma haste.	13
Figura 2.5 – Goniômetro representando uma circunferência dividida em 360°.....	13
Figura 2.6 - Raios de Sol chegam à Terra (fora de escala).	15
Figura 2.7– Experimento de Eratóstenes: medição do diâmetro da Terra.	15
Figura 2.8 – Representação da segunda versão do experimento de Eratóstenes – Fonte: Autor ..	16
Figura 2.9 –do experimento de Tales para a medição da altura de uma pirâmide	17
Figura 2.10 – Projecção da sombra de um gnômon em 90° em relação ao solo.....	19
Figura 2.11-Representação das projeções das sombras de um gnômon em relação ao Sol, nos Solstícios de Inverno e Verão, e no Equinócio.	20
Figura 2.12– Comparativo (fora de escala): diferença de tempo entre um dia solar (24 horas), e um dia sideral (23h56min04seg).	20
Figura 2.13 – Dia Solar:.....	22
Figura 2.14 – Representação da Equação do Tempo.....	23
Figura 2.15 – Representação da Equação do Tempo para o local do estudo aplicativo <i>Shadows</i> .	24
Figura 2.16 – O nascer do Sol, durante o ano.....	25
Figura 2.17 – Representação do Analema.....	26
Figura 2.18 – Equinócio vernal ou primeiro ponto de Áries.....	27
Figura 4.19– Esquema das etapas do processo de letramento em Matemática.....	36
Figura 2.20 - Evolução nas avaliações da Prova Brasil em Português e Matemática.....	38
Figura 4.21– Percentuais de desempenho da Bahia em relação ao Brasil para os 5° e 9° anos....	39
Figura 2.22 – Percentuais de desempenho de Mata de São João x Brasil, para os 5° e 9° anos...39	39
Figura 3.1 – Etapas do processo pelo qual a pesquisa foi realizada.....	44
Figura 3.2– Representação geométrica demonstrando a posição da sombra pela manhã e pela tarde, projetadas por um gnômon.	47
Figura 3.3– Vista lateral exibindo os ângulos obtidos em relação à sombra de um gnômon de 9cm de comprimento, às 9h, no CEAC, no dia 14/10/2016.....	48
Figura 3.4– Simulador de movimento aparente do Sol da Universidade de Nebraska.	48

Figura 3.5– Experimento realizado por estudantes do CEAC, para a determinação da Linha N-S e a representação geométrica, demonstrando a posição da sombra pela manhã (10h) e pela tarde (14h), projetadas por um gnômon e a marcação da bissetriz.	49
Figura 3.6- Esquema lateral do Relógio de Sol Equatorial, calibrado para Praia do Forte.....	51
Figura 3.7– Modelos de mostrador de Relógio de Sol Equatorial para região intertropical	52
Figura 3.8– Relógio de Sol Equatorial com um palito (gnômon) atravessado.....	52
Figura 3.9– Relógio de Sol com CD, durante montagem em oficina.	53
Figura 3.10– Valores para correção do horário apontado no Relógio de Sol em torno da Terra.	54
Figura 3.11– Projeto de montagem de um Relógio de Sol Equatorial.	54
Figura 3.12– Graduação das horas a serem registradas no mostrador do Relógio de Sol.....	55
Figura 3.13–Projeto de montagem de um Relógio de Sol Equatorial e foto do produto final.	56
Figura 4.1– Para o relógio a ser utilizado (CEAC), o número de horas a incluir na face Sul deverá ser idêntico à numeração das horas da face Norte.....	58
Figura 4.2– Relógio de Sol Equatorial.	58
Figura 4.3– Criação de um gnômon cicloide.	59
Figura 4.4- <i>Layout</i> da marcação das linhas horárias no Relógio de Sol do tipo Polar.....	60
Figura 4.5– Fotografia de um Relógio de Sol do tipo Polar.....	60
Figura 4.6- Projeção do mostrador equatorial para a forma de elipse do mostrador vertical.	60
Figura 4.7– Determinação do posicionamento do gnômon em um Relógio de Sol Vertical.	61
Figura 4.8– Relação entre o ângulo horário (T) do mostrador equatorial e o ângulo horário (H) projetado em um mostrador vertical.....	61
Figura 4.9– Relógio de Sol do Tipo Vertical.	62
Figura 4.10- Relógio de Sol Horizontal, em ardósia.....	62
Figura 4.11- Relógio de Sol Analêmico.....	63
Figura 5.1 – Etapas da aplicação do projeto.....	64
Figura 5.2 – Modelo do Relógio de Sol Equatorial e da régua de latitude	66
Figura 5.3 - Modelo do Relógio de Sol com CD/DVD e da régua de latitude.....	66
Figura 5.4 - Imagem do primeiro <i>slide</i> da oficina realizada para o Grupo de Tratamento	67
Figura 5.5 - Estudantes montando relógios de sol Equatorial, durante as oficinas.....	67
Figura 5.6 - Relógio de Sol Equatorial	68
Figura 5.7 – Outros Relógios de Sol Equatorial montados por estudantes do CEAC	68
Figura 5.8 – Fotos referentes às oficinas de montagem de Relógios de Sol	69
Figura 5.9 - Imagens de slides da Oficina Relógios de Sol no Parque do Saber	70
Figura 5.10 - Momentos da Oficina Relógios de Sol no Parque do Saber.....	71

Figura 5.11 - Oficina Relógios de Sol - Centro de Idiomas Talk High School.....	72
Figura 5.12 - Oficina para montagem de Relógios de Sol – EMAFS.....	73
Figura 5.13 - Mapa conceitual referente à Luz e Cores	74
Figura 5.14a - Folder do roteiro para construção de Relógio de Sol/CIEAC	75
Figura 5.14b - Folder do roteiro para construção de Relógio de Sol/CIEAC	75
Figura 5.15 - Momentos da oficina para construção de Relógio de Sol – CIEAC	76
Figura 5.16 - Mapa Conceitual: atividades interdisciplinares Relógio de Sol	77
Figura 5.17 - Base do Relógio de Sol	78
Figura 5.18 - Placa de vidro transparente para fixação do <i>display</i> do Relógio de Sol.....	79
Figura 5.19 - Parafusos suportes para a base e parafuso para elevação do mostrador.....	79
Figura 5.20 - Mostradores em placas de vidro com <i>display</i> em vinil	79
Figura 5.21 - Fotografia da realização de ajustes no produto final em duas versões.....	80
Figura 5.22 - Goniômetro posicionado na base do Relógio de Sol.....	80
Figura 5.23 - Fotografia do produto final. Em destaque, goniômetro em 180°.....	81
Figura 5.24 – Fotografia do Relógio de Sol	81
Figura 6.1 - Comparativo: média geral dos Grupos: Tratamento x Controle.....	90
Figura 6.2 - Análise do <i>t</i> crítico.....	91
Figura 6.3 - Demonstrativo do total de estudantes nas oficinas realizadas	92
Figura 7.1 – Depoimentos de estudantes do Grupo de Tratamento	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1– Principais autores que abordam a Modelagem Matemática e suas ideias mais relevantes.....	8
Quadro 2.2 – <i>Ranking</i> em percentagem: baixo rendimento dos estudantes brasileiros em Matemática, Leitura e Ciências, em relação aos outros países participantes do estudo.....	36
Quadro 2.3 –Competência: município, estado da Bahia e Brasil para o 5º Ano.....	40
Quadro 2.4 – IDEB de Mata de São João. A relação entre o aprendizado e o fluxo gera resultado acima da meta projetada	40

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - Relação entre aprovação, repetência e evasão no CEAC, em 2014.....	41
TABELA 2.2 – Relação entre aprovação, repetência e evasão no CEAC, em 2015	41
TABELA 3.1 – Distribuição dos estudantes matriculados no CEAC, em relação aos cursos ofertados pela unidade escolar	45
TABELA 3.2 – Quantitativo de estudantes que participaram do estudo, de acordo com os estudantes matriculados no 2º Ano turmas: B (tratamento) e C (controle).....	46
TABELA 6.1 – Respostas ao teste diagnóstico e ao teste avaliativo sobre Trigonometria	81
TABELA 6.2 – Erros e acertos em questões que envolvem a identificação da razão entre dois números	82
TABELA 6.3 – Erros e acertos em questões que envolvem a identificação da classificação de um triângulo retângulo	83
TABELA 6.4 – Erros e acertos em questões que envolvem a identificação do cateto oposto.....	84
TABELA 6.5 – Identificação do cateto adjacente.....	85
TABELA 6.6 – Identificação do seno, do cosseno e da tangente	86
TABELA 6.7 – Aprendizagem dos estudantes	87
TABELA 6.8 – Entendimento dos temas de Geometria	88
TABELA 6.9 – Entendimento dos temas de Trigonometria	89

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS	xi
LISTA DE GRÁFICOS.....	xii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE QUADROS	xvii
LISTA DE TABELAS	xviii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
2.1 Teoria Sócio-Interacionista.....	6
2.2 Prototipagem em Matemática	7
2.3 Contextos Históricos da Trigonometria.....	10
2.3.1 A Circunferência e a Trigonometria.....	13
2.3.2 Os experimentos de Eratóstenes.....	14
2.3.3 Teorema de Tales.....	17
2.3.4 As contribuições de Euclides.....	18
2.3.5 A utilização do gnômon.....	18
2.4 Relógios de Sol e Fundamentos de Trigonometria e Geometria	20
2.4.1 Equação do Tempo	21
2.4.2 O Ponto Vernal.....	26
2.5 O ensino de Matemática e os PCN	27
2.5.1 Letramento e os exames de avaliação de competências em Matemática	29
2.6 O PISA.....	29
2.7 A Prova Brasil.....	37
2.8 Resultados das Avaliações no CEAC	40
3 METODOLOGIA.....	43
3.1 Tipo de Estudo e Metodologia Aplicada	43
3.2 Delimitando o Local e Público de Aplicação do Projeto	44
3.3 Aplicação do Projeto	46
3.4 Sequências Didáticas – Montagem do Relógio de Sol Equatorial.....	49
3.4.1 SD 1 - Atividade interdisciplinar: Matemática e Geografia - orientação: determinando o meridiano local. Linha Norte – Sul (N-S)	49
3.4.2 SD 2 - Relógio de Sol – montando o <i>Kit</i> educacional	50
3.4.3 A Matemática nos desenhos dos Relógios de Sol	54
4 APRESENTAÇÃO DO RELÓGIO DE SOL.....	56
4.1 Os Relógios de Sol.....	57
5 OFICINAS PARA MONTAGEM DO RELÓGIO DE SOL	63
5.1 Montando o Kit Educacional – Relógio de Sol.....	64
5.1.1 Descrição do <i>kit</i> didático: relógio de Sol Equatorial Polar.....	64
5.1.2 Oficinas para a montagem dos relógios de Sol – Grupo de Tratamento	66

5.2 Oficinas Para a Montagem dos Relógios de Sol - Grupo de Controle e para os estudantes do 1º, 2º e 3º anos vespertino e noturno no CEAC	68
5.3 Oficina para Montagem de Relógio de Sol no Parque do Saber – Feira de Santana	69
5.4 Oficina para montagem de Relógio de Sol no Centro de idiomas Talk High School.....	71
5.5 Oficina para montagem de Relógio de Sol na Escola Municipal Américo Ferreira dos Santos - EMAFS	72
5.6 Oficina “A Trigonometria nos Relógios de Sol” - Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC).....	72
5.7 PRODUTO FINAL.....	75
5.7.1 Descrição do kit didático: Relógio de Sol Equatorial Polar	76
6 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	81
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
8 REFERÊNCIAS	96
APÊNDICES	103
I - OFICINA COMPLEMENTAR: LUZ E CORES - CEAC.....	103
II - VIDEO: A DANÇA DO SOL	108
III - SD 1 - TERRA E UNIVERSO	109
IV - SD 2 TRIGONOMETRIA E GEOMETRIA	112
V - QUESTIONÁRIO – PRINCIPAIS MOVIMENTOS DA TERRA	114
VI - QUESTIONÁRIO RELÓGIO DE SOL APLICADO AO FINAL DO ESTUDO.....	115
VII - AVALIAÇÃO PÓS-EXPERIMENTO	117
VIII - SD ESTUDO DO MOVIMENTO APARENTE DO SOL E FUNÇÃO TRIGONOMÉTRICA	119
X - AVALIAÇÃO FINAL DA II UNIDADE E GABARITO – CEAC.....	123
XI - PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS	127
EVENTO 1: I Encontro de divulgação científica do mpastro – 23/07/2016.	127
EVENTO 2: VI JASTRO IFBA.....	128
EVENTO 3: II SEMANEPRAE – seminário nacional dos mestrados profissionais da área de ensino – 07 a 09/08/2016.	129
XII - PÁGINA DO BLOG	130

1 INTRODUÇÃO

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, ensejará 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, esta investigação focaliza uma alternativa de caminho, na busca de facilitar a assimilação. Atividades transversais com a Astronomia, através de seus fundamentos básicos, serão abordadas para a construção do conhecimento, por meio da experimentação, além de ações interdisciplinares com a Geografia, voltadas para aspectos associados ao cotidiano do estudante.

A opção pela Astronomia como tema transversal se deu pelo fato de que, além de essa ciência ser provavelmente a mais antiga, no percurso da humanidade, tem forte apelo atrativo na comunidade escolar, comprovado pelos constantes questionamentos dos discentes do Colégio Estadual Alaor Coutinho sobre temas relacionados a essa área do conhecimento. O fato de a escola estar situada em zona rural proporciona aos estudantes e professores ótimas oportunidades

para a observação dos fenômenos naturais, o que facilita a contextualização de temas do currículo escolar, conferindo ao planejamento de ensino oportunidades para despertar nos discentes o espírito investigativo.

Um dos objetivos das práticas investigativas é o desenvolvimento de uma postura crítica, responsável e ética no desenvolvimento da pesquisa e em relação aos resultados obtidos. (TIGGEMANN, 2006).

Desta forma as aplicações práticas e investigativas referentes aos experimentos deste estudo, serão realizadas em sala de aula durante oficinas, quando o estudante, por meio da experimentação, tem a possibilidade de desenvolver e comprovar conteúdos teóricos.

Langui e Nardi (2013) afirmam 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).

Dessa forma, o céu é o grande laboratório onde o movimento aparente do Sol proporciona elementos para o estudo 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, esquadros, projetor e quadro, entre outros, para transmitir os temas, quando associados aos elementos disponíveis no cotidiano do estudante, foi alinhado para dinamizar a compreensão, a experimentação e o desenvolvimento de temas ligados à Geometria e à Trigonometria, na tentativa de proporcionar ao aluno uma aprendizagem efetiva e com maior significado.

Na perspectiva de contribuir para a redução das dificuldades dos estudantes do Ensino Médio, no processo de aprendizagem da disciplina Matemática, esta pesquisa foi fundamentada na estratégia da utilização de conhecimentos básicos em Astronomia e Geografia, de forma interdisciplinar ao ensino da Matemática, tendo como temas principais a história e as aplicações da Trigonometria, além da compreensão da Geometria.

Tendo como pano de fundo a transversalidade, onde se relacionam a Matemática, a Astronomia e a Geografia, as aplicações desta investigação buscaram a promoção de uma prática baseada em ações que estimulem os estudantes a serem protagonistas, ou seja, que se tornem personagens ativos. Com esse foco, esta pesquisa tem como principal local de aplicação o Colégio Estadual Alaor Coutinho (CEAC), localizado no município de Mata de São João-BA, durante os anos letivos de 2015 e 2016.

O objetivo principal e geral foi o de dinamizar, motivar e dar nova perspectiva aos estudantes, durante a aprendizagem da Trigonometria e Geometria, através de oficinas de montagem de alguns de Relógios de Sol.

Os objetivos específicos foram: Despertar, no estudante, o interesse pela aprendizagem de Trigonometria e Geometria; facilitar os estudos, por intermédio de metodologia prática, envolvendo a manipulação de materiais em atividades práticas e utilizar conceitos referentes à orientação e aos principais movimentos da Terra, presentes na Geografia, além dos conteúdos existentes no livro didático adotado em Matemática pelos estudantes da unidade escolar, de forma interdisciplinar, para o efetivo funcionamento dos *kits* didáticos, tendo como resultado aplicações práticas dos temas estudados em sala de aula.

A atividade propôs o debate, a pesquisa e a experimentação aos discentes de uma das turmas do Segundo Ano do Ensino Médio. A investigação científica trabalhada foi o estudo dos Relógios de Sol, seu histórico e funcionamento, com aplicações de assuntos correlacionados a aprendizagem em sala de aula e a promoção do uso de instrumentos como compasso, transferidor e esquadros. As oficinas foram efetivadas após as aulas teóricas. Para a montagem dos *kits*, foi priorizado o uso de materiais de baixo custo e disponíveis no colégio, de sorte a demonstrar à comunidade escolar uma alternativa para a observação da passagem das horas, durante o dia, de forma simples, como faziam nossos antepassados desde a pré-história. Como produto final, foi elaborada uma Sequência Didática para o estudo da Trigonometria, através da montagem de relógios de Sol, recorrendo-se a ações interdisciplinares.

Com efeito, a Astronomia é uma ciência interdisciplinar e possui um apelo fascinante para a maioria dos estudantes das diversas faixas etárias do CEAC, fato comprovado pela grande adesão, por parte da comunidade escolar, durante o evento Planetário na Escola e Observação do Céu Noturno, promovido pelo Observatório Astronômico Antares/UEFS, que ocorreu no dia 14 de março de 2016, ministrado pelo Prof. Dr. Marildo Geraldete Pereira.

Como atividade complementar, os estudantes foram orientados a criar um *blog* para publicarem todo o processo implementado e também as instruções para montagens e utilização dos relógios de Sol.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A construção do saber, no âmbito escolar, deve acontecer ao se utilizar problemas do cotidiano para promover no educando uma maior interação com os assuntos abordados. Desse modo, para atingir êxito com o estudante, os temas devem possuir significado não somente com sua história de vida, mas também com suas perspectivas. Esse processo desenvolve a sua capacidade investigativa e facilita o processo de ensino e aprendizagem.

É fundamental que as estratégias aplicadas durante o processo de ensino e aprendizagem estejam respaldadas nas reais necessidades do estudante, durante cada etapa do estágio de construção do conhecimento e formação da compreensão de saberes. Ele deverá ser estimulado a refletir sobre os diferentes aspectos da resolução de problemas, por meio do ensino da matemática. Para atingir tal objetivo, os Parâmetros Curriculares Nacionais propõem um ensino da matemática capaz de:

[r]esolver situações-problema, sabendo validar estratégias e resultados, desenvolvendo formas de raciocínio e processos, como dedução, indução, intuição, analogia, estimativa, e utilizando conceitos e procedimentos matemáticos, bem como instrumentos tecnológicos disponíveis. (BRASIL, 1997, p. 51).

Conforme citado anteriormente, percursos distintos oferecem possibilidades diferentes de resolução dos problemas propostos. O conhecimento prévio do estudante é empregado a outras possibilidades de caminhos, de forma autônoma. Os PCN (1997) orientam que, em uma situação-problema, como o cálculo de distâncias inacessíveis, a exemplo da altura de uma árvore ou mesmo a da escola, o estudante venha a fazer uma relação e, posteriormente, formalizar o conteúdo apresentado:

Nessa perspectiva segundo os PCN, ensinar Matemática através da resolução de problemas, é dar importância ao significado da aprendizagem, [...]. Se uma presumida situação-problema é apresentada, ele poderá realizar relações com situações reais e criar mecanismos [...] de uma solução se houver. Tanto para a Geometria, quanto para a Trigonometria, a abstração e o raciocínio lógico são fundamentais na resolução de problemas. (MELO, 2003).

Nesse sentido, o ensino da matemática deverá adotar situações cotidianas para estimular, nos estudantes, o raciocínio lógico e científico. Através desse roteiro, eles poderão, por sua própria iniciativa, construir de forma crítica e criativa as resoluções para os problemas propostos, além de empregar seus conhecimentos matemáticos em situações diversas. Outro aspecto

importante é o direcionamento do estudante a estabelecer conexões entre diferentes temas matemáticos e o conhecimento de outras áreas do currículo.

Sob essa perspectiva, vale salientar que os PCN de Matemática para o Ensino Médio versam sobre a importância de a escola transpor os limites teóricos pertinentes à disciplina. As Diretrizes Curriculares consideram que todo o arsenal de competências e habilidades deverá ser desenvolvido de forma linear e em conjunto com as demais disciplinas. Consta no PCNEM (2002) e no PCN+ (2002) que o ensino de Matemática pode contribuir no desenvolvimento dos estudantes das habilidades concernentes à compreensão, comunicação, investigação, representação e contextualização sociocultural.

Os PCN relevam que, no estudo da Trigonometria, quanto ao potencial de desenvolvimento das habilidades e competências, a transposição didática deverá estar intimamente relacionada às situações habituais do discente:

Outro tema que exemplifica a relação da aprendizagem de Matemática com o desenvolvimento de habilidades e competências é a Trigonometria, desde que seu estudo esteja ligado às aplicações, evitando-se o investimento excessivo no cálculo algébrico das identidades e equações [...] (BRASIL, 1999, p. 257).

Assim, na busca de uma melhor construção da aprendizagem e efetivo desenvolvimento dos conteúdos referentes à Geometria e Trigonometria, foram empregados conhecimentos da Astronomia, sendo esta uma ciência interdisciplinar, destinada a mediar aulas de formato lúdico e contextualizado, na abordagem das propriedades dos triângulos. A Geometria foi usada por intermédio da observação do movimento aparente do Sol. Questões relacionadas à Geografia, como interpretação das coordenadas geográficas e movimentos da Terra, foram relevantes para a calibragem dos relógios de Sol e para os ajustes em seu posicionamento de inclinação em relação à Latitude local e orientação para o Polo Sul Celeste, por meio da identificação da linha Norte-Sul, fundamental para o êxito nos resultados obtidos durante a utilização do Relógio de Sol. O produto final – Sequência Didática para a oficina de Relógio de Sol, com montagem de Kit Didático – englobará conceitos de Trigonometria, de Geometria, de Geografia de forma interdisciplinar. A Astronomia é o tema transversal para a execução da atividade.

A realização de observações de tamanhos e direções de sombras, determinação do meridiano local e dos pontos cardeais contribuirão para o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes do segundo ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Alaor Coutinho – CEAC, indo ao encontro das competências e habilidades preconizadas pelos Parâmetros Curriculares

Nacionais (PCN), no que toca à representação e comunicação, investigação, compreensão e contextualização sociocultural.

2.1 Teoria Sócio-Interacionista

Ao ensinar Matemática, nos dias atuais, não só devemos superar constantes desafios, através de ações pedagógicas criativas, como também procurar interagir cada vez mais com o estudante. A aplicação de recursos lúdicos, por meio de estratégias que envolvam situações cotidianas, torna-se imperativa. Conforme as concepções Vygotsky (1996),

[...] o desenvolvimento do processo cognitivo do ser humano, acontece através do processo de internalização da interação social, onde o indivíduo aprende a integrar diferentes formas de conhecimento com a sua cultura. Desta forma o seu desenvolvimento intelectual é ampliado durante o convívio em sociedade.

Vygotsky destaca ainda que a referência do indivíduo com parceiros mais experientes cria (termo usado por ele), a “zona de desenvolvimento proximal (ZDP)”. Trata-se “[...] daquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão, presentemente, em estado embrionário.” (p. 97). É o momento em que o indivíduo, ainda na infância, passa por um estágio inicial de aprimoramento de suas competências e habilidades. Nessa situação, a criança é estimulada a solucionar sozinha, os problemas que surgem no seu cotidiano.

Outros entendimentos integram a ZDP: algo que uma criança consegue fazer com o auxílio de uma pessoa mais experiente será capaz de empreender com autonomia, no futuro. Com o passar do tempo, uma criança consegue solucionar problemas, através de intervenções de um indivíduo mais velho ou com a ajuda de um adulto. Dessa forma, atinge excelência na prática entre a aprendizagem e a execução. Ainda segundo Vygotsky (1986), no processo de aprendizagem, os transcurso internos são acelerados e capacitados para atuar, quando da interação com as outras pessoas e com o meio ambiente. Nesse decurso, é fundamental que esses procedimentos sejam internalizados pela criança.

Quando o docente realiza uma mediação, ele proporciona durante a(s) sua(s) resposta(s), oportunidades de desenvolvimento dos conhecimentos adquiridos pelo(s) discente(s), para o desenvolvimento na construção de sua autonomia. Vygotsky (1986) afirma que “[...] o processo da linguagem funciona como mediador do desenvolvimento do indivíduo em sociedade”.

2.2 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.

Muitas vezes, o estudante indaga sobre a importância da Matemática e dos conteúdos ensinados em sala de aula. A resposta poderá ser obtida através do emprego da modelagem - prototipagem¹, durante a formação dos aprendizes. Essa trajetória tanto aponta para a experimentação quanto mostra alternativas de caminhos para a compreensão e a resolução de circunstâncias do cotidiano. Vale lembrar que importantes descobertas da humanidade se manifestaram, pela necessidade do homem em solucionar situações-problema existentes no dia a dia.

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. Nesse sentido, os estudantes serão conduzidos a realizar interpretações e compreensões das mais variadas situações do dia a dia, ensejadas por aplicações de conceitos matemáticos que descrevem, analisam e elucidam os mais variados fenômenos que cercam nossas vidas. Nesse contexto, a Modelagem Matemática, de acordo com as concepções de Barbosa (2001), pode ser entendida como

[...] oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da Matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento. Os conceitos e ideias matemáticas exploradas dependem do encaminhamento que só se sabe à medida que os alunos desenvolvem a atividade. (BARBOSA, 2001, p. 05).

Por essa colocação, verifica-se que a modelagem matemática se apresenta como uma oportunidade para que os estudantes desenvolvam os seus conhecimentos e ampliem o seu senso crítico em relação aos conteúdos abordados na disciplina, de sorte a auxiliá-los na resolução de problemas em diferentes contextos do seu cotidiano. Já que essa resolução de problemas, segundo Biembengut e Hein (2005), constitui um processo que envolve a obtenção de um modelo, o qual visa, por meio de processo artístico, a ampliar o conhecimento da matemática de

¹ Prototipagem, neste trabalho, refere-se à produção *kits* didáticos, através do emprego das informações existentes nos assuntos ensinados através do livro didático, de forma contextualizada.

forma criativa, proporciona a estes melhores interpretações dos conteúdos abordados em sala de aula.

Kfourri (2008) destaca a concepção de Modelagem Matemática, através de conceitos elaborados por alguns autores que trabalham com Educação Matemática. No Quadro 2.1, temos a visão de Modelagem, resumida segundo esses autores:

D'AMBROSIO (1986)	<p>“Modelagem é um processo muito rico de encarar situações e culmina com a solução efetiva do problema real e não com a simples resolução formal de um problema artificial.”</p> <p>“A questão fundamental para melhor ensinar Matemática, é que ela deve ser encontrada num contexto sociocultural, procurando situar o aluno no ambiente de que ele é parte, dando-lhe instrumentos para ser um indivíduo atuante e guiado pelo movimento sociocultural que está vivendo.”</p>
BEAN (1998)	<p>“Modelagem deve ser uma parte essencial no ensino da Matemática. Quando o aluno está à frente de uma situação-problema, ele tem que ter os conceitos básicos nas mãos e manipulá-los para criar uma solução. Através deste processo criativo, ele consegue uma compreensão melhor dos conceitos que facilitará a aplicação dos mesmos em problemas encontrados no futuro. Modelagem também pode ser utilizada pelo professor na introdução de conceitos até agora desconhecidos do aluno. Através de uma situação-problema um conceito novo pode ser desenvolvido com entendimento do seu significado.”</p>
BIEMBENGUT (1996)	<p>“A Modelagem Matemática é a arte de expressar situações-problema do nosso cotidiano por meio da linguagem Matemática. Hoje ela constitui um ramo próprio e serve para orientar sobre como o professor pode fazer para ensinar melhor.”</p>
BORBA (1999)	<p>“Quando aplicada no ensino, a Modelagem pode ser vista como um esforço de descrever matematicamente um fenômeno que é escolhido pelos alunos com o auxílio do professor, para desenvolver um conteúdo matemático.”</p>
BARBOSA (2002)	<p>“Modelagem é toda atividade escolar que oferece condições sob as quais os alunos são convidados a atuar e pensar [...] são colocadas algumas condições que propiciam determinadas ações e discussões singulares em relação a outros ambientes de aprendizagem [...] Modelagem está associada à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas enquanto que o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas. Ambas as atividades não são separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta. Nela, podem-se levantar questões e realizar investigações que atingem o âmbito do conhecimento reflexivo.”</p>
MEYER (1998)	<p>“O trabalho educacional com Modelagem Matemática leva a uma prática de Matemática atual, contextual, subjetiva aproximada, um saber que nos leva a conclusões que expressam de modo objetivo, crítico, confiável e extremamente útil.”</p>

Quadro 2.1 – Principais autores que abordam a Modelagem Matemática e suas ideias mais relevantes. Adaptado de Kfourri (2008).

Ainda segundo Kfourri et al. (2007, p. 781), a Modelagem em Matemática “[...] possibilita o aluno a pensar, a criar e a estabelecer relações, despertando o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece.”

Ao empregar a Modelagem Matemática, é necessária uma dosagem extra de criatividade ao professor, pelo fato de que, para extrair assuntos do livro didático e os relacionar às situações vividas pelos discentes, o educador precisa ter conhecimento prévio das experiências vividas por seus estudantes. De acordo com Bassanezi (2006), é a partir da modelagem matemática que o discente começa a interpretar os problemas do cotidiano, por diferentes circunstâncias. Dessa maneira, o processo de ensino e de aprendizagem torna-se mais efetivo.

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.

Segundo Chevallard (2001), a Matemática na escola é relacionada à sua presença na sociedade. Assim, torna-se fundamental que as questões matemáticas manifestadas na escola reflitam o ambiente vivido em sociedade. Ao contrário, o que se vê na prática é que não ocorre a reprodução desse cenário, na maioria das vezes, o que leva os estudantes à conclusão errônea de que as utilidades sociais e profissionais matemáticas são aquelas derivadas da escola.

A interpretação dominante se refere à Matemática como concebida apenas para ser ensinada e aprendida. Reduz-se, assim, o valor social da Matemática a um mero valor escolar, transformando o ensino escolar da Matemática em um fim em si mesmo e fazendo com que não se leve a sério a Matemática feita na escola.

Em muitas instituições docentes, a obrigação de estudar Matemática não costuma estar ligada a uma verdadeira necessidade sentida pelos próprios alunos de utilizar essa disciplina para responder às questões que lhes são propostas, ou para realizar uma tarefa que não sabem como empreender. Assim, não resta dúvida de que o ensino de Matemática encontrado nas atuais instituições escolares responde a um projeto social que os estudantes consideram relativamente alheio a seus próprios interesses (CHEVALLARD, 2001, p. 128). Conforme essa declaração observa-se que, através da utilização da modelagem matemática, os estudantes serão levados, segundo Chevallard (2001), a diferentes interpretações dos conteúdos abordados em sala de aula, com novos métodos que permitem desenvolver técnicas já existentes, assim como abordar e

propor novas questões de maneira dinâmica, tornando o aprendizado mais prazeroso e significativo.

O estudo ocorreu através da Modelagem Matemática, integrada à aprendizagem dos conteúdos de Matemática em ações interdisciplinares com a Geografia. Foram abordados conhecimentos básicos em Astronomia, para motivar e, ao mesmo tempo, auxiliar o estudante do segundo ano do Ensino Médio na efetivação das atividades práticas e observacionais em grupos, com o escopo de promover a sua transformação como sujeito ativo no processo de aprendizagem, construindo, dessa forma, um cidadão transformador da sociedade.

2.3 Contextos Históricos da Trigonometria

Não existem dados precisos quanto ao surgimento da Trigonometria; por esse motivo, com o objetivo de dar sentido científico, arrolamos nesta parte alguns registros históricos. Vasta bibliografia dá conta de que os estudos da Trigonometria tiveram início por volta do século V a.C., com base em documentos históricos, onde os povos egípcios e babilônicos tentavam decifrar questões envolvendo a astronomia, a agrimensura e a navegação. A Astronomia que, nesse período, era parte integrante da Astrologia, apresentava situações que necessitavam ser exploradas, através das relações, por meio do uso de triângulos.

A Trigonometria e também os registros de Ptolomeu, ao chegarem à Europa, foram direcionados, principalmente, para a Astronomia. Na Escola de Sagres, os portugueses usaram esses conhecimentos para as Grandes Navegações. Nas navegações e na Astronomia, a Trigonometria era empregada na explicação dos problemas enquadrados na Trigonometria Esférica.

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 2.1. Aristarco estimou a distância Terra-Sol em 8.000.000 km. Atualmente, essa distância está fixada em 149.600.000 km.



Figura 2.1: Estimativa da distância entre a Terra, o Sol e a Lua. Trigonometria elementar para calcular a distância da Terra ao Sol: $\text{Cos}A = B \div C$, logo $C = B \div \text{Cos}A$. – Fonte: autor.

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 π ($\text{Pi} = 3,14159\dots$) era calculada como $22 \div 7$ (COSTA, 2000a).

No período que compreende os anos entre 180 e 125 a.C., o astrônomo Hiparco de Niceia construiu a primeira tabela trigonométrica que incluía uma tábua de cordas. A Tábua de Cordas foi desenvolvida por ele com valores de 0° a 180° , ao observar que num determinado círculo, a razão do arco para a corda diminui, quando o arco se reduz de 180° para 0° . Ao relacionar para cada corda de um arco o ângulo central correspondente, proporcionou um grande avanço para a Astronomia, assim como ao introduzir nova função trigonométrica, a Função Corda. Esses estudos conferiram a Hiparco o reconhecimento como o “Pai da Trigonometria”. A Figura 2.2 traz a demonstração do que é uma tábua de cordas onde, ao se multiplicar o segmento AP pelo segmento CP , obtém-se o mesmo resultado da multiplicação do segmento BP pelo segmento DP ($AP \times CP = BP \times DP$). Na verdade, é equivalente a uma tábua de senos trigonométricos.

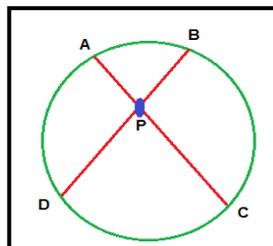


Figura 2.2: Demonstração das Cordas em uma Circunferência Trigonométrica. Adaptado de Silva, 2017.

Na circunferência, existem relações métricas importantes que envolvem segmentos internos, secantes e tangentes. Ao empregar essas relações, obtêm-se as medidas procuradas. O cruzamento de duas cordas resulta em segmentos proporcionais. Quando se faz a multiplicação

entre as medidas das duas partes de uma corda, tem-se um resultado igual à multiplicação das medidas das duas partes da outra corda.

O matemático Claudio Ptolomeu (90 – 168 D.C.) desenvolveu uma Tábua de Cordas posteriormente aos trabalhos de Hiparco. Até então, a Trigonometria tinha como base o estudo da relação entre um arco arbitrário e a sua Corda.

Os conceitos de seno e de cosseno foram originados a partir de problemas relativos à Astronomia. O conceito de tangente surgiu da necessidade de calcular alturas e distâncias de pontos com difícil acesso, conforme indicado na Figura 2.3, onde um estudante calcula a altura de sua escola, sem precisar subir nela.

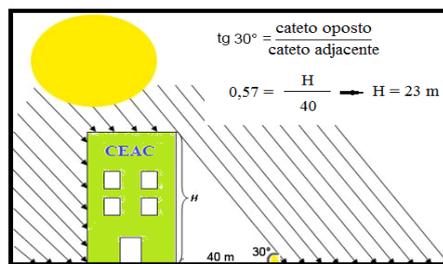


Figura 2.3 – Representação de observação e anotação de dados para o cálculo da medida da altura de uma escola. Fonte: adaptado de <http://www.minilua.com>.

O termo *seno* origina-se do latim *sinus*, possuindo esse nome devido ao fato de o gráfico que corresponde a sua função ser bastante sinuoso. *Sinus* é a tradução latina da palavra árabe *jaiib*, que significa dobra, bolso ou prega de uma vestimenta, que não tem a ver com o conceito matemático aplicado a seno. Já o termo *cosseno*, aplicado na Trigonometria, surgiu no século XVII, sendo considerado o seno complementar de um ângulo (LIMA, 1991).

Já a função tangente, segundo Lima (1991), foi denominada como função sombra, antes mesmo da sua aplicação na Trigonometria, por estar associada à imagem de uma sombra projetada, por meio de uma vara, na posição horizontal. Atribui-se ao matemático Thomas Fincke a introdução da tangente em Geometria pela primeira vez, em 1583. Desde essa época, a Trigonometria passou a ser empregada na resolução de problemas relacionados à variação na elevação do Sol, resultando na mudança do ângulo que os raios solares formam com a vara. Essa variação modifica o tamanho da sombra, de acordo com esquema mostrado na Figura 2.4.

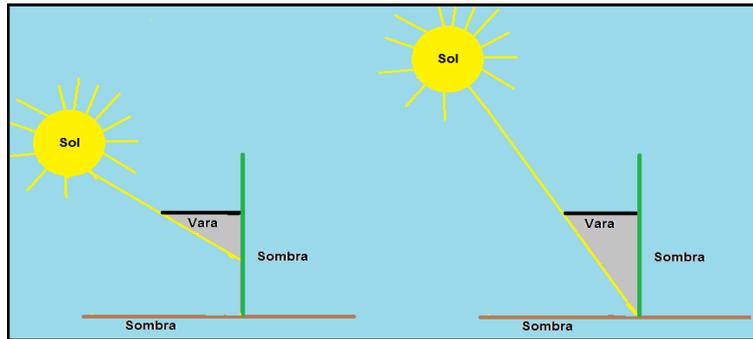


Figura 2.4 – Representação da variação no tamanho da sombra projetada por uma haste na posição horizontal, ao receber luz direta do Sol, no decorrer do dia. Podemos observar a variação do comprimento da sombra em relação à mudança de posição aparente do Sol. Fonte: Autor.

Sob essa perspectiva, vale salientar que as funções trigonométricas são adotadas para solucionar problemas dentro da Trigonometria, sendo a tangente, conforme Lima (1991), uma função usada para calcular o comprimento da sombra produzida por objetos expostos ao Sol. A variação no comprimento das sombras é de grande relevância para o funcionamento dos relógios de Sol. Também serve para calcular a altura de prédios, com base na semelhança de triângulos.

2.3.1 A Circunferência e a Trigonometria

Os babilônios utilizavam a base 60 para a realização de contagens, pelo fato de o número 60 ter muitos divisores: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 e 60 – sendo possível realizar a sua decomposição em um produto de fatores, facilitando, desse modo, cálculos como divisões. Foi por essa mesma razão que, ao dividir a circunferência, Hiparco escolheu um múltiplo de 60, conforme exemplificado na Figura 2.5 (LIMA, 1991).

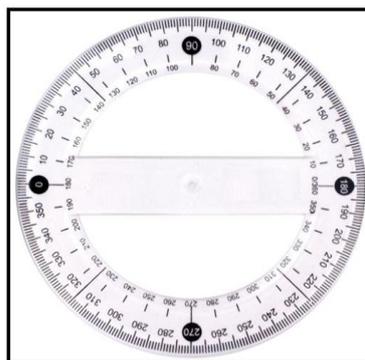


Figura 2.5 – Goniômetro representando uma circunferência dividida em 360°. O goniômetro pode ser utilizado em medições ou verificações angulares. O modelo aqui apresentado também é conhecido como transferidor, e é usado em medições de ângulos que não exigem extremo rigor. Fonte: Autor.

- Cada uma das 360 partes iguais em que a circunferência foi dividida recebeu o nome de arco de grau.

- Cada arco de 1 grau foi dividido em 60 partes iguais, e cada uma dessas partes recebeu o nome de arco de minuto.
- Cada arco de 1 minuto também foi dividido em 60 arcos iguais e recebeu o nome de arco de segundo.

Em síntese, temos:

Um minuto = sexagésima parte de um grau: $\frac{1^\circ}{60}$

Um segundo – sexagésima parte de um minuto: $\frac{1'}{60}$

Embora haja o uso dos termos minutos e segundos, as subdivisões do grau não possuem nenhuma correlação com as subdivisões das horas, utilizadas para a medição do tempo. Os símbolos são diferentes e não devem ser confundidos.

Tempo: hora (h); minuto (min) e segundo(s).

Medida do arco: grau ($^\circ$); minuto (') e segundo (").

$$\boxed{1^\circ = 60' \rightarrow 1' = 60'' \rightarrow 1^\circ = 60' = 3.600''}$$

Nas operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, as quais envolvem medidas de arcos em graus, o procedimento ocorre como nas operações com medidas de tempo, uma vez que ambas as medidas são determinadas em base sexagesimal.

Desse modo, ao examinar a Figura 2.5, é possível constatar que o arco de 1 grau tem uma dimensão bastante reduzida. Como a Astronomia emprega grandes distâncias em circunferências, é necessária uma maior precisão nas medições, portanto, tornou-se inexorável a criação de unidades menores do que o grau.

2.3.2 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, 2000b).

Com as pesquisas, 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 gnômon² em Alexandria, ao meio-dia de 21 de junho, e, ao mesmo momento, o gnômon colocado em Assuã, ao Sul do Egito, não produzia sombra. Assim, ele obteve o ângulo \hat{A} , conforme a Figura 2.6.

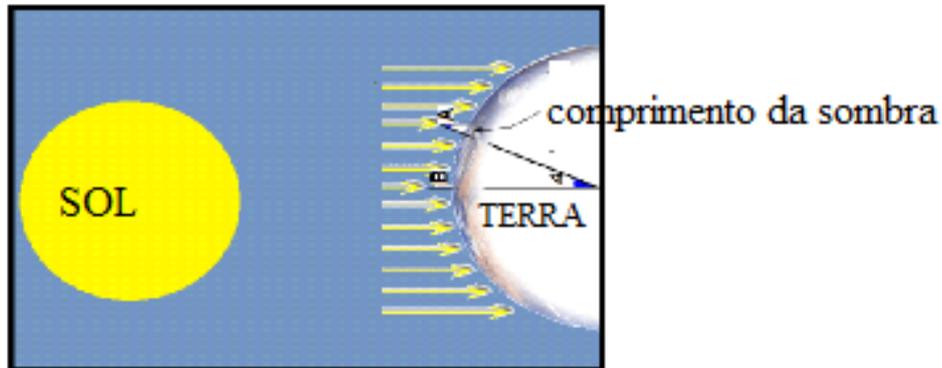


Figura 2.6 - Raios de Sol chegam à Terra (fora de escala). As varetas A e B recebem iluminação solar ao mesmo tempo. Em A, forma-se sombra com ângulo α , enquanto, em B, posicionado em outro ponto da Terra, não há projeção de sombra. As varetas se encontram no centro da Terra, formando os ângulos alternos congruentes destacados. Adaptado de: www.zenite.nu/eratostenes-e-a-circunferencia-da-terra/

Eratóstenes mediu o ângulo da sombra ocasionada pelo gnômon exposto ao Sol, encontrando o valor $\theta = 7,2^\circ$. Com as varetas G e S situadas na vertical, imaginou que, ao alongar os seus comprimentos, estas se encontrariam no centro da Terra. Nessas circunstâncias, o ângulo θ terá o mesmo valor do ângulo θ' . A representação do esquema do experimento de Eratóstenes retrata uma Geometria bastante simples: quando uma reta transversal (g), ao interceptar duas retas paralelas ($r//s$), apresenta ângulos correspondentes com os mesmos valores (A e A'), como representado na Figura 2.7.

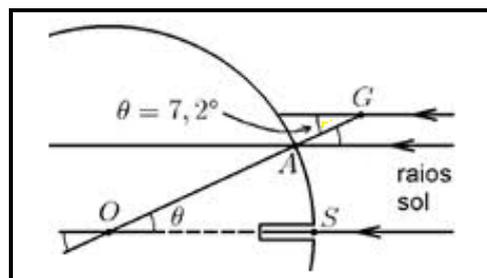


Figura 2.7– Experimento de Eratóstenes: medição do diâmetro da Terra. Os segmentos g e s representam duas varas situadas em locais diferentes da Terra. O ângulo encontrado $\theta = 7,2^\circ$ é alternativo interno com o ângulo obtido no centro da Terra. Os segmentos G e S formam um ângulo θ ($7,2^\circ$) correspondente à sombra causada pela exposição vertical de uma haste ao Sol (G). Fonte: <http://www.zenite.nu/eratostenes-e-a-circunferencia-da-terra/>.

² Haste que fincada ao solo verticalmente e exposta ao Sol, possibilita a projeção de sombra.

Na representação do experimento de Eratóstenes para a medição do diâmetro da Terra, temos: as varas colocadas na posição vertical ao terreno formam um ângulo determinado pela curvatura da circunferência da Terra. Os raios de luz do Sol chegam de forma paralela e a inclinação angular da Terra faz com que, enquanto, ao meio-dia, a primeira vara (r) não produza sombra, a segunda vara (t), devido a essa inclinação, projeta sombra no solo. Com o prolongamento das duas retas, elas se encontram no centro da Terra. A reta s , ao representar a sombra projetada no solo, produz um ângulo θ (aproximadamente 7°), e uma fração conhecida da circunferência da Terra corresponde à distância entre Assuã e Alexandria. Assim, Eratóstenes deduziu que essa distância possuía aproximadamente 800 km e relacionou: “ 7° são aproximadamente $1/50$ de uma circunferência (360°) e isso corresponde a cerca de 800 km (Oitocentos quilômetros) sendo que 800 km vezes cinquenta são quarenta mil quilômetros, de modo que deve ser este o valor da circunferência da Terra”. O valor de referência atual para a circunferência da Terra, por toda extensão da Linha do Equador, é de aproximadamente 40.072 km. Se levarmos em consideração a simplicidade do experimento e o período em que foi realizado, cerca de 2.200 anos atrás, esse erro é desprezível.

Vale destacar que, nas salas de aulas dos dias atuais, problemas relacionados à Geometria continuam obtendo soluções através dos mesmos procedimentos utilizados por Eratóstenes: reta transversal cortando retas paralelas. Nessa situação, temos a aplicação de Teorema de Tales.

Existe ainda outra versão para as observações realizadas por Eratóstenes, quando ele teria observado o fato de que, no dia 21 de junho, na cidade de Siena, um poço, ao receber a luz do Sol no horário de meio-dia, não reproduzia sombra em seu interior e, a partir dessa observação, ele teria feito a medição da sombra desenhada por uma vara colocada na posição vertical na cidade de Alexandria e, com as informações obtidas, realizou cálculos até concluir a medida da circunferência da Terra, conforme representado na Figura 2.8.

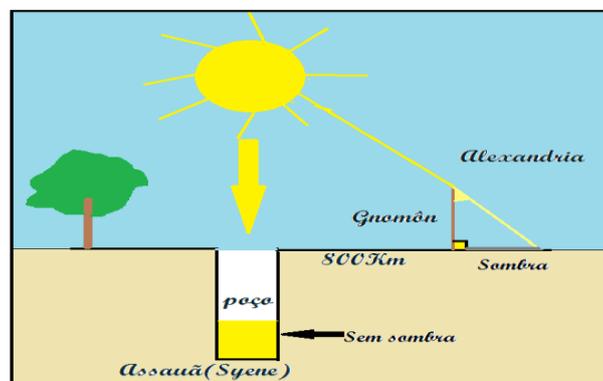


Figura 2.8 – Representação da segunda versão do experimento de Eratóstenes – Fonte: Autor

O esquema demonstra que, no horário de meio-dia, 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° . 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.

Assim, observa-se que, independentemente da versão apresentada, o fato inegável é que Eratóstenes, através de experimentos simples, determinou a medida da circunferência da Terra com pequena margem de erro.

2.3.3 Teorema de Tales

Tales de Mileto foi filósofo, astrônomo e matemático grego extremamente importante e que viveu antes da Era Cristã. Certa vez, empregou os seus conhecimentos em Geometria e proporcionalidade para determinar a altura de uma pirâmide. Através de suas pesquisas, concluiu que os raios solares que chegam à Terra são paralelos, devido à grande distância percorrida desde o Sol. A partir dessas informações, ele deduziu que havia proporcionalidade entre as medidas das sombras e das alturas dos objetos, conforme representado na Figura 2.9.



Figura 2.9 – Representação do experimento que Tales realizou para a medição da altura de uma pirâmide. Através da proporcionalidade, ele utilizou a semelhança entre triângulos para identificar a altura da pirâmide, comparando a medida da sua sombra, relacionada com a medida da sombra da vara e o seu comprimento. Fonte: Autor.

Pela representação geométrica da Figura 2.9, verificamos que o experimento de Tales, para medir a altura de uma pirâmide, foi baseado na semelhança entre triângulos; segundo Bongiovanni (2007), esse teorema envolvendo triângulos semelhantes foi originado devido à necessidade encontrada por Tales de Mileto de resolver problemas práticos, envolvendo paralelismo e proporcionalidade, que se apresentam como sendo a base da relação entre a geometria e os cálculos numéricos, usando, para esse experimento, a grande pirâmide de Gizé, no Egito.

Ângulos

Lima (2014) afirma que, ao ingressar na escola, o estudante leva consigo experiências vividas que pressupõem noções de ângulos. São situações que compreendem o trajeto de sua casa até a escola, a posição dos ponteiros em um relógio analógico, o fato de que, ao andar por uma rampa, é mais cansativo do que por uma via reta, ao abrir uma porta, o percurso desta é traçado por ângulos, entre outras situações. A autora ainda destaca que, nos PCN, em relação à Geometria,

[o]s conceitos geométricos constituem parte importante do currículo de matemática no ensino fundamental, porque, por meio deles, o aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive. (BRASIL, 1998, p. 41).

Desse modo, este estudo, ao analisar o movimento aparente do Sol através do deslocamento das sombras ao longo do dia além dos ângulos projetados por estas, segue sua linha de trabalho dentro das bases curriculares nacionais.

2.3.4 As contribuições de Euclides

A obra “Os Elementos” atribuída a Euclides é compartilhada entre 13 volumes, e reúne esclarecimentos constituídos por: postulados (axiomas), proposições (teoremas) e evidências matemáticas tais como: ponto, reta, círculo, triângulo, retas paralelas, conceitos de geometria plana e de geometria no espaço, números, teoria das proporções e também discorre sobre os imponderáveis. A sistematização destes conceitos nesta composição confere a ele o título de “Pai da Geometria”.

2.3.5 A utilização do gnômon

As pesquisas de Afonso (2006) e de Scandiuzzi (2000) afirmam que muitas tribos indígenas brasileiras realizam a orientação da direção de suas aldeias e também marcam o tempo pela observação do tamanho e direção de sombras produzidas por gnômon, nas várias épocas do ano, mesmo nos dias de hoje, com os recursos das novas tecnologias, como o GPS. Se tivermos a noção do local da Linha Meridiana e da Latitude Local, podemos construir um dos mais simples relógios de Sol, o de Mostrador Equatorial. O objetivo é apontar um gnômon para o Polo Celeste, no sentido do eixo no qual a Terra rotaciona 360° a cada 24 horas. Admitindo que o movimento de rotação da Terra seja uniforme, durante o dia, graduamos um semicírculo entre 6

e 18 horas, de hora em hora, com intervalos igualmente espaçados de 15 graus, pois cada rotação da Terra de 15 graus corresponde a uma hora (SALVADOR, 2009).

Nessa perspectiva, o estudo dos relógios de Sol proporciona a aplicação de vários conteúdos da grade curricular de Matemática, tais como cálculo da bissetriz de um ângulo, circunferência, distâncias de objetos inacessíveis, elipse, medida de ângulos, perpendicularidade, projeção, regra de três, trigonometria, além de guardar semelhança entre outros temas que poderão ser tratados de forma interdisciplinar, como, por exemplo, as coordenadas geográficas.

Dessa forma, para o funcionamento adequado de um Relógio de Sol, é importante o conhecimento da Latitude local. No caso do estudo, a localidade de Praia do Forte, situado no Litoral Norte da Bahia, município de Mata de São João, a latitude é de $-12,5746^\circ$. O termo Latitude é o ângulo entre o plano do Equador à superfície de referência. A Latitude é medida para norte e para sul do Equador, entre -90° sul, no Polo Sul, e $+90^\circ$ norte, no Polo Norte. É a partir da determinação da Latitude local que o gnômon será posicionado em uma superfície plana e com a inclinação igual a essa Latitude.

Quando o gnômon não é posicionado paralelamente ao eixo da Terra, a sombra projetada em uma superfície em um determinado horário aponta para direções diferentes, a depender do período do ano. Esse tipo de instabilidade torna impossível calibrar um Relógio de Sol, pois o gnômon não está paralelo ao eixo da Terra. Na Figura 2.10, temos uma ilustração dessa inconsistência para a Latitude de $12,57^\circ$ e com o gnômon na vertical a 90° .

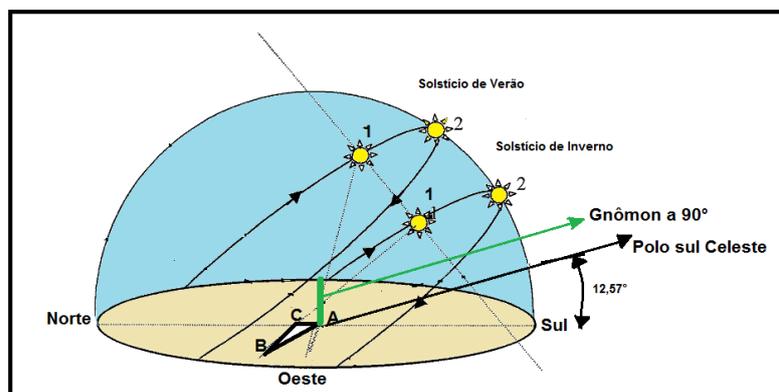


Figura 2.10 – Projeção da sombra de um gnômon em 90° em relação ao solo, Latitude $12,57^\circ$. Devido à diferença da inclinação em relação à Latitude, a sombra é refletida de forma irregular, impossibilitando a calibragem de um Relógio de Sol. Fonte: Adaptado de MORAIS, 2003).

Salvador (2009) afirma que, para determinar a linha meridiana local, a linha Norte–Sul, observa-se a “posição do Sol” pela manhã e pela tarde, marcando-se no solo as posições referentes às sombras projetadas pelo gnômon. Durante o dia, o percurso “aparente do Sol” na esfera celeste é um arco de circunferência em torno do eixo terrestre, fazendo com que a direção

da sombra do gnômon varie de posição e de tamanho. Com esse método, é possível determinar os pontos cardeais. Na Figura 2.11, está representada a utilização de um gnômon com as projeções dos raios de Sol nos solstícios de inverno e de verão, e o ângulo de inclinação da Terra.

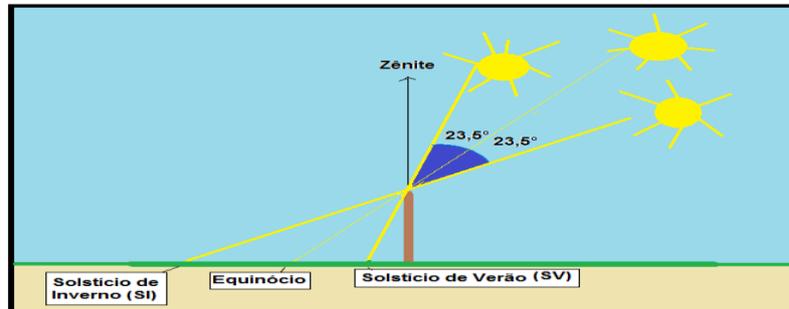


Figura 2.11-Representação das projeções das sombras de um gnômon em relação ao Sol, nos Solstícios de Inverno e Verão, e no Equinócio, em relação ao ângulo de inclinação do eixo da Terra ($23,5^\circ$ aproximadamente). Adaptado de SARAIVA, 2012.

A determinação da Linha Norte-Sul e o conhecimento da Latitude local para o CEAC foram informações importantes na montagem dos relógios de Sol, durante as oficinas.

2.4 Relógios de Sol e Fundamentos de Trigonometria e Geometria

A fim de sobreviver, os povos primitivos realizavam observações do tempo, para tarefas do cotidiano. Com o desenvolvimento das civilizações, surgiram os calendários, os quais foram aprimorados com o passar do tempo. A identificação das estações do ano, por exemplo, constituía uma das informações fundamentais às civilizações 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. Há também informações de que, na China, eram conhecidos e utilizados. Lá, as observações astronômicas se iniciaram na era do imperador Yao, 23 séculos a.C. (MIGUEL, 2009, p. 144-146).

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.

O trabalho com os estudantes do Ensino Médio busca contextualizar, de maneira interdisciplinar, os conteúdos da Grade Curricular de Matemática, ampliando para o estudante as noções referentes ao mundo, e tendo como resultado diferentes possibilidades, as quais tornam o processo de aprendizagem da disciplina mais prazeroso e significativo.

Os conceitos estudados em trigonometria estabelecem conexão significativa, aliando a teoria e prática através das oficinas para montagem dos relógios de Sol, culminando em uma excelente oportunidade para vivências dinâmicas com a disciplina de matemática, bem como outras afins. Entre elas o emprego de conhecimentos aprendidos em geografia tais como: principais movimentos da Terra e, localização.

2.4.1 Equação do Tempo

Para o efetivo funcionamento dos relógios de Sol, são necessários conhecimentos que abrangem os principais movimentos da Terra, como rotação e revolução, movimento aparente do Sol, as coordenadas na superfície da Terra, conceitos básicos da Geometria e noções de Trigonometria, construindo, assim, uma conexão entre esses entendimentos.

Um aspecto importante e que deve ser levado em consideração é o estabelecimento de uma relação entre o movimento dos corpos celestes, tendo-se em vista dois tipos de dias: o dia sideral e o dia solar. Um dia sideral (Figura 2.12) é o intervalo de tempo gasto entre duas passagens aparentes sucessivas de uma estrela pelo meridiano celeste local, em um intervalo de tempo inferior a 24 horas (ARGÜELLO et al., 1987). Trata-se de um período com duração de aproximadamente 23 horas, 56 minutos e 4 segundos.

Essa diferença de tempo entre o dia solar e sideral pode ser esclarecida mais precisamente pelo motivo de que um ano tem 365,2422 dias solares e, conseqüentemente, temos 366,2422 dias siderais, de modo que o dia sideral é igual a $24 \text{ horas} \times \frac{365,2422}{366,2422} = 23,9345 \text{ horas}$, correspondendo a 23h56min4,09s (OLIVEIRA, 2008).



Figura 2.102– Comparativo (fora de escala): diferença de tempo entre um dia solar (24 horas), e um dia sideral (23h56min04seg). Fonte: (Adaptado de OLIVEIRA, 2008).

Com relação ao dia solar, é observado o intervalo de tempo entre duas passagens aparentes consecutivas do Sol através do meridiano celeste do lugar, sendo uma linha imaginária que liga os pontos cardeais Norte e Sul, passando pelo zênite (ponto imaginário no céu que é interceptado por um eixo vertical, sendo traçado a partir da cabeça do observador), de maneira a determinar um intervalo de tempo de 24 horas, demonstrado na Figura 2.13, com cerca de 4 minutos a mais de diferença em relação ao dia sideral (MILONE et al., 2003).

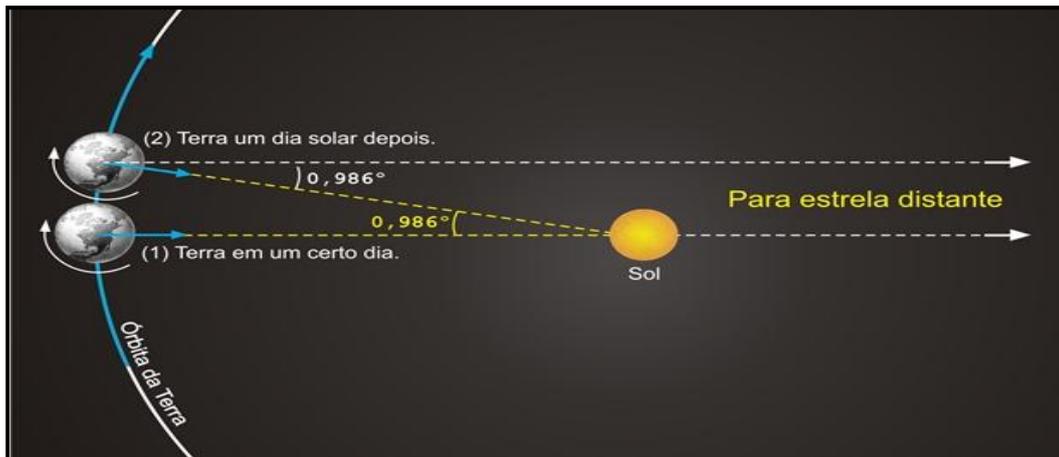


Figura 2.13 – Dia Solar: Intervalo de tempo decorrido entre duas passagens sucessivas do Sol pelo meridiano do lugar. É 3^m56^s mais longo do que o Dia Sideral. Diferença devida ao movimento de revolução da Terra em torno do Sol, (aproximadamente $1^\circ - 4$ minutos) por dia ($360^\circ/\text{ano} = 0,986^\circ/\text{dia}$). Fonte: IF-UFRGS

Como a órbita da Terra em torno do Sol é elíptica, a velocidade de revolução da Terra em torno do Sol não é constante, causando uma variação diária de $1^\circ 6'$ (4^m27^s) em dezembro, e $53'$ (3^m35^s) em junho. Sob essa perspectiva, vale salientar que a diferença entre o Tempo Solar Verdadeiro e o Tempo Solar Médio possui maior valor positivo em torno de 16 minutos, e maior valor negativo em torno de 14 minutos. Essa variação é a diferença entre o meio-dia verdadeiro, representado pela passagem meridiana do Sol, e o meio-dia do Sol médio, que é utilizado comercialmente. Ao se fazer a determinação da longitude de um local pela medida da passagem meridiana do Sol, logo se faz necessária a correção do horário local do centro do meridiano pela Equação do Tempo, tendo em vista que, se não houver essa correção, será possível cometer erros de até 4 graus na longitude.

A Figura 2.14, a seguir, representa graficamente a equação do tempo. Ao ajustar as diferenças de tempo entre o ângulo horário do Sol e o ângulo horário do Sol Médio, alcançamos o ângulo horário do Sol igual a $(l_o - \alpha_o) - (l_o - l_o)$, onde l_o é a longitude eclíptica do Sol, α_o é a inclinação do eixo da Terra ($23,45^\circ$) e l_o é a longitude do Sol Médio.

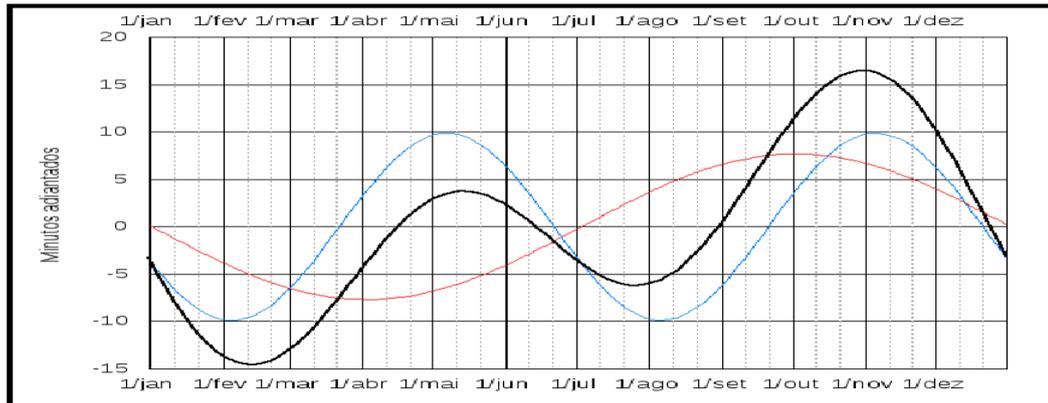


Figura 2.14 – Representação da Equação do Tempo onde a linha vermelha equivale à variação do dia; devido ao movimento da Terra ser uma elipse, $(7,68 \text{ sen } ((\text{dia} - \text{afélio}) \frac{2\pi}{\text{ano}}))$ a linha azul corresponde à variação do dia, devido à inclinação do eixo terrestre e sua associação com os solstícios e equinócios, $(9,87 \text{ sen } ((\text{dia} - \text{equi}) \frac{4\pi}{\text{ano}}))$, enquanto a linha preta é a soma dos dois efeitos. Fonte: (AMARO, 2015)

Nesse sentido, essa equação divide o problema em dois termos: o primeiro é denominado Redução ao Equador, levando em consideração o movimento solar na eclíptica, onde o Sol médio possui movimento no Equador. O segundo termo é chamado de Equação do Centro e leva em consideração a órbita elíptica. Desse modo, fica definida a Equação do Tempo (MINGUENS, 1995). Dado por:

$$ET(\text{dia}) = 7,68 \text{ sen } \left((\text{dia} - \text{afélio}) \frac{2\pi}{\text{ano}} \right) + 9,87 \text{ sen } \left((\text{dia} - \text{equi}) \frac{4\pi}{\text{ano}} \right), \text{ onde:}$$

ET = Equação do Tempo, variação em minutos em relação ao dia solar médio, em função do dia do ano. O dia irá de 1 a 365 no qual a data de primeiro de janeiro corresponde a 1, e 31 de dezembro corresponde a 365.

O afélio, que acontece no dia 3 de julho, será o centésimo octogésimo quarto dia (184°), ao passo que o *equi* corresponde ao equinócio de outono (22 de março) e será o octogésimo primeiro dia do ano (81°).

Nesse contexto, Almeida explica:

Como a órbita da Terra tem a forma de uma elipse, o nosso planeta, ao descrevê-la, passa por uma posição que é a mais afastada possível do Sol (o afélio), que ocorre por volta de 4 de julho de cada ano, e por uma outra posição (denominada periélio), na qual está à distância mínima da nossa estrela (próximo de 4 de janeiro de cada ano). (ALMEIDA, 2013, p. 166).

Com essa declaração, nota-se que a explicação para a ocorrência dessa variação de tempo se dá em função de a órbita da Terra em torno do Sol possuir a forma de uma elipse. Com efeito, o Sol médio é uma referência fictícia, relativa ao movimento ao longo do Equador celeste (enquanto o Sol verdadeiro se move ao longo da Eclíptica), com velocidade angular constante, de modo que os dias solares médios são iguais entre si (os dias solares verdadeiros não são iguais entre si, devido à circunstância de que o Sol, ao mover-se na eclíptica, não tem velocidade angular constante), porém, é anualmente periódico; assim, o ano solar médio é igual ao ano solar verdadeiro (MORAIS, 2003).

Já Saraiva et al. (2015), sobre a posição da Terra em relação ao Sol, ressaltam que, observada a Terra em relação ao Sol, este tem movimento aparente de Leste para Oeste, durante os dias. Sua posição varia entre as estrelas, ao longo do ano. Esse percurso, que é realizado pelo Sol, no ano, tem o nome de eclíptica, com inclinação de $23^{\circ}27'$ em relação ao Equador Celeste, sendo esse percurso uma projeção na esfera celeste do plano orbital da Terra.

Nesse sentido, a cada ano – e durante todo o ano –, ocorrem variações de intensidade solar para mais ou para menos, no decorrer do dia. Para essas extremidades, são dados os nomes de Equinócio e Solstício, fenômenos relacionados às estações do ano, no planeta. Assim, de acordo com Lima (2006, p. 33), as estações existem em consequência da

[i]nclinação do eixo de rotação da Terra, e que dependem de duas propriedades de eixo: 1^a) ele estar inclinado com relação a órbita que a Terra faz ao redor do Sol; 2^a) essa inclinação é sempre a mesma ($23,5^{\circ}$ com relação à perpendicular ao plano orbital), ou seja, o eixo aponta sempre para a mesma posição.

Na Figura 2.15, a seguir, temos a Equação do Tempo feita para o local do estudo:

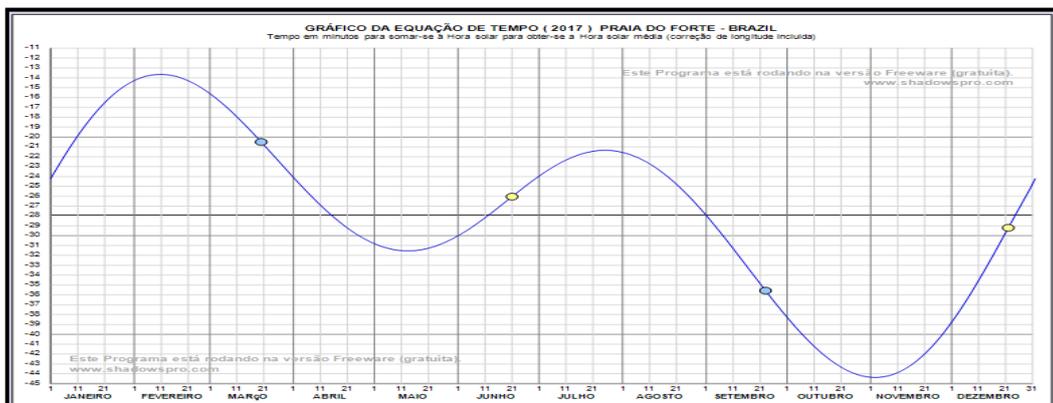


Figura 2.15 – Representação da Equação do Tempo calculada para o local do estudo (CEAC), obtida pelo aplicativo *Shadows*. A linha azul mostra a variação do dia solar, durante o ano, com destaque para os solstícios e equinócios. Fonte: Autor

O aplicativo não somente possibilita a realização da correção das horas, de uma forma prática, mas também auxilia na marcação do mostrador do Relógio de Sol a ser montado. A inclinação do eixo da Terra em relação ao Sol, juntamente com a trajetória elíptica da órbita, faz com que haja variações da intensidade solar, no decorrer do dia. Desse modo, como forma de elucidar a representação do movimento aparente do Sol, a Figura 2.16, na sequência, retrata o nascer do Sol durante o ano, quanto ao Solstício e Equinócio.

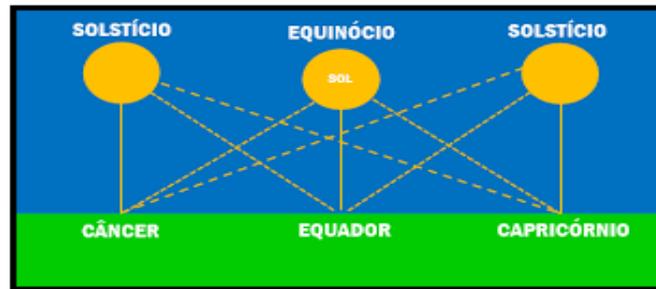


Figura 2.16 – O nascer do Sol, durante o ano. Devido à eclíptica, a Terra, em determinadas épocas do ano, passa por fases em que a intensidade do Sol dura maior tempo ou menor tempo, ao longo do dia (DILÃO, 1999). As transições dessas fases são chamadas de Solstício e Equinócio, fenômenos que ocasionam as mudanças das estações do ano, em todo o planeta. Fonte: <http://www.geografiaopinativa.com.br>

Esse fenômeno pode ser observado em casa, pois, durante o ano, o Sol emite seus raios em posições que variam com o decorrer dos meses, o que faz com que a luz incida em pontos diferentes da residência, nesse período. No Equinócio, a incidência de luz solar ocorre de maneira igual sobre os dois Hemisférios, Norte e Sul. É quando o dia e a noite tem a mesma duração. Quando se dá o Solstício, a luz solar incide mais no Hemisfério Sul ou mais no Hemisfério Norte, variando de acordo com a época do ano.

Assim, ao realizar o registro da posição do Sol, através de imagens produzidas no mesmo local e no mesmo horário, ao longo de um ano, verifica-se que o Sol efetua um movimento aparente no céu, na figura de um número “oito” na esfera celeste. Esse movimento é conhecido como Analema, mostrado na Figura 2.17, e é ocasionado pela inclinação do eixo da Terra e pela sua rotação elíptica em torno do Sol (LIMA NETO, 2013).

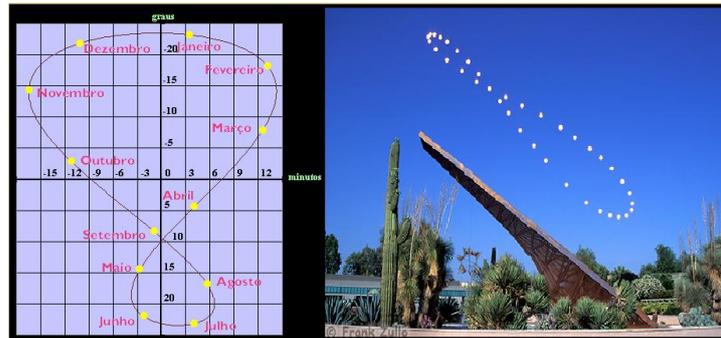


Figura 2.17 – Representação do Analema, mostrando o registro do Sol realizado durante o ano, no mesmo local e horário. Observamos um movimento em formato do número oito. Ao lado, a posição no céu, no decorrer do ano. Fontes: <http://oceudomes.blogspot.com.br> e <http://www.zullophoto.com>

Na Figura 2.17, verificamos a marcação da posição lotada pelo Sol no mesmo horário durante o ano. O trajeto em formato do número oito ocorre pela inclinação do eixo de rotação da Terra e pelo fato de a sua órbita ser elíptica, portanto, a velocidade de revolução (translação) é irregular.

2.4.2 O Ponto Vernal

Também conhecido como Ponto de Áries, trata-se da intersecção da trajetória aparente do Sol com o Equador, aproximadamente a cada dia 21 de março (Figura 2.18), quando acontece o Equinócio de Primavera no Hemisfério Norte e, conseqüentemente, o Equinócio de Outono, no Hemisfério Sul (SARAIVA, 2012). É um dos dois pontos de intersecção do Equador celeste com a eclíptica, também conhecido como Ponto Gama (representado pela letra grega γ). Devido à Precessão dos Equinócios, a posição do Sol, vista da Terra, com o passar dos séculos parece mudar.

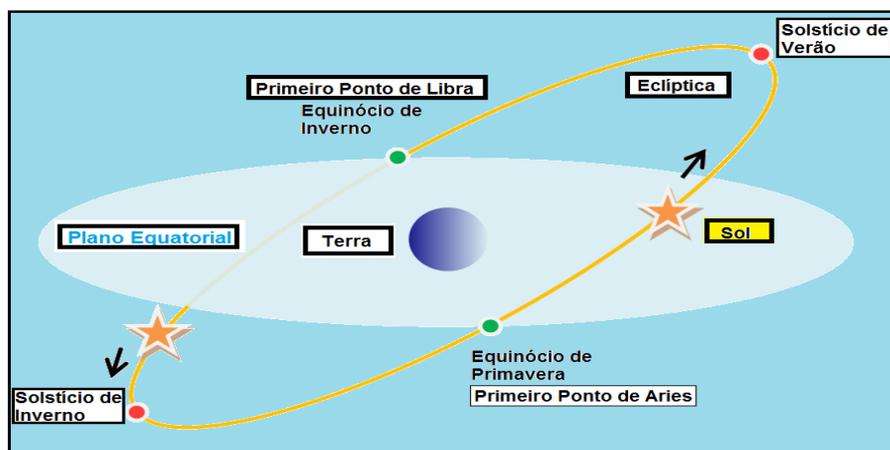


Figura 2.18 – Equinócio vernal ou primeiro ponto de Áries com seu oposto, ponto de Libra. Adaptado de <http://static2.businessinsider.com>

O Ponto Vernal indica tanto a origem da contagem da ascensão reta³, no sistema equatorial de coordenadas⁴, quanto da contagem de longitude eclíptica – no sistema eclíptico.

O Ponto Libra fica oposto ao Ponto Áries. Ao passar por ele, o Sol se desloca do Hemisfério Norte para o Hemisfério Sul, por volta do dia 22 de setembro, quando se inicia o Outono, no Hemisfério Norte. Em função da Precessão dos Equinócios, nos dias atuais, esse ponto encontra-se na Constelação de Virgem (MILONE, 2003).

2.5 O ensino de Matemática e os PCN

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) versam sobre o fato de que a Matemática deve ter conexão com a realidade do estudante, percebida como importante ferramenta a ser usada em seu cotidiano. Nesse sentido, o processo da transposição didática determina a trajetória que deverá ser seguida pelo docente, a fim de garantir o pleno aprendizado.

Ao propor este estudo, procuramos encontrar respostas aos seguintes questionamentos: como facilitar a aprendizagem dos conteúdos referentes à Trigonometria e à Geometria para os estudantes? Quais áreas do conhecimento podem contribuir na construção da compreensão matemática? Como utilizar o cotidiano e o ambiente vivido pelos estudantes, para uma melhor compreensão dos fenômenos matemáticos?

A busca da resolução dos problemas nos conteúdos abordados em Matemática, por meio de estratégias educacionais respaldadas nas reais necessidades dos estudantes, em cada etapa do seu estágio de conhecimento, concorre na construção e na compreensão do saber, de maneira a levar os alunos a refletir sobre diferentes aspectos da resolução de problemas, no âmbito do ensino da Matemática. Tal ação tem como objetivo, de acordo os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997, p. 19), proporcionar um ensino da Matemática capaz de

[e]star ao alcance de todos e a democratização do seu ensino deve ser meta prioritária do trabalho docente. (...) No ensino de Matemática, destacam-se dois aspectos básicos: um consiste em relacionar observações do mundo real com representações; outro consiste em relacionar essas representações com princípios e conceitos matemáticos (BRASIL, 1997, p.19).

Dessa forma, o estudante é estimulado a conceber múltiplas alternativas para a resolução de problemas o que valoriza o seu saber, com novas possibilidades de aprendizagem. Os PCN

³ Coordenada azimutal que equivale ao arco, medido no Equador celeste, entre os círculos horários, que passam pelo ponto vernal e pelo astro, no sentido horário, quando visto do Polo Sul Celeste.

⁴ Sistema de Coordenadas Celestes que têm como plano fundamental o Equador Celeste, sendo amplamente usado para mapear corpos celestes.

orientam que, em uma situação-problema, por exemplo, não existe um único trajeto designado no processo: ensino x aprendizagem em Matemática.

Segundo os PCN, ensinar Matemática através da resolução de problemas é dar importância ao significado da aprendizagem, evitando, nessa perspectiva, a reprodução do conhecimento de forma mecânica e sem sentido para o estudante. Se uma presumida situação-problema é apresentada a ele, este poderá estabelecer relações com situações reais e criar mecanismos motivadores na construção de caminhos para a solução ou mesmo soluções. Tanto para a Geometria, quanto para a Trigonometria, a abstração e o raciocínio lógico são fundamentais na resolução de problemas (MELO, 2003).

Ainda com relação aos PCN, o ensino da Matemática deverá se valer de situações cotidianas, para estimular nos estudantes, o raciocínio lógico e científico. Através desse percurso, eles poderão, por suas próprias iniciativas, construir de maneira crítica e criativa as resoluções para os problemas propostos, além de empregar seus conhecimentos matemáticos em situações diversas. Outro aspecto importante é o direcionamento do estudante no sentido de fazer conexões entre diferentes temas matemáticos e o conhecimento de outras áreas do currículo.

Sob essa perspectiva, os PCN de Matemática para o Ensino Médio enfatizam a relevância de a escola transpor os limites teóricos pertinentes à disciplina. As Diretrizes Curriculares consideram que todo o arsenal de competências e habilidades deverá ser desenvolvido de modo linear e conjunto com as demais disciplinas. Consta, no PCNEM (2002) e no PCN+ (2002), que o ensino de Matemática, por meio de conjectura e do relacionamento aos saberes presentes em outras áreas do conhecimento, deverá contribuir, no desenvolvimento das habilidades dos estudantes, concernentes à compreensão, comunicação, investigação, representação e contextualização sociocultural.

Os PCN relevam que o estudo da Trigonometria, quanto ao potencial de desenvolvimento das habilidades e competências, esteja intimamente associado a situações habituais do discente.

Outro tema que exemplifica a relação da aprendizagem de Matemática com o desenvolvimento de habilidades e competências é a Trigonometria, desde que seu estudo esteja ligado às aplicações, evitando-se o investimento excessivo no cálculo algébrico das identidades e equações [...] (BRASIL, 1999, p. 257).

Logo, ao executar atividades práticas que envolvem conhecimentos relativos aos triângulos, por exemplo, o estudante perceberá maior significado do assunto estudado em sala de aula.

2.5.1 Letramento e os exames de avaliação de competências em Matemática

Neste item, o sentido de letramento está ligado à capacidade de o estudante ler e interpretar questões matemáticas. É importante evidenciar que *letramento* é um termo que ainda provoca muitas discussões sobre a abrangência da sua aceção, no que tange às práticas vocais e, também, com respeito aos registros escritos. Segundo Soares (2002), entende-se como Letramento

[o] estado ou condição de indivíduos ou de grupos sociais de sociedades letradas que exercem efetivamente as práticas sociais de leitura e de escrita participam competentemente de eventos de letramento. O que esta concepção acrescenta [...] é o pressuposto que indivíduos ou grupos sociais que dominam o uso da leitura e da escrita e, portanto, [...] em situações em que práticas de leitura e/ou escrita têm uma função essencial, mantêm com os outros e com o mundo que os cerca formas de interação, atitudes, competências discursivas e cognitivas que lhes conferem um determinado e diferenciado estado ou condição de inserção em uma sociedade letrada. (SOARES, 2002, p. 2).

A autora discorre sobre a importância de se ampliar os debates que abordam o conceito de letramento, incluindo a inserção das novas TIC⁵, pelas quais a tecnologia digital proporcionou novas ferramentas para representar a linguagem escrita. *Tablet* e *smartphone*, entre outros equipamentos que podem ser usados com o recurso da internet, possibilitaram novos canais de comunicação, como *e-mail*, *chat*, fóruns e comunidades virtuais, entre outros mecanismos que revolucionaram o convívio humano.

Ainda em relação ao letramento, “[...] alfabetização em Matemática pode ter o caráter restrito, quando se considera o domínio de códigos e símbolos, a leitura e a escrita como prioritários, ou quando este se reduz ao contexto matemático puro” (MAIA; MARANHÃO, 2015). A questão do letramento e da alfabetização em Matemática apresenta a mesma importância que a alfabetização em Língua Materna, na formação do pensamento crítico, investigativo e transformador do meio no qual se vive.

Com o propósito de aprimorar o letramento matemático na Educação Básica, o MEC estuda alguns indicadores de desempenho por alguns sistemas de avaliação, entre os quais estão o PISA e a PROVA BRASIL.

2.6 O PISA

Indicadores revelam que, quanto ao Brasil, o ensino de Ciências e Matemática não aponta repercussões satisfatórias e fica abaixo da média em relação a muitos países. Um dos indicadores

⁵ Conjunto de recursos tecnológicos, utilizados de forma integrada, com um objetivo comum.

mais relevantes é o PISA (*Programme for International Student Assessment* - Programa Internacional de Avaliação de Alunos), cujos objetivos são

[...] observar competências, e coletar informações para a elaboração de indicadores contextuais que possibilitam relacionar o desempenho dos discentes às variáveis demográficas, socioeconômicas e educacionais. Essas informações são coletadas por meio da aplicação de questionários específicos para os estudantes, para os professores e para as escolas. (PISA, 2015).

O programa é executado a cada três anos e compreende Ciências, Leitura e Matemática. A cada edição, uma dessas áreas do conhecimento recebe maior destaque. Em 2000, o foco foi Leitura; em 2003, Matemática; em 2006, Ciências; em 2009, iniciou-se novo ciclo do programa, com a ênfase novamente em Leitura; em 2012, Matemática e, em 2015, mais uma vez Ciências.

Relacionados com as avaliações de Ciências e Matemática, desde a implementação do PISA, os resultados obtidos no Brasil demonstram uma tendência alarmante. No tocante ao estudo mais recente (2015), os resultados obtidos revelam que a maior parte dos avaliados em Ciências mantiveram os índices próximos aos atingidos nas três avaliações anteriores, conforme observado no Gráfico 2.1.

O ponto central da edição do PISA 2015 foi Ciências. Por esse motivo, essa área do conhecimento teve o teste de desempenho com o maior quantitativo de itens, em relação aos demais domínios. Houve também questionários específicos, para avaliar as atitudes dos estudantes, no tocante à ciência e à tecnologia.

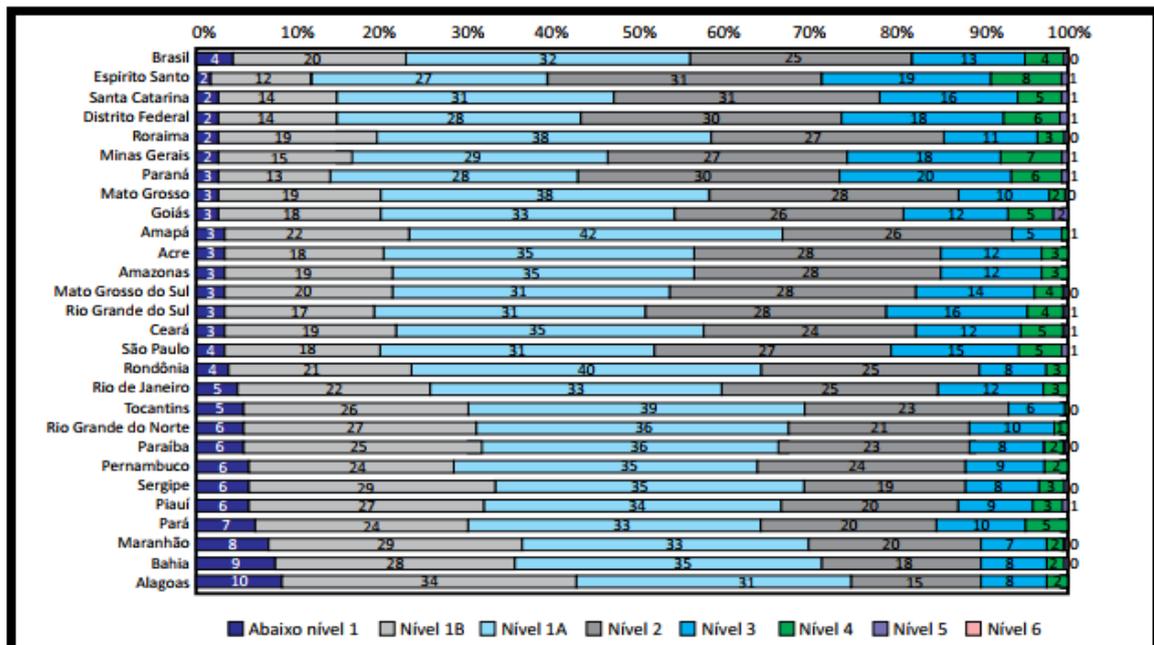


Gráfico 2.1– Percentual de estudantes por nível de proficiência em Ciências, 2015, por unidade da Federação - Brasil. Fonte: www.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/

Temos, na projeção do Gráfico 2.1, a pontuação média dos jovens brasileiros participantes da avaliação de Ciências, que foi 401 pontos, valor significativamente inferior à média dos estudantes dos países membros da OCDE (493 pontos). Outra observação é de que pouco mais de 40% deles atingiu pelo menos o nível 2 da escala. A OCDE considera esse nível como o básico de proficiência, o qual viabiliza não só o aprendizado, mas a participação plena na sociedade moderna, em um mundo globalizado (OCDE, 2016). Os brasileiros com maior nota em Ciências, 10% dos estudantes, alcançaram pontuação média de 522 pontos, situados entre os níveis 3 e 4 da escala. Menos de 1% atingiu os dois maiores níveis da escala. Nos países da OCDE, a percentagem de estudantes nesses níveis ultrapassou 7% (INEP, 2015).

No Gráfico 2.2, temos o comparativo em Ciências por rede de ensino. O desempenho na rede federal está pouco acima da média OCDE e do nível nacional, Enquanto a rede particular se encontra pouco abaixo da média OCDE e acima da média nacional, as redes estadual e municipal ficaram abaixo das médias OCDE e nacional.

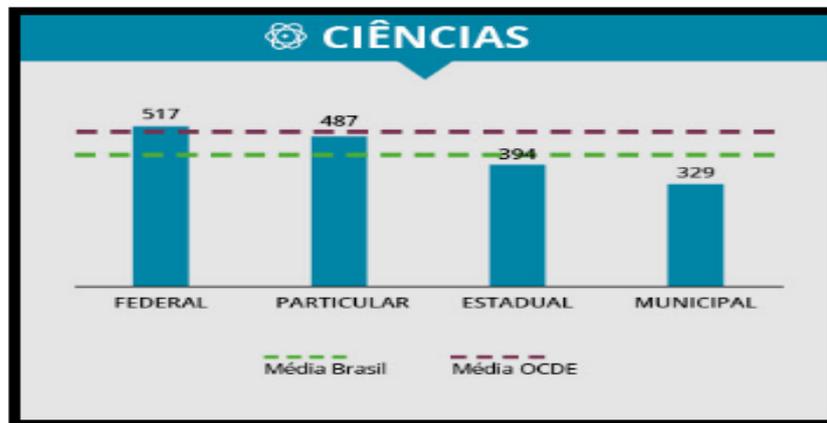


Gráfico 2.2– Percentual de estudantes nível de proficiência em Ciências, 2015, rede de ensino. Adaptado de *Nova Escola*. Fonte: www.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/

Os dados coletados identificam que os brasileiros tiveram maiores dificuldades nas respostas do tipo aberta. Nas três áreas do conhecimento, há questões com respostas abertas, múltipla escolha complexa e múltipla escolha simples (esta última considerada mais difícil). Um dado importante é o fato de que, nas três últimas avaliações, não houve queda, porém, há estagnação nos índices obtidos por estudantes brasileiros, ilustrado no Gráfico comparativo 2.3.

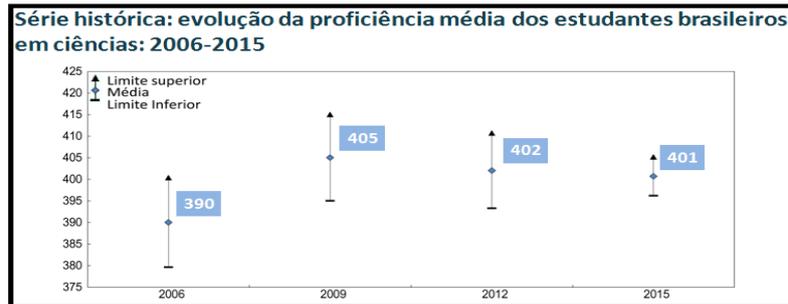


Gráfico 2.3– Comparativo dos resultados obtidos em Ciências entre 2006 e 2015. Fonte: www.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/

Os dados existentes no Gráfico 2.3 confirmam que a proficiência em Ciências ficou estacionária nas três últimas avaliações, com ligeira queda percentual. No comparativo realizado entre as quatro redes de ensino brasileiras, temos o desempenho de Ciências, conforme se nota no Gráfico 2.4:

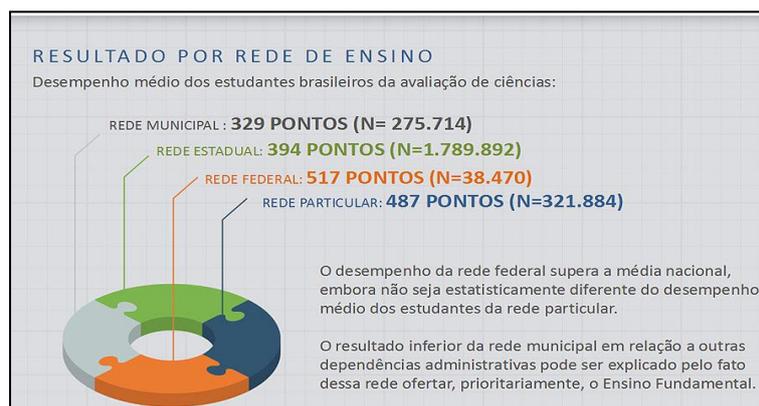


Gráfico 2.4– Representação do comparativo por rede de ensino mostrando os resultados dos desempenhos relativos aos estudantes brasileiros em relação à proficiência em Ciências. <http://cgceducacao.com.br/pisa-2015-graficos/>

Verificamos que os resultados relativos a Ciências, nas redes pública e particular, não são estatisticamente diferentes. Outro fato é que a maioria dos estudantes avaliados mencionou não só o interesse, mas relatou também que se divertem, durante a aprendizagem, apesar de o desempenho ser bem abaixo da média da OCDE. Já os resultados da avaliação em Matemática são ainda mais drásticos. Houve queda nos índices do Brasil, em particular no estado da Bahia, o qual se encontra na antepenúltima colocação, apresentando níveis muito abaixo da média nacional, conforme se observa no Gráfico 2.5:

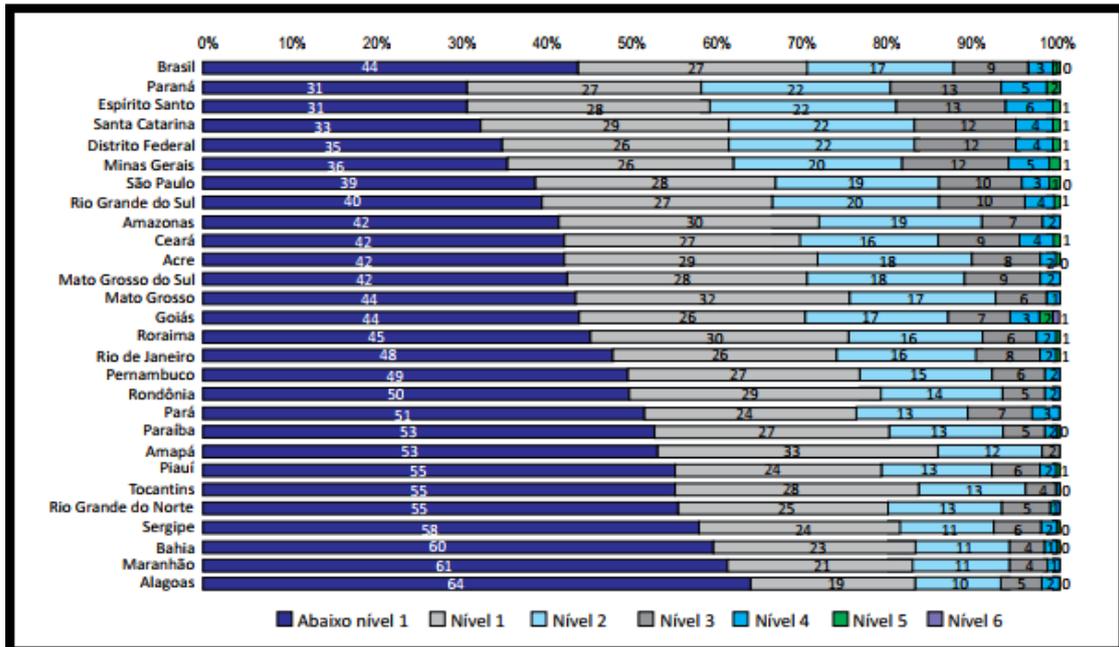


Gráfico 2.5– Percentual de estudantes por nível de proficiência em Matemática, por unidade da Federação - Brasil. Fonte: www.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015

Os resultados do estudo em relação à Matemática revelam que o percentual de estudantes que responderam corretamente a cada uma das perguntas variou substancialmente. No Brasil, o percentual de respostas corretas foi de 24,8%, em média, sendo o Espírito Santo a unidade da Federação com maior percentual de acerto (30,5%) e o Maranhão, com o menor (18,7%). No contexto internacional, a Coreia do Sul apresentou o maior percentual de respostas corretas no global (53%). A República Dominicana obteve o menor rendimento (16,1%). Uma das propostas do estudo é a de entender as potencialidades e deficiências relativas aos países avaliados. “Quantidade” foi a categoria que apresentou menor grau de deficiência, na maioria dos países e também nos estados brasileiros (valor em dinheiro, razão e proporção e cálculos aritméticos). A partir desses dados, podemos inferir que o manejo com dinheiro e/ou convívio com circunstâncias que elaborem cálculos aritméticos ou proporções são fatores mais próximos à realidade dos estudantes em relação a “espaço e forma”.

No Gráfico 2.6, temos o comparativo em Matemática por rede de ensino. O melhor resultado foi obtido pela rede federal, alcançando a média OCDE e superando a média nacional. A rede particular superou a média nacional, ficando pouco abaixo da média OCDE. Já as redes estadual e municipal ficaram abaixo das médias OCDE e nacional.

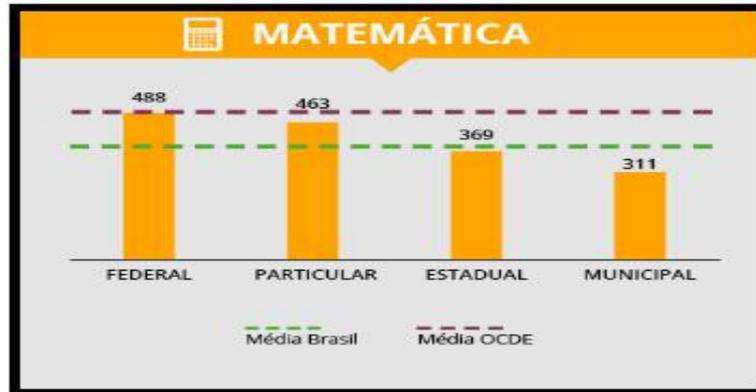


Gráfico 2.6– Percentual por nível de proficiência em Matemática, Rede de Ensino no Brasil. Adaptado de Nova Escola. Fonte: www.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/

Também para Matemática as informações obtidas pelo PISA demonstram que os estudantes brasileiros tiveram maiores dificuldades nas respostas do tipo aberta. (Nas três áreas do conhecimento, há questões com respostas abertas, de múltipla escolha complexa e de múltipla escolha simples, esta última considerada de maior dificuldade). A questão preocupante em Matemática é que, além de essa disciplina apresentar os piores rendimentos dos estudantes brasileiros, esses índices percentuais diminuíram na última avaliação, conforme o Gráfico 2.7.



Gráfico 2.7 – Comparativo dos resultados obtidos no Brasil em Matemática entre 2000 e 2015. Fonte: INEP, 2015. www.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/

O estudo aponta para o baixo desempenho dos brasileiros, no ensino da Matemática. Ao observarmos a análise mais detalhada feita pelo INEP, percebemos a identificação de que os estudantes brasileiros, em sua maioria, não conseguem relacionar e nem perceber significado algum nos conteúdos dos livros didáticos. Outro fator é a falta de correlação efetiva com suas rotinas, e essa ausência de conexão resulta em desempenhos inferiores ao mínimo projetado, nas quatro redes de ensino do país, segundo demonstra Gráfico 2.8, a seguir:

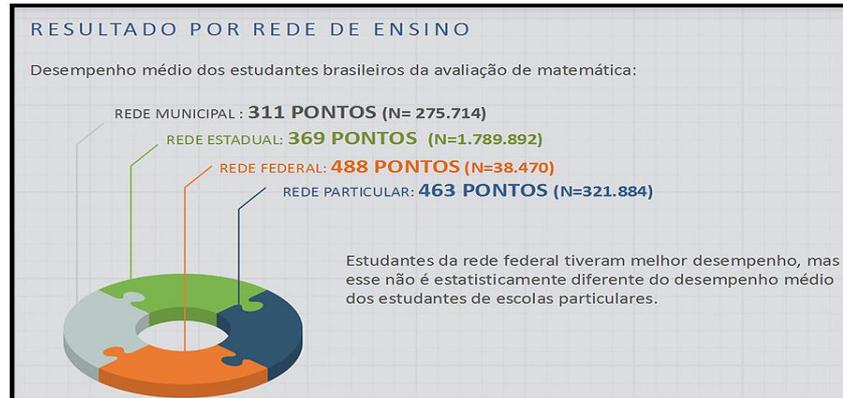


Gráfico 2.8– Representação do comparativo por rede de ensino mostrando os resultados dos desempenhos relativos aos estudantes brasileiros em relação à proficiência em Matemática.
<http://cgceducacao.com.br/pisa-2015-graficos/>

Pelos dados apresentados, verifica-se que o desempenho dos estudantes brasileiros referente à Matemática, nas diferentes redes de ensino, se encontra correlacionado tanto às dificuldades na assimilação de conteúdos quanto às suas expectativas de vivência. Segundo o INEP, não há "evidências empíricas" para confirmar "diferenças estatisticamente significativas" entre a pontuação dos estudantes brasileiros, nas três áreas do Pisa, entre 2015 e as três últimas edições entre 2006 e 2012.

Ao realizar o cruzamento dos dados obtidos com os registros nos dois últimos anos letivos, com os estudantes do CEAC (dados do SGE-SEC/BA), percebemos que, na maioria dos casos, há dificuldades de leitura e de interpretação e, muitas vezes, os estudantes desse colégio questionam a relação dos conteúdos de Ciências e Matemática com o seu cotidiano e suas expectativas profissionais.

Vale ressaltar que, conforme o PISA, o ensino de Matemática, no Brasil, obtém resultados inferiores aos obtidos em outros países participantes. Está abaixo do ideal e necessita passar por modificações que proporcionem maior significado para o estudante, motivando-o a buscar constantemente o conhecimento. O Brasil ocupa a posição 59^o no *ranking* mundial, atinente ao rendimento escolar em Matemática. Em Ciências e Leitura, ocupa a 60^a posição, segundo se pode ver no Quadro 2.2, a seguir:

Matemática		Leitura		Ciências	
1ª CHINA	3,8	1ª CHINA	2,9	1ª CHINA	2,7
2ª CINGAPURA	8,3	2ª COREIA	7,6	2ª ESTÔNIA	5
3ª COREIA	9,1	3ª ESTÔNIA	9,1	3ª COREIA	6,6
4ª ESTÔNIA	10,5	4ª JAPÃO	9,8	4ª JAPÃO	8,5
5ª JAPÃO	11,1	5ª CINGAPURA	9,9	5ª CINGAPURA	9,6
59ª BRASIL	68,3	59ª JORDÂNIA	50,7	59ª JORDÂNIA	49,6
60ª JORDÂNIA	68,6	60ª BRASIL	50,8	60ª BRASIL	55,2
61ª CATAR	69,6	61ª COLÔMBIA	51,4	61ª COLÔMBIA	56,2
62ª COLÔMBIA	73,8	62ª INDONÉSIA	55,2	62ª CATAR	62,6
63ª PERU	74,6	63ª CATAR	57,1	63ª INDONÉSIA	66,6
64ª INDONÉSIA	75,7	64ª PERU	59,9	64ª PERU	68,5

Quadro 2.2– *Ranking* em percentagem: baixo rendimento dos estudantes brasileiro em Matemática, Leitura e Ciências, em relação aos outros países participantes do estudo. Fonte: Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico/OCDE.

Os dados expostos evidenciam que o rendimento escolar dos estudantes brasileiros em Matemática se encontra aquém do esperado, no que concerne à oferta de ensino com qualidade. O estudo revela que há necessidade da criação de novas estratégias educacionais. A Figura 2.19 representa um esquema de definição de letramento, O problema depois de contextualizado é formulado como problema matemático. Com o emprego da matematização, chega-se a resultados matemáticos que serão interpretados de forma contextualizada, segundo o PISA:

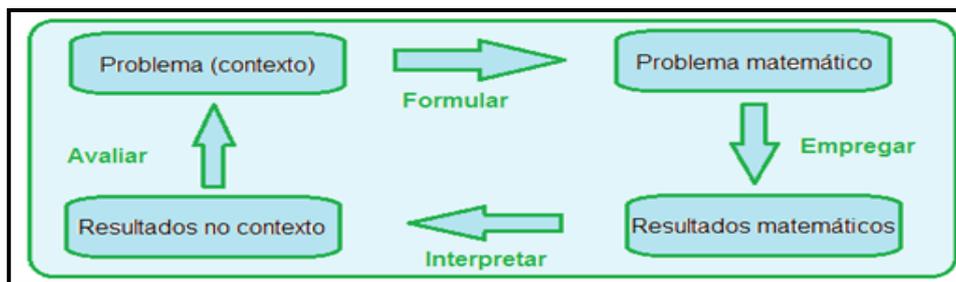


Figura 2.19– Esquema das etapas do processo de letramento em Matemática. Adaptado de: www.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/

Portanto, a proposta de letramento visa a levar o estudante a enfrentar um problema do mundo real e fazer a sua matematização. Na etapa seguinte, ele deverá propor caminhos

matemáticos para a sua resolução, de sorte a chegar a um resultado que deverá estar adequado ao contexto proposto.

2.7 A Prova Brasil

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) foi criado, em 2007, pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). O objetivo é medir a qualidade da aprendizagem, no Brasil, e planejar objetivos para a melhoria do ensino. O IDEB é calculado com base na aprendizagem dos estudantes em Português e Matemática, aferidas pela Prova Brasil, e no fluxo escolar, por meio da taxa de aprovação. A Prova Brasil é realizada a cada dois anos para os Quinto e Nono Anos do Ensino Fundamental II e para o Terceiro Ano do Ensino Médio. Os estudantes do Terceiro Ano do CEAC foram submetidos à Prova Brasil pela primeira vez, em outubro do ano de 2017, portanto, ainda não há dados para demonstração, porém, veremos, neste trabalho, dados referentes a resultados obtidos no município de Mata de São João, valores atingidos na Bahia e no Brasil. No Gráfico 2.20, temos o gráfico da evolução global dos estudantes brasileiros em Matemática, entre 2005 e 2015.



Gráfico 2.9– Evolução no IDEB referente ao Ensino Fundamental I e II e Ensino Médio, entre 1995 e 2015. Há pequeno crescimento no Ensino Fundamental e queda no Ensino Médio, desde 1995. Fonte: Brasil MEC - 2016

De acordo com os dados apresentados, podemos observar que houve pequena melhora dos resultados obtidos no ensino Fundamental I. No Ensino Fundamental II, os resultados encontram-se praticamente estagnados, no período, enquanto o Ensino Médio teve retração nos índices, entre 1995 e 2015.

A Figura 2.20 traz o comparativo por estados e a média do Brasil, quanto à proficiência média em Língua Portuguesa e Matemática para o quinto e nono anos do Ensino Fundamental, além do Terceiro Ano do Ensino Médio. Os resultados de Matemática no estado da Bahia, para o 5º ano, estão cerca de 10% abaixo da média nacional e, para o 9º ano, encontram-se cerca de 5% abaixo da média nacional. Com relação ao 3º ano do Ensino Médio, temos uma defasagem de aproximadamente 6%, ou seja, os índices nos níveis de ensino avaliados encontram-se abaixo da média nacional.

Unidade da Federação	Proficiência média (5º ano EF)		Proficiência média (9º ano EF)		Proficiência média (3ª série EM)	
	Língua Portuguesa	Matemática	Língua Portuguesa	Matemática	Língua Portuguesa	Matemática
Brasil	207,6	219,3	251,5	255,8	267,1	267
Rondônia	203,2	214,8	252,2	255,2	266,9	265,3
Acre	205,8	217,6	246,3	245,9	262,1	257
Amazonas	197,1	207,6	247,6	245,9	259,3	257,1
Roraima	193,2	208,2	234,2	237,6	260,5	259,7
Pará	183	194	236,8	237	254,9	254,3
Amapá	181,7	191,9	231,6	233,6	255,7	252,2
Tocantins	195,2	205,4	242,8	247,4	253,8	256,1
Maranhão	178,4	188,6	230,9	232,1	246,3	247,6
Piauí	190	202,5	243,3	248,4	255,1	256,1
Ceará	212,6	220,9	255,7	256,7	256,6	260,6
Rio Grande do Norte	189,7	199,9	244,2	247,8	251,9	254,9
Paraíba	192,8	203,7	240	244,7	258	257,7
Pernambuco	195,4	207,1	244,2	248,3	270,2	267,8
Alagoas	184,7	198,4	235,1	239,8	250,6	252,7
Sergipe	187,8	201	242,7	247,5	257,1	258,2
Bahia	189,1	200,6	238,5	242,8	250,4	251,1
Minas Gerais	220,7	232,4	258,6	264,6	268,7	272,1
Espírito Santo	213,7	224,8	256,5	263,5	277,4	281
Rio de Janeiro	211,7	221	254,1	260,5	276,1	274
São Paulo	222,4	236,8	257,4	262,3	274,7	273
Paraná	221,1	236,1	254,8	260,9	273,3	273,2
Santa Catarina	223,1	235,9	266,6	272,7	276,6	278
Rio Grande do Sul	212,6	223,8	256,7	259,4	272,8	273,3
Mato Grosso do Sul	210,5	220,5	263	264,6	279,1	275,9
Mato Grosso	205,5	215,9	242,4	247,5	264,1	263,2
Goiás	212,7	221,1	261	263	269,7	270,2
Distrito Federal	219,9	228,7	259,5	264,9	284,2	280,1

Figura 2.20 – Evolução nas avaliações da Prova Brasil em Português e Matemática, comparadas às metas. Há evolução desde 2005, porém, com resultados abaixo das metas estabelecidas. Fonte: <http://www.qedu.org.br/brasil/ideb>. Dados do IDEB/INEP (2015).

Através dos indicadores verificamos as relações das curvas de desempenho exibidas com a tabela de evolução. No Gráfico 2.10, temos a curva de desenvolvimento de proficiência, no Brasil, atinente ao desempenho dos estudantes brasileiros em Matemática:

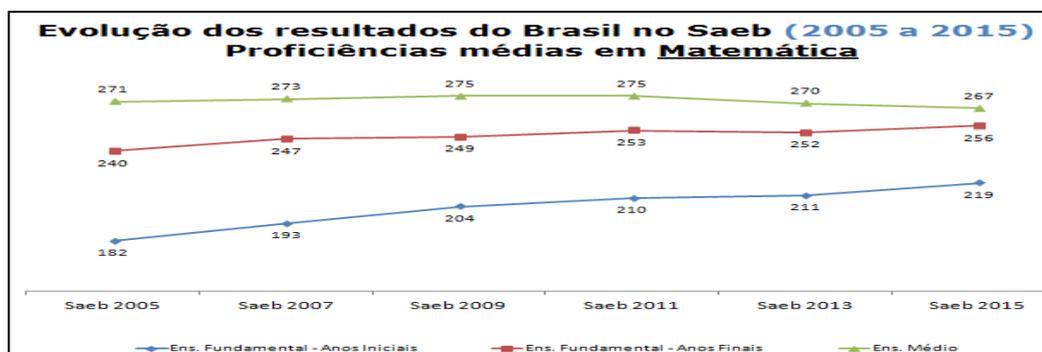


Gráfico 2.10 – Evolução nas avaliações SAEB em Matemática, comparando as três modalidades de ensino, desde 2005. Fonte: <http://www.qedu.org.br/brasil/ideb>. Dados do IDEB/INEP (2015).

Por sua vez, o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) é composto por duas avaliações: Avaliação Nacional da Educação Básica (ANEB) e Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (ANRESC) - Prova Brasil. Essas avaliações verificam a qualidade do ensino ministrado nas escolas das redes públicas. Na Figura 2.21 temos o comparativo de desempenho entre o estado da Bahia e o Brasil, para os 5º e 9º anos.

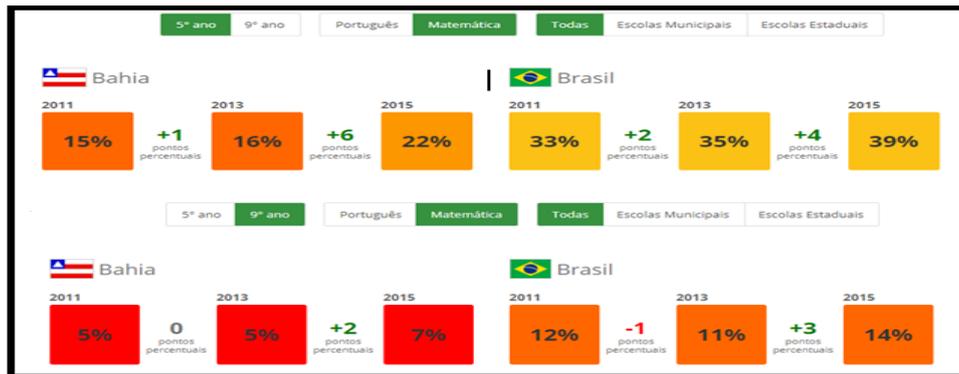


Figura 2.21– Percentuais de desempenho do estado da Bahia em relação ao Brasil para os 5º e 9º anos. Fonte: <http://www.qedu.org.br/brasil/ideb>.

Na Figura 2.22, temos o comparativo de desempenho entre o município de Mata de São João e o Brasil, obtido nos 5º e 9º anos.

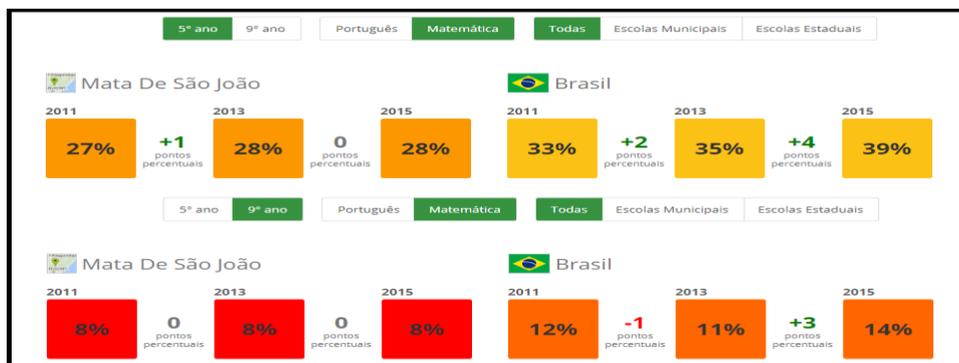
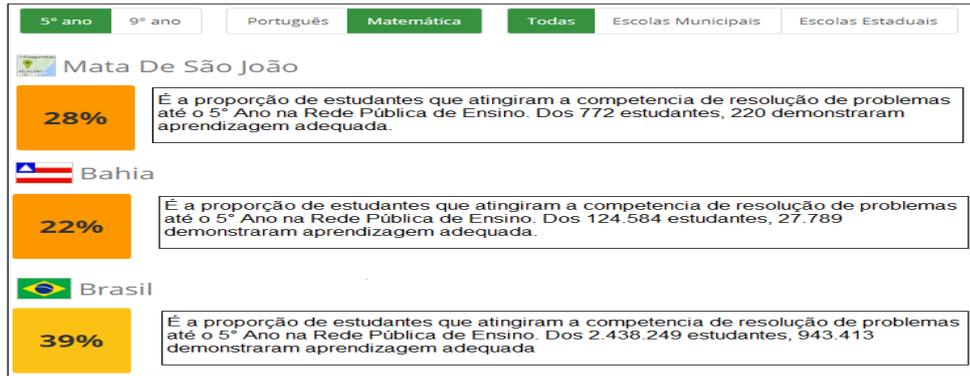


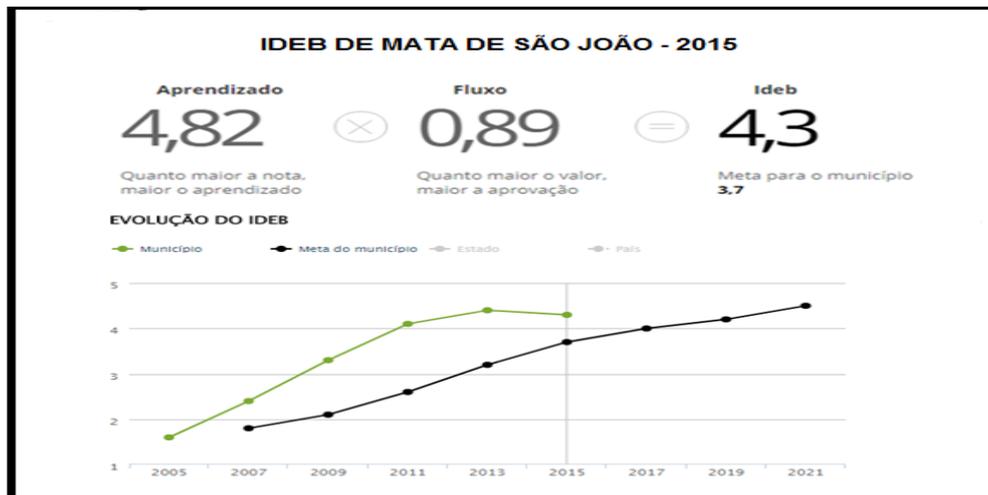
Figura 2.22 – Percentuais de desempenho do município de Mata de São João em relação ao Brasil, para os 5º e 9º anos. Fonte: <http://www.qedu.org.br/brasil/ideb>.

As Figuras 2.21 e 2.22 mostram o desempenho dos estudantes do município de Mata de São João, em relação ao estado da Bahia e ao Brasil. Os números apontados comprovam que há muito a ser feito, na condução das aulas e na busca de motivação do educando. Temos ainda o Quadro 2.3, demonstrando o comparativo do percentual de competência, cotejado com o município, estado e país, para o 5º Ano. O Quadro 2.3 evidencia que o índice dos estudantes do município está acima da média estadual, porém, abaixo da média nacional.



Quadro 2.3 – Competência: município, Bahia e Brasil 5º Ano. Fonte: <http://www.qedu.org.br/brasil/ideb>.

No Quadro 2.4, temos o IDEB de Mata de São João. Ao longo do período analisado, a curva de rendimento encontra-se acima da meta planejada (+0,6%). O índice de aprovação também é satisfatório, estando próximo a 90%. Todavia, mesmo os resultados do IDEB estando acima da meta, o índice 6,0 ainda não foi alcançado.



Quadro 2.4 – IDEB de Mata de São João. A relação entre o aprendizado e o fluxo (aprovação) gera resultado acima da meta projetada. Fonte: <http://www.qedu.org.br/brasil/ideb>.

Os dados atestam que, apesar de os resultados estarem não só acima do que foi projetado, mas também se mostrarem crescentes (apesar do decréscimo no biênio 2013- 2015, mas acima de 2011), o índice almejado (6,0) ainda não foi atingido.

2.8 Resultados das Avaliações no CEAC

No CEAC, os rendimentos dos estudantes, nos anos letivos de 2014 e 2015, estão identificados nas Tabelas 2.1 e 2.2, referentes à aprovação, reprovação e evasão.

APROVAÇÃO X REPETÊNCIA X EVASÃO 2014		
RESULTADOS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA
APROVADOS	626	55,8%
REPROVADOS	150	13,4%
EVASÃO	346	30,8%
TOTAL	1122	100,0%

Tabela 2.1- Relação entre aprovação, repetência e evasão no CEAC, em 2014. Os dados apontam Frequência Relativa de 13,4% em relação à reprovação e 30,8% referentes à evasão escolar.

Fonte: autor

Com base nas informações da Tabela 2.1, temos o percentual de 44,2%, no que concerne ao número de reprovados e evadidos, no total dos estudantes matriculados no CEAC, em 2014. Trata-se de um número alto, principalmente por causa dos desistentes (30,8%). Quanto ao total dos estudantes concluintes (776), temos 80,7% de aprovação, enquanto 19,3 % dos estudantes foram reprovados, no ano letivo de 2014.

APROVAÇÃO X REPETÊNCIA X EVASÃO 2015		
RESULTADOS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA
APROVADOS	613	58,8%
REPROVADOS	197	18,9%
EVASÃO	233	22,3%
TOTAL	1043	100,0%

Tabela 2.2- Relação entre aprovação, repetência e evasão no CEAC, em 2015. Os dados apontam Frequência Relativa de 18,9% em relação à reprovação e 22,3% referentes à evasão escolar.

Fonte: autor.

Tendo em vista as informações da Tabela 2.2, temos o percentual de 41,2%, no que tange ao número de reprovados e evadidos, no total dos estudantes matriculados no CEAC, em 2015. O número ainda é alto, porém, três pontos percentuais abaixo, em relação ao ano anterior. O percentual de desistentes diminuiu consideravelmente (22,3%), mas a taxa de reprovação, quando cotejada ao ano anterior, aumentou de 13,4% para 18,9%. Acerca do total dos estudantes concluintes (810), tivemos diminuição no percentual de aprovação (75,7%), enquanto a reprovação aumentou de 19,3% para 24,3%, no ano letivo de 2014. O Gráfico 2.11 mostra as curvas de aprovação e reprovação dos anos de 2014 e 2015.



Gráfico 2.11 – Representação da curva de aprovação x reprovação no CEAC, nos anos de 2014 e 2015. Entre esses dois anos, houve diminuição no índice de aprovação e consequente aumento no índice de reprovação. Fonte: Autor

Os dados de rendimento no CEAC coletados junto ao SGE/SEC-BA, relativos aos anos letivos de 2014 e 2015, demonstravam um contexto educacional que necessitava da adoção de uma postura de trabalho capaz de motivar o estudante, através de um trabalho com maior significado para ele.

Em 2017, o CEAC está incluído nas avaliações do INEP, sendo este o motivo de ainda não existirem indicadores comparativos em relação à escola.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, será abordado o caminho percorrido durante a execução do estudo. As estratégias empregadas objetivaram encontrar uma diretriz para reduzir as dificuldades dos estudantes do segundo ano do Ensino Médio em absorver os assuntos pertencentes à Grade Curricular de Geometria e Trigonometria.

Nos anos letivos de 2015 e 2016, os resultados obtidos pelos estudantes do Ensino Médio do Colégio Estadual Alaor Coutinho, no município de Mata de São João – BA, em Matemática, referentes à Geometria e à Trigonometria, apresentaram baixos níveis de aprendizagem, o que resultou na obtenção de notas regulares por parte da maioria dos estudantes, fatos comprovados pelos registros no Sistema de Gestão Educacional - SGE/BA.

Estudantes do local do estudo costumam mencionar dificuldades tanto para assimilar os assuntos dados em sala de aula, quanto para os relacionar com as aplicabilidades no dia a dia. Nesse sentido, a presente proposta se destina a desenvolver um projeto para promover ações voltadas para diminuir o baixo rendimento escolar apresentado.

3.1 Tipo de Estudo e Metodologia Aplicada

O estudo teve a pesquisa-ação como abordagem metodológica. Os conhecimentos prévios em Geometria e Trigonometria dos estudantes foram verificados por meio de avaliação diagnóstica. Essa análise teve por finalidade identificar os principais motivos que constituíram o baixo rendimento dos estudantes do CEAC, nos anos letivos de 2014 e 2015, os quais se mostraram presentes no início do ano letivo de 2016. Os dados coletados foram reproduzidos em números de forma classificatória, onde, após verificação, foram planejadas ações pedagógicas, sendo organizadas Sequências Didáticas (SD) para aplicações das aulas teóricas e das oficinas para construção de *kits* didáticos - Relógios de Sol Equatorial –, apoiadas em atividades interdisciplinares contextualizadas. Essa estratégia teve, como foco principal, buscar contribuir para a diminuição dos obstáculos existentes, durante o processo de ensino-aprendizagem.

A abordagem descritiva também se fez presente, ao longo do desenvolvimento do trabalho, uma vez que os objetos de estudo, inclusive os experimentos efetivados nas oficinas, durante o processo, e os recursos materiais usados durante esse trajeto são os mesmos já utilizados no dia a dia da escola. A Figura 3.1 focaliza o esquema das etapas pelas quais o estudo foi estruturado.

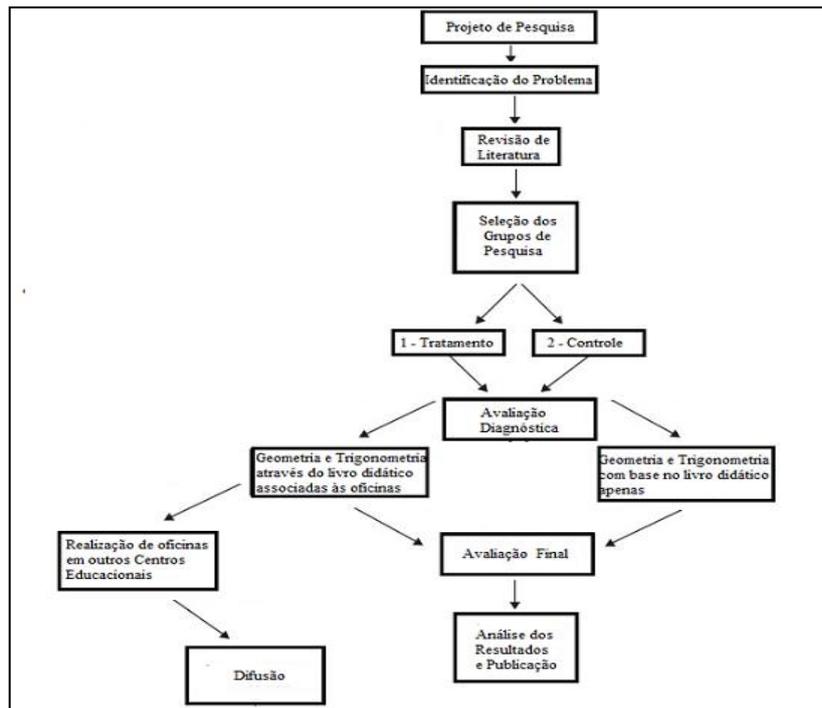


Figura 3.1 – Etapas do processo pelo qual a pesquisa foi realizada. Fonte: Autor.

De acordo com o esquema apresentado, após a identificação do problema no local do estudo (CEAC), foi feito levantamento bibliográfico, no sentido de identificar os principais trabalhos publicados, com a finalidade de propor uma metodologia apropriada para tentar diminuir a ocorrência das dificuldades identificadas junto aos estudantes da unidade de ensino. A etapa seguinte foi a seleção do Grupo de Tratamento (2º ano B) do Grupo de Controle (2º ano C). Foi realizada, nos dois grupos, avaliação diagnóstica para a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes. A partir do diagnóstico, o Grupo de Tratamento participou de oficinas integradas aos conteúdos do livro didático, enquanto o Grupo de Controle seguiu o roteiro planejado para a unidade, sem a laboração das oficinas.

Após a consumação das oficinas, foram promovidas avaliações para a verificação da aprendizagem, em ambos os grupos. Durante o período da realização do estudo, ocorreram oficinas para a montagem de relógios de Sol, em outros centros educacionais, com o objetivo de divulgar a utilização dessa metodologia, através de atividades interdisciplinares, de sorte a proporcionar aos estudantes novas ferramentas de aprendizagem.

3.2 Delimitando o Local e Público de Aplicação do Projeto

O Colégio Estadual Alaor Coutinho – CEAC – encontra-se no Litoral Norte do estado da Bahia, na localidade de Açú da Torre, município de Mata de São João – Bahia. O prédio possui 12 salas de aula, laboratório de Ciências que está passando por reforma e compra de material,

sala de vídeo, auditório com capacidade para 400 pessoas sentadas, quadra poliesportiva, refeitório, jardim central, rádio escolar, área administrativa: sala da direção, vice-direção, sala dos professores, secretaria, vestiário para professores, almoxarifado, sala de reprodução de documentos diversos (fotocópias) e horta escolar. O colégio faz parte da Rede Estadual de Educação da Bahia, classificada como escola de médio porte, funcionando nos três turnos e oferecendo Ensino Médio. No turno noturno, além do Ensino Médio regular, o colégio também disponibiliza a modalidade de ensino de Educação de Jovens e Adultos (EJA), eixos VII e VIII, e curso profissionalizante em Técnico em Administração.

A região em que a escola está situada tem forte atrativo turístico, fica no Litoral Norte da Bahia. Os principais empregadores são hotéis de diversas redes e *resorts*, além de pousadas, albergues, restaurantes, centros turísticos, parques e centros comerciais da região.

Os estudantes são provenientes de várias comunidades do município, como Açu da Torre, Malhadas, Olhos D'Água, Diogo, Santo Antônio, Pau Grande, Curralinho, Areal, Imbassai, Praia do Forte, Porto do Sauípe, Barro Branco e também a comunidade de Barra do Pojuca, localizada no Município de Camaçari, compreendendo um raio de 20 quilômetros. Esses estudantes são oriundos, em sua maioria, de escolas públicas municipais da região e descendem de famílias de lavradores, de trabalhadores domésticos, comerciantes, pensionistas, autônomos e funcionários de empresas públicas e privadas. Ressalta-se que 68% dessas famílias são mantidas pelas mulheres – mães, avós e tias –, segundo levantamento realizado junto aos estudantes da unidade de ensino pela Gestão Escolar.

Em 2017, o quantitativo de estudantes matriculados no colégio está representado pelo total de 1.168 estudantes, assim divididos, conforme a Tabela 3.1:

DISTRIBUIÇÃO DOS ESTUDANTES NO CEAC - 2017

MODALIDADE DE ENSINO	TOTAL
EJA – Educação de Jovens e Adultos	180
Ensino Médio Regular	962
Educação Profissional	26
Total de estudantes matriculados	1068

Tabela 3.1– Distribuição dos estudantes matriculados no CEAC, em relação aos cursos ofertados pela unidade escolar. Fonte: PPP/CEAC.

Do total de estudantes matriculados no CEAC, em 2017, 630 são do gênero feminino, o que representa mais da metade da população escolar (59% aproximadamente). Mais da metade, igualmente, declara possuir acesso às tecnologias da informação e de comunicação, principalmente internet. Para muitos, a rua também é lugar de aprendizagem. Em geral, são

comprometidos, solidários, politizados e interessados na busca do conhecimento e da autonomia. Independentemente do turno, a maioria dos estudantes é composta por trabalhadores que ajudam suas famílias, sendo que alguns são seus provedores. Mais de 90% dos estudantes moram em comunidades da zona rural e são afrodescendentes, segundo pesquisa feita pela direção da unidade escolar.

Para a efetivação do estudo, foram selecionadas as turmas B e C do segundo ano vespertino, no total de 67 estudantes, conforme dados expostos na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Quantitativo de estudantes que participaram do estudo, de acordo com os estudantes matriculados no 2º ano - turmas: B (Tratamento) e C (Controle). – Fonte: Autor

TURMAS	QUANTITATIVO
2º ANO B – TRATAMENTO	35
2º ANO C – CONTROLE	32
TOTAL	67

A estratégia do estudo em grupos teve como objetivo observar, por meio do emprego do experimento Construção de Relógio de Sol, se os conteúdos de Geometria e de Trigonometria, quando abordados de forma prática e interdisciplinar, se tornam mais significativos e prazerosos, reduzindo os índices do baixo rendimento escolar.

3.3 Aplicação do Projeto

Inicialmente, foram examinados os conteúdos específicos de Geometria e de Trigonometria que os estudantes exibiam as maiores dificuldades para assimilar. Na avaliação diagnóstica, foram identificados a realização de cálculos e o entendimento de conceitos existentes no livro didático. Outro fator focalizado foi a dificuldade em relacionar os temas estudados durante as aulas com as aplicações práticas.

O passo seguinte foi a elaboração de Sequências Didáticas – SD – com o emprego da Astronomia, de forma transversal, pautadas na interdisciplinaridade entre Matemática e Geografia, em ações que envolveram a investigação, a observação e a experimentação de temas associados aos conteúdos da grade curricular e presentes nos livros didáticos, com o escopo de proporcionar melhoria da assimilação, além de ensejar a construção do conhecimento, por parte dos estudantes.

Após aulas expositivas introdutórias referentes a cada tema, em sala de aula, a oficina foi apresentada para o Grupo de Tratamento, através do *Power Point* e com o auxílio de projetor. Os estudantes receberam orientações para a montagem de *kits* educacionais, Relógios de Sol do tipo Equatorial, com procedimentos baseados na Geometria e na Trigonometria. As oficinas para os experimentos foram concretizadas em grupos com cinco e com seis estudantes, de acordo com o quantitativo matriculado na turma B do segundo ano vespertino. Na última aula prática, os estudantes exibiram os *kits* didáticos montados nas oficinas e expuseram, em um *blog* criado por eles, orientações sobre montagem e utilização de relógios de Sol.

As Figuras 3.2 e 3.3 mostram o processo empregado com os estudantes para a determinação da Linha Norte-Sul (N-S), através de atividades interdisciplinares com a Geografia. Após essa determinação, é possível posicionar os Relógios de Sol montados por eles, de sorte a obter o horário com a maior precisão possível. Como outra informação essencial para a calibragem dos relógios é a Latitude local, essa informação foi obtida pelos estudantes através de pesquisas em *sites* específicos. Foi solicitado para que eles trocassem essa informação entre os grupos. Antes das montagens dos *kits*, conferimos, com o auxílio de um transferidor, a inclinação correta para os relógios.

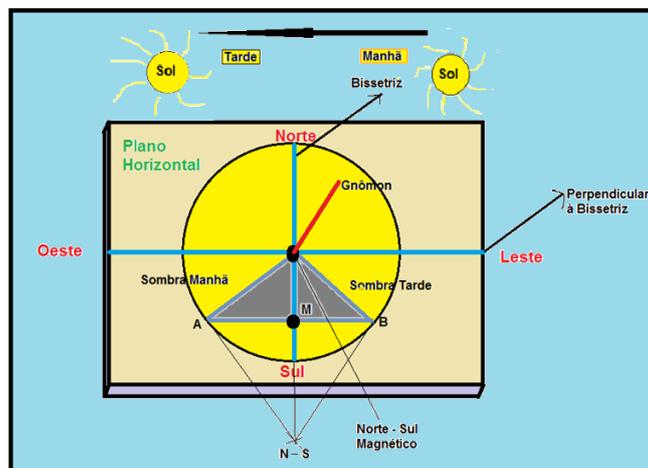


Figura 3.2– Representação geométrica demonstrando a posição da sombra pela manhã e pela tarde, projetadas por um gnômon. A linha Norte-Sul é a bissetriz traçada perpendicularmente aos pontos A e B, referentes às posições das sombras marcadas nos dois turnos. Fonte: Autor

Na Figura 3.3, temos o esquema lateral da obtenção da sombra de um gnômon em 90° , em relação ao solo exposto ao Sol, demonstrando os ângulos formados pela sombra projetada em uma folha de papel A4.

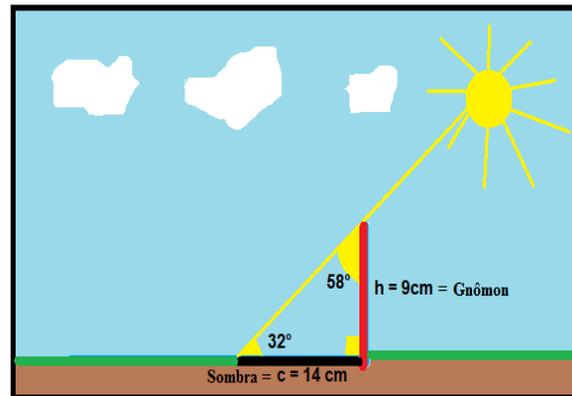


Figura 3.3– Vista lateral exibindo os ângulos obtidos em relação à sombra de um gnômon de 9cm de comprimento, às 9h, no CEAC, no dia 14/10/2016. Fonte: Autor

Na Figura 3.3, temos a representação do experimento realizado para a determinação da Linha Norte – Sul, onde um gnômon em 90° foi usado para a marcação das sombras entre as 9 horas e as 15 horas. Após marcar as sombras, foi possível determinar a linha meridiana local.

Após o experimento, os estudantes assistiram a simulações do movimento aparente do Sol, através de um programa específico no *site* da *Astronomy Education at The University of Nebraska-Lincoln*, onde é possível, entre outras situações, observar o movimento aparente do Sol referente à Latitude escolhida pelo usuário (CEAC, aproximadamente $12^\circ 54'$), conforme explicitado na Figura 3.4.

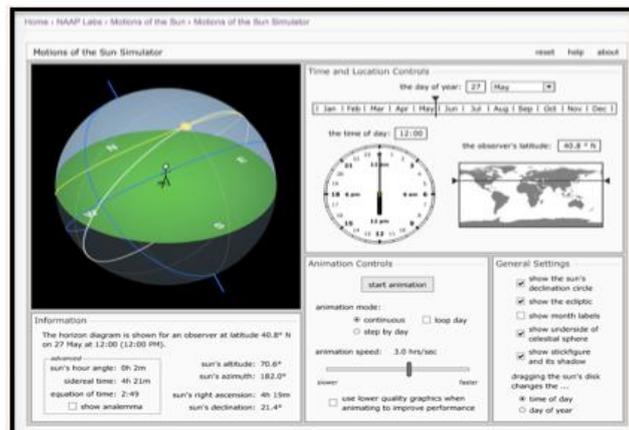


Figura 3.4– Simulador de movimento aparente do Sol da Universidade de Nebraska. Fonte: <http://astro.unl.edu/animationsLinks.html>

Após ajustes para a data e as coordenadas de latitude para Praia do Forte – BA, os estudantes assistiram à simulação do movimento aparente do Sol, em várias velocidades, com o objetivo de demonstrar a passagem aparente do Sol e a variação da sombra, ao longo do dia.

3.4 Sequências Didáticas – Montagem do Relógio de Sol Equatorial

Com base nos PCN, a SD adotada empenhou atividades interdisciplinares com a Geografia, com o objetivo de enaltecer o exercício das habilidades e das competências do educando. Desse modo, a estratégia visa a contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem de Trigonometria e de Geometria, pelo processo de medição do tempo, com a observação de fenômenos naturais, movimento diurno aparente do Sol, por meio da exploração do estudo das semelhanças entre triângulos, para a observação e identificação de ângulos, além de verificar conceitos de grandezas e medidas.

3.4.1 SD 1 - Atividade interdisciplinar: Matemática e Geografia - orientação: determinando o meridiano local. Linha Norte – Sul (N-S)

O meridiano astronômico do local é o plano vertical contendo o zênite e os polos. Ele evidencia a linha meridiana do local, a linha Norte – Sul (N – S). É nele que está localizado o eixo da esfera celeste, que é o prolongamento do eixo de rotação da Terra, ao redor do qual toda a abóbada celeste aparentemente gira (SALVADOR, 2009).

Sob essa perspectiva, vale destacar que a marcação da linha Norte – Sul poderá ser feita através do seguinte método: coloca-se uma haste na posição vertical em relação ao plano do solo, no período da manhã ou da tarde, e, logo após, faz-se a marcação no plano de hora em hora. Ao marcar a sombra em um horário pela manhã e realizar outra marca pela tarde, podemos obter a linha Norte-Sul. Assim, na Figura 3.5, como forma ilustrativa, temos a representação do experimento realizado em 13 de dezembro pelos estudantes de segundo ano B, para a determinação da Linha Norte Sul e, ao lado, a representação geométrica do experimento.

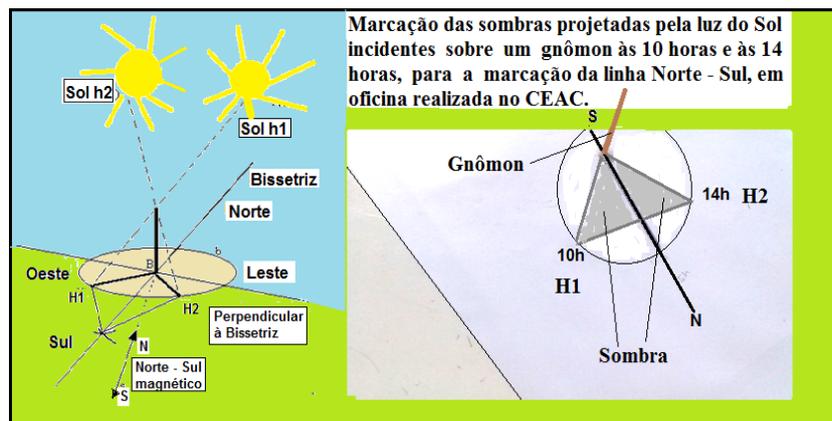


Figura 3.5– Representação do experimento realizado por estudantes do CEAC, para a determinação da Linha N-S e a representação geométrica, demonstrando a posição da sombra pela manhã (10h) e pela tarde (14h), projetadas por um gnômon (pino de 5 cm em ângulo de 90° em relação ao solo), numa folha de papel A4 e a marcação da bissetriz. Fonte: Autor

Para o sucesso de experimento, o ideal é que o local receba a luz do Sol entre as dez horas e as 15 horas em média. Nesse sentido, almejando que o experimento realizado com os estudantes do segundo ano desse certo, foi elaborado um roteiro a ser seguido na oficina linha N-S, adaptado dos estudos de Bergmann e Faquelli, (2009), através dos seguintes tópicos:

1 - Colocar um pino na vertical (importante: o pino tem que estar na vertical e poderá ser usado um fio de prumo, um nível de bolha ou ainda um esquadro), cravando-o no solo ou usando algum apoio (o ideal é cravá-lo na beirada de um gramado). No experimento, foi utilizado papel A4 com um pino de 8 centímetros.

2 - Verificar a sombra do pino no plano e fazer uma marca com giz, marcador ou carvão, na extremidade da sombra.

3 - Usando o barbante, segurar uma ponta junto ao pé da estaca e traçar um arco de círculo, partindo do ponto marcado anteriormente em direção ao Leste (se não souber para que lado esteja o Leste, espere alguns minutos e observe a sombra novamente: ela deverá ter-se deslocado para Leste).

4 - Aguardar entre 3 e 4 horas, para que o movimento da Terra faça com que a sombra do pino torne a se aproximar do arco de círculo traçado. Quando a sombra tocar novamente o arco de círculo, fazer nova marca nesse ponto.

5 - Verificar a distância entre as duas marcas e fazer uma terceira marca na metade dessa distância.

6- Unindo-se esta última marca com o ponto onde a estaca está cravada, tem-se a linha Norte-Sul verdadeira. Resta saber qual extremidade é o Norte e qual é o Sul. Você já sabe qual é o Leste, quando observou o movimento da sombra no chão, então, colocando o Leste à sua direita, o Norte estará à sua frente, o Oeste à esquerda e o Sul atrás. Marcar os pontos cardeais.

3.4.2 SD 2 - Relógio de Sol – montando o *Kit* educacional

1 – RELÓGIO DE SOL EQUATORIAL COM GNÔMON

Após ter sido realizado o experimento interdisciplinar para a determinação do Polo Sul Celeste (item 3.3.1) e traçado da linha Norte-Sul, foi definida a posição na qual deveria ser instalado o Relógio de Sol. Sem esse procedimento, o relógio teria o seu efetivo funcionamento comprometido.

Antes da montagem dos relógios de Sol, os estudantes receberam orientações, através de *slides*, sobre alguns modelos (ver item 3.3.3). Após análises dos modelos apresentados, optamos pelo modelo Equatorial Polar, devido à praticidade e baixo custo. O baixo tempo de montagem também foi levado em consideração. A Figura 3.6 mostra o esquema lateral de um Relógio de Sol Equatorial, onde os estudantes puderam observar os ângulos formados pela sombra, indicados no relógio e gnômon. Com base em fenômenos naturais, no caso a trajetória aparente do Sol, foi uma excelente oportunidade de revisar conceitos referentes a tipos de ângulos, pontos, retas e planos.

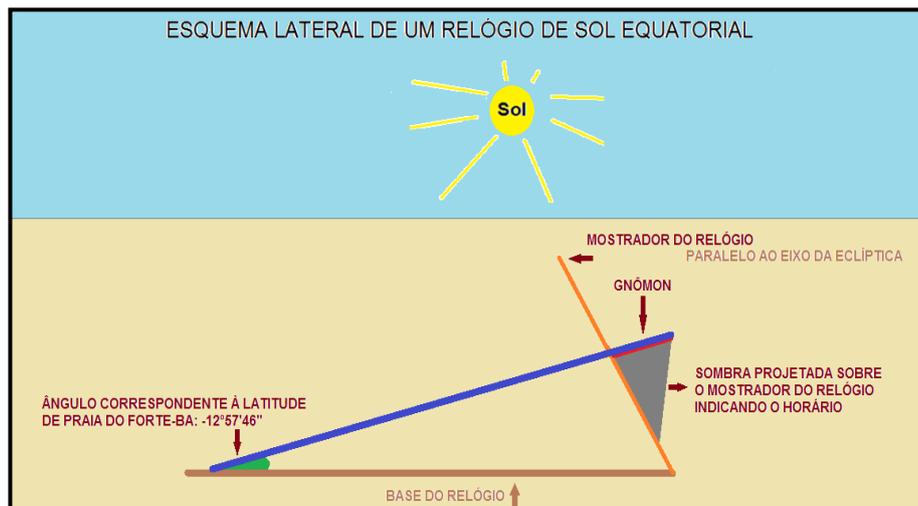


Figura 3.6- Esquema lateral do Relógio de Sol Equatorial, calibrado para a Latitude de Praia do Forte ($12^{\circ}57'46''S$), demonstrado para os estudantes do CEAC, como orientação para a montagem dos *kits*. Fonte: Autor.

O esquema enfocado na Figura anterior 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.

Os relógios de Sol foram projetados para a Latitude $12^{\circ}57'46''S$, onde o Sol é visível em média, 12 horas por dia, com maior tempo de luz durante o verão, em função da declinação do Sol. Os modelos montados durante o estudo possuem marcação horária entre 6 e 18 horas (Figura 3.7), separadas por 15° , conforme cálculos mencionados no item 2.3.4.

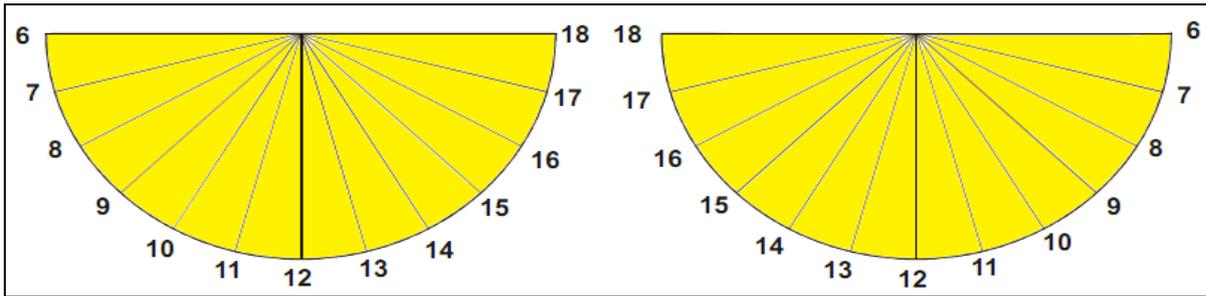


Figura 3.7– Modelo mostrador de Relógio de Sol Equatorial para uso na região intertropical do globo. (Adaptado de CANALLE; COELHO, 2007).

Após imprimir ou desenhar os mostradores, colar um mostrador em cada lado de um retângulo de papelão grosso, com dimensões de uma folha A4, ou seja, 210 x 297 mm (8,3 x 11,7 polegadas) e, na extremidade superior da reta vertical referente a 12 horas, atravessar um palito de dente, canudo ou palito para churrasco, perpendicularmente ao papelão (90°), passando pela origem das linhas das horas de ambos os lados da folha de papelão, conforme mostra a Figura 3.8.

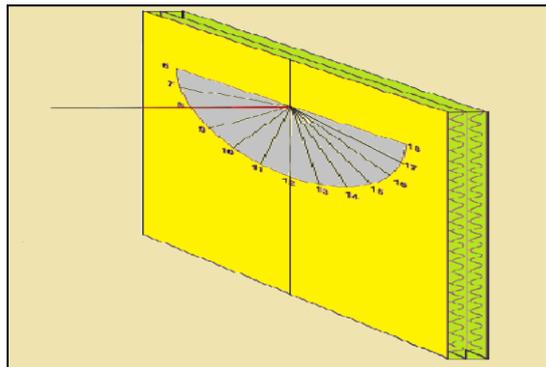


Figura 3.8– Relógio de Sol Equatorial com um palito (gnômon) atravessado. (Adaptado de CANALLE; COELHO, 2007).

2 – RELÓGIO DE SOL EQUATORIAL COM CD/DVD

Este modelo de Relógio de Sol tem o seu funcionamento viabilizado devido ao fato de que todo CD/DVD possui, em sua superfície gravável, grade de difração⁶. Trata-se de um componente óptico constituído por uma série de ranhuras, paralelas e muito próximas entre si, com ou sem material espelhado entre elas e a superfície do CD/DVD, que são justamente os elementos responsáveis pela difração. O CD/DVD possui um conjunto de fendas paralelas com

⁶ Grade de difração é um fenômeno que acontece quando uma onda encontra um obstáculo. Em física clássica, o fenômeno da difração é descrito como uma aparente flexão das ondas em volta de pequenos obstáculos e também como o espalhamento, ou alargamento, das ondas após atravessar orifícios ou fendas o que resulta em frequências diferenciadas, sendo percebido por nós como as diferentes cores.

iguais distâncias e estreitamente espaçadas. Ao passarem, as ondas eletromagnéticas (luz) sofrem modificações na velocidade de propagação dos comprimentos de onda constituintes (ou seja, cores). Nessa situação, a superfície do CD/DVD exerce a função de rede de difração e de reflexão⁷ circular.

Trata-se de um modelo de Relógio de Sol com montagem e utilização simples (Figura 3.9), onde as horas são percebidas ao se olhar na posição perpendicular ao centro da superfície do CD/DVD. Material necessário: CD ou DVD, papel, cola e uma caixa para manter o relógio inclinado à Latitude local.

Como atividade complementar, os estudantes receberam informações básicas sobre ondas eletromagnéticas – cores, luz e difração –, e, em oficina complementar (ver Apêndice), foram construídos alguns modelos de espectroscópios, além da reprodução do disco de Newton.



Figura 3.9– Relógio de Sol com CD, durante montagem em oficina. Na Figura, aparece mais de um feixe de luz, pelo fato de que, em ambiente interno, existe mais de uma fonte de luz artificial e cada fonte de luz resulta em um feixe diferente, devido às diferentes posições de cada uma dessas fontes de luz. Fonte: Autor.

Ao finalizar a montagem desse modelo de Relógio de Sol, resta apenas calibrar para a Latitude local ($CEAC = 12^{\circ}57'46''S$) e o relógio estará pronto para observações das horas.

O Relógio de Sol aponta o horário solar que, geralmente, difere do horário comercial, em valores variáveis ao longo do ano. A diferença é conhecida como Equação do Tempo, vista no item 2.4.1.

A seguir, a Figura 3.10 indica as datas (por aproximação) de quando o Relógio de Sol está atrasado (-) ou adiantado (+), em comparação ao relógio convencional, por um número inteiro de minutos:

⁷ Fenômeno no qual a luz volta a ser propagada no meio de origem, após a sua incidência sobre uma superfície ou objeto.

Jan 1 3	Jan 29 13	Mar 29 5	Jun 9 -1	Aug 22 3	Sep 22 -7	Nov 17 -15	Dec 15 -5
Jan 3 4	Feb 5 14	Apr 1 4	Jun 14 -0	Aug 26 2	Sep 25 -8	Nov 22 -14	Dec 17 -4
Jan 5 5	Feb 26 13	Apr 5 3	Jun 19 1	Aug 29 1	Sep 28 -9	Nov 25 -13	Dec 19 -3
Jan 8 6	Mar 4 12	Apr 8 2	Jun 24 2	Sep 2 0	Oct 1 -10	Nov 28 -12	Dec 21 -2
Jan 10 7	Mar 8 11	Apr 12 1	Jun 29 3	Sep 5 -1	Oct 4 -11	Dec 1 -11	Dec 23 -1
Jan 12 8	Mar 2 10	Apr 16 0	Jul 4 4	Sep 8 -2	Oct 8 -12	Dec 4 -10	Dec 25 0
Jan 15 9	Mar 16 9	Apr 21 -1	Jul 10 5	Sep 11 -3	Oct 11 -13	Dec 6 -9	Dec 28 1
Jan 18 10	Mar 19 8	Apr 26 -2	Jul 18 6	Sep 14 -4	Oct 15 -14	Dec 8 -8	Dec 30 2
Jan 2 11	Mar 22 7	May 3 -3	Aug 12 5	Sep 17 -5	Oct 20 -15	Dec 11 -7	
Jan 2 12	Mar 26 6	Jun 3 -2	Aug 17 4	Sep 20 -6	Oct 27 -16	Dec 13 -6	

Figura 3.10– Valores para correção do horário apontado no Relógio de Sol em torno da Terra. O tempo indicado deverá ser adicionado ou subtraído, de acordo com o período do ano, indicado pela equação do tempo. Fonte: <http://www.popastro.com/youngstargazers/projects/sundial/>

Ao trabalhar com os relógios de Sol e, principalmente, o modelo com CD/DVD, surgiram questionamentos, por parte de alguns estudantes, em relação às propriedades da luz e das cores. Para responder a esses questionamentos, foi realizada uma oficina complementar, a fim de os orientar, sobre o comportamento das ondas eletromagnéticas. As informações referentes a esta oficina complementar encontra-se no Apendice 1.

3.4.3 A Matemática nos desenhos dos Relógios de Sol

Na Figura 3.11, temos informações necessárias aos cálculos para o ajuste da inclinação do gnômon, apontando-o para o Polo Sul Celeste, de forma paralela ao eixo de rotação da Terra. Quanto mais preciso forem os cálculos, mais exata será a determinação do horário.

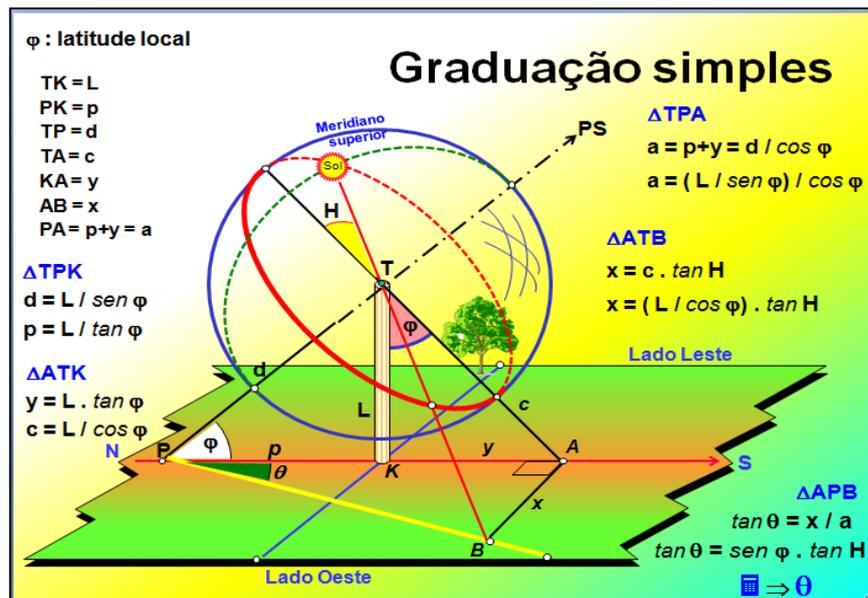


Figura 3.11– Projeto de montagem de um Relógio de Sol Equatorial: relações entre os ângulos e triângulos. Fonte: BOCZKO (Relógios de Sol – III SeITA/Bauru-SP, 2017).

Assim, na Figura 3.11, temos a representação do projeto de montagem para o Relógio de Sol Equatorial, onde estão esboçados os ângulos envolvidos com o movimento aparente do Sol e a projeção das sombras de um gnômon ajustado para a Latitude local. Assim poderemos observar os varios ângulos envolvidos na medição das horas, através de um Relógio de Sol.

Na Figura 3.12 temos o cálculo da graduação (marcação) no mostrador do relógio, para cada hora local. Após aferida cada hora (H) em relação aos ângulos horários, é só marcar o mostrador do relógio. É importante reforçar que, para ângulos superiores a 75° , a medida de x fica muito comprida e faz com que o mostrador do Relógio de Sol fique muito grande.

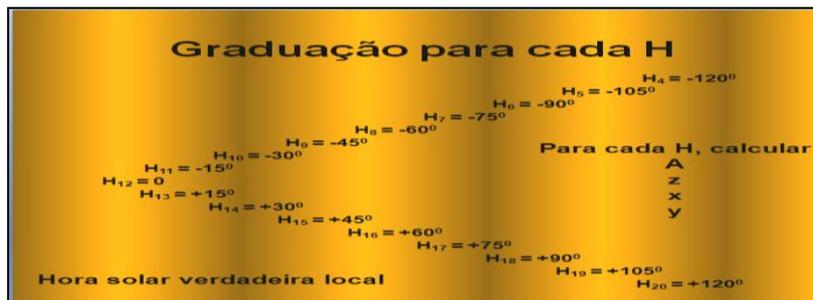


Figura 3.12– Graduação das horas a serem registradas no mostrador do Relógio de Sol Equatorial. Fonte: BOCZKO (Relógios de Sol – III SeITA/Bauru-SP, 2017).

A distribuição apresentada na Figura 3.12 indica o posicionamento dos ângulos a serem calculados. Os passos para os cálculos são os seguintes:

- 1 – Determinar o meridiano local;
- 2 – Verificar a latitude local;
- 3 – Determinar a distancia ao ponto P;
- 4 – Traçar uma paralela ao ponto P (ortogonal ao meridiano $P = L / \tan \varphi$;
- 5 – Com um transferidor, marcar o ângulo θ : $\tan \theta = \text{Sen} \varphi \cdot \tan H$;
- 6 – Determinar $\text{ArcTan } \theta$;
- 7 – Marcar o ponto e traçar a reta.

Para o Relógio de Sol a ser montado no CEAC, temos:

Latitude $12^\circ 57' 46'' \text{S}$;

Longitude: $38^\circ 00' 49'' \text{S}$;

$\tan \varphi = -0,222976^\circ$; $L = 1 \text{ m}$; $P = 1 / \tan \varphi = 4,49 \text{ m}$;

Calcular \tan para cada H;

$Y = L \cdot \tan \varphi = 12,5 \text{ m}$;

$\tan \theta + \text{sen } \varphi \cdot \tan H \rightarrow \theta = 3,4^\circ$;

Repetir passos até 75° .

Na Figura 3.13, temos representado um Relógio de Sol Equatorial com a graduação de 15° para as horas e o gnômon apontado para o polo Sul celeste, com inclinação de acordo com a latitude local.



Figura 3.13– Representação do projeto de montagem de um Relógio de Sol Equatorial e foto do produto final. Fonte: BOCZKO (Relógios de Sol – III SeITA/Bauru-SP, 2017).

A Figura anterior aponta a gradação do Relógio de Sol Equatorial, ao longo do semicírculo, além do esquema lateral de seu posicionamento.

4 APRESENTAÇÃO DO RELÓGIO DE SOL

O conceito de tempo, em Astronomia de posição, é estudado com o intuito de se demonstrar os fundamentos de medição da sua passagem. O relógio é a efetivação do sistema empregado para a mensuração do tempo, e o intervalo de tempo é definido pela repetição (contável) de fenômenos em uma escala repetitiva (BOCZKO, 2008). Ainda em relação às observações de eventos repetitivos, pode-se explicitar:

Os astros, observados da Terra, apresentam movimentos periódicos que poder ser utilizados como relógios. Durante muito tempo foram os únicos relógios disponíveis; mais tarde passaram a ser os melhores, mas não os únicos; atualmente existem sistemas mais precisos. (BOCZKO, 1998 p. 156).

A medição do tempo com base nos astros é feita pelo Tempo Solar, fundado na repetição da noite e do dia, determinada pelo movimento aparente do Sol, e pelo Tempo Sideral, que é o resultado da rotação da Terra em relação às estrelas. Essas informações foram tratadas no item 2.4.1, equação do tempo. Há ainda o Tempo das Efemérides (em Astronomia, tabelas astronômicas), amparado no movimento orbital dos corpos do sistema solar (BOCZKO, 1998).

O Relógio de Sol é o mais antigo dos instrumentos para a medição da passagem do tempo, durante o dia, de que se tem conhecimento. Inicialmente, tratava-se de um gnômon fincado ao solo. Com o passar do tempo, esse instrumento de medição foi aperfeiçoado com elementos que lhe conferiram maior precisão:

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, p. xxx).

O princípio de funcionamento do Relógio de Sol é o deslocamento da sombra projetada pelo gnômon, devido à sua exposição aos raios solares, no decorrer do dia. O motivo desse deslocamento é o movimento de rotação da Terra em torno de seu eixo imaginário (AZEVEDO, 2012).

4.1 Os Relógios de Sol

O Relógio de Sol Equatorial polar possui o seu gnômon apontado para o Polo Celeste referente ao hemisfério em que ele se encontra. No caso de um relógio de mostrador horizontal, por exemplo, ele deverá estar paralelo ao eixo de rotação da Terra, com a projeção ortogonal correspondente à Linha N-S. Já para um relógio vertical posicionado para o polo celeste local, é imprescindível a relação da latitude com a colatitude⁸ local (PINTO, 2012).

Os modelos de Relógio de Sol apresentados aos estudantes do CEAC foram:

- 1 – Equatorial
- 2 – Polar
- 3 – Vertical
- 4 – Horizontal
- 5 - Analêmico

1 – Equatorial

O termo *equatorial* é utilizado pelo fato de o seu mostrador estar paralelo ao Equador. Nesse caso, o gnômon fica paralelo ao eixo de rotação da Terra. Nesse relógio, as linhas das horas possuem a mesma distância angular no mostrador, formando entre si ângulos de 15° ($360^\circ: 24h = 15^\circ$). É um modelo de simples graduação de horas, além de ser universal, ou seja, pode ser utilizado em qualquer latitude, necessitando apenas de calibragem para latitude e longitude local.

Esse modelo de relógio precisa de duas faces no estilo: frente e verso. Como o Sol, em sua trajetória aparente, se encontra acima do plano do Equador, durante o período de seis meses, enquanto, nos outros seis meses, fica situado abaixo deste plano⁹, os raios solares irão refletir em

⁸ Ângulo complementar à latitude, ou seja, é a diferença entre a latitude e 90° .

⁹ Em Astronomia, o Sol tem declinação positiva e declinação negativa, alternadamente. Por convenção, a declinação do Sol é considerada positiva, quando este se encontra no Hemisfério Norte, e negativa, quando se encontra no

cada face, a cada seis meses. Assim, esse tipo de Relógio de Sol, para funcionar durante todo o ano, deverá ter duas faces, cada uma voltada para o polo celeste respectivo. Na Figura 4.1, temos a duplicação do mostrador do Relógio de Sol Equatorial, de modo que haja recepção de raios solares durante todo o ano, independentemente da declinação do Sol.

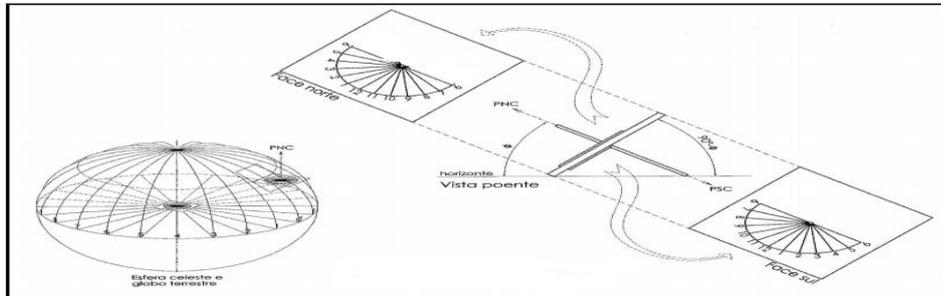


Figura 4.1– Para o relógio a ser utilizado (CEAC), o número de horas a incluir na face Sul deverá ser idêntico à numeração das horas da face Norte. Fonte: PINTO, 2012.

Para o Relógio de Sol utilizado no CEAC, devido à latitude local, foi necessária a utilização das duas faces, de forma a proporcionar o seu pleno funcionamento, durante todo o ano, independentemente da posição do Sol, no que concerne à sua declinação. Na Figura 4.2, temos uma foto de um Relógio de Sol Equatorial.

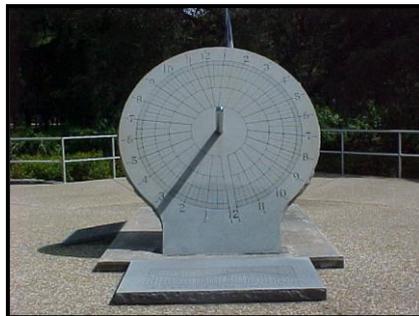


Figura 4.2– Relógio de Sol Equatorial. Fonte: <http://relogiosdesol-portugal.blogspot.com.br>

2 – Polar

Esse tipo de Relógio de Sol possui seu mostrador posicionado no sentido Leste-Oeste. O seu gnômon deverá estar inclinado em um ângulo que o matenha paralelo ao eixo polar, ou seja, a latitude local, com valor positivo para o Hemisfério Norte e negativo para o Hemisfério Sul.

A linha das horas, nesse modelo, situa-se no mostrador, onde a posição da sombra fica sobreposta à marcação do horário, em determinado momento. O ângulo horário (h), que correspondente à posição do movimento aparente do Sol, no sentido Leste-Oeste, é de 15° .

Hemisfério Sul. Desde o equinócio de março até o equinócio de setembro, a declinação do Sol é positiva; nos equinócios, a declinação é nula e, desde o equinócio de setembro até ao equinócio de março, a declinação é negativa. A declinação do Sol está em permanente mutação, dado que este “descreve” continuamente uma hélice na esfera celeste, ora ascendente, ora descendente (PINTO, 2012).

Trata-se de um modelo universal, o qual pode ser usado em qualquer latitude. As linhas horárias são paralelas entre si, com simetria em relação à linha do meio-dia. Seu gnômon é disposto sobre a linha do meio-dia, paralelo ao mostrador, e o mostrador é paralelo ao eixo da Terra, com o ângulo de inclinação correspondente ao ângulo da latitude local. A distância entre as linhas horárias é calculada desta forma: determinar a altura gnômon (GH): $X = GH \times \tan(h)$, onde h é o ângulo horário (em graus), determinado por: $h = (T_{24} - 12) \times 15^\circ$, sendo T_{24} o tempo referente ao dia com 24 horas (após a meia-noite) em horas decimais.

A Figura 4.3 demonstra a criação de um gnômon cicloide¹⁰, em que Y se encontra oposto à sua origem O . Nessa situação, temos o círculo rolando na linha tracejada horizontal (X). Um único ponto no círculo irá se mover de A para B e C , definindo a curva apresentada. Ao inverter o movimento, o cicloide é criado. Vale ressaltar que a composição do cicloide foi apenas demonstrada para os estudantes do CEAC, objetivando esclarecer como esse tipo de gnômon é criado.

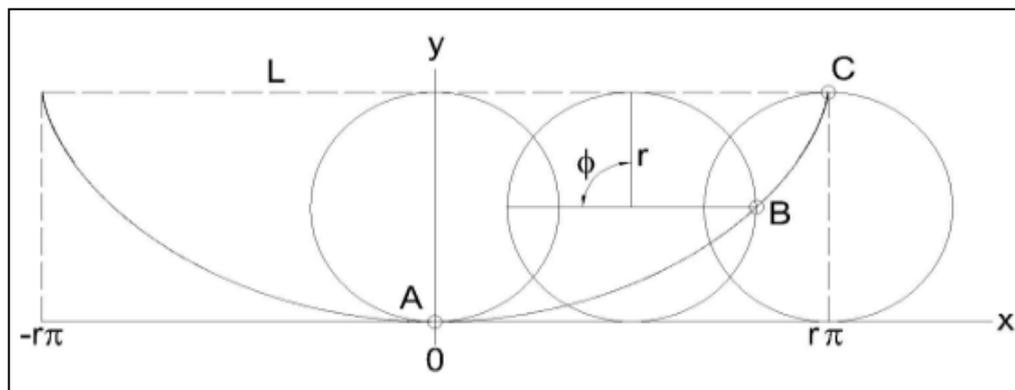


Figura 4.3– Criação de um gnômon cicloide.

Fonte: http://www.mysundial.ca/tsp/cycloid_polar_sundial.

Além da representação em seu *site*, Carl Sabanski demonstra matematicamente as seguintes equações que descrevem as coordenadas x e y do cicloide:

$$x = r(\phi + \text{sen } \phi);$$

$$y = r(1 - \text{cos } \phi);$$

Nas quais,

r = ao raio do círculo,

ϕ = ao ângulo de rotação do círculo, que varia de -180° a $+180^\circ$;

ϕ deve ser expresso em radianos onde: ϕ em radianos = $(\phi \text{ em graus}/180) \times \pi$.

Percebemos que a altura do cicloide varia de 0 a $2r$ (diâmetro) no círculo. O comprimento L do cicloide é $2\pi r$, o equivalente à circunferência do círculo. Esses dados determinam as

¹⁰ Curva definida por um ponto de uma circunferência, que rola sem deslizar sobre uma reta (CARVALHO, 1988).

dimensões do Relógio de Sol a ser projetado. Já na Figura 4.4, temos o *layout* da disposição das linhas horárias para um mostrador do Relógio de Sol do tipo polar e, também, como ele deverá ser posicionado, para funcionar corretamente, em qualquer latitude.

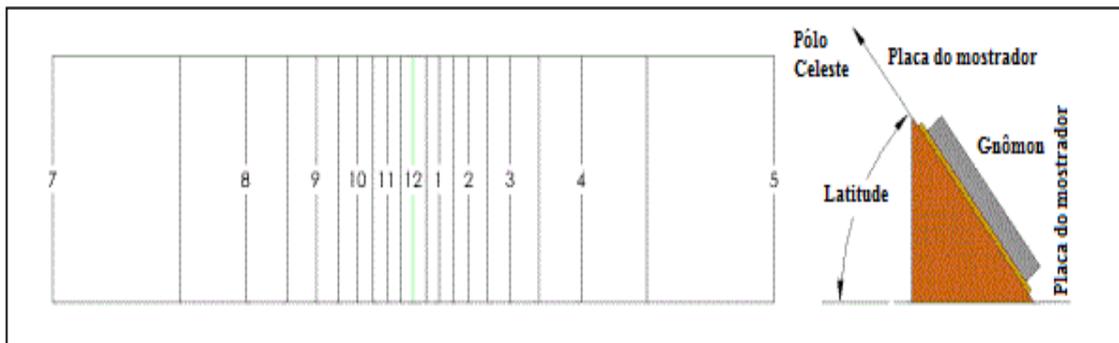


Figura 4.4- *Layout* da marcação das linhas horárias no mostrador do Relógio de Sol do tipo Polar. Ao lado, como ele deverá ser posicionado, de forma a funcionar corretamente em qualquer latitude. Fonte: <http://www.mysundial.ca>

Na Figura 4.5, temos uma fotografia de um Relógio de Sol do tipo polar.



Figura 4.5-Relógio de Sol Polar. Fonte: <https://www.pinterest.pt>

3 – VERTICAL

Em um Relógio de Sol vertical, o mostrador é projetado para a posição perpendicular ao plano horizontal (solo = 90°) e em formato de elipse (Figura 4.6). a é o raio do mostrador (semieixo maior). Se b é o eixo semieixo menor da elipse, temos:

$$\cos L = a/b \rightarrow b = a/\cos L.$$

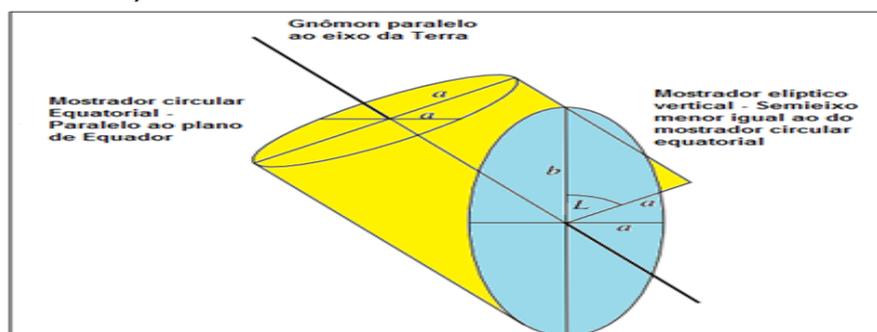


Figura 4.6- Projeção do mostrador equatorial para a forma de elipse do mostrador vertical.

Adaptado de: VINCENT, 2008

Nesse modelo de Relógio de Sol, o gnômon é determinado por $90^\circ - L$, conforme demonstrado na Figura 4.7:

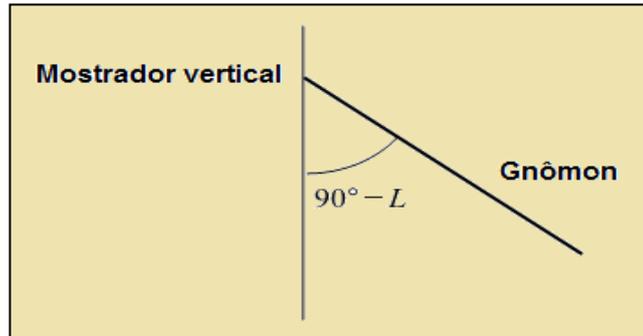


Figura 4.7– Determinação do posicionamento do gnômon em um Relógio de Sol Vertical. O cálculo é realizado através da diferença entre 90° e a latitude local (L). VINCENT, 2008.

Vincent (2008) afirma que todo Relógio de Sol vertical instalado no Hemisfério Sul deverá ter sua face voltada para o Norte. De forma contrária ao Relógio de Sol Equatorial, os ângulos horários não são espaçados de forma igual. Na Figura 4.8, temos o esquema de cálculos para os ângulos horários em um Relógio de Sol Vertical.

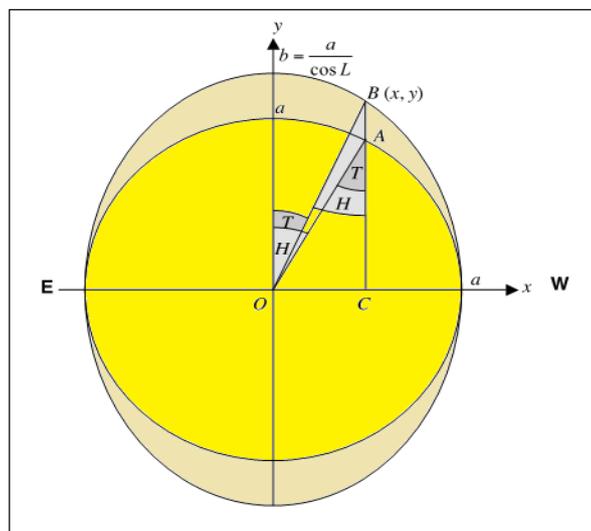


Figura 4.8– Relação entre o ângulo horário (T) do mostrador equatorial e o ângulo horário (H) projetado em um mostrador vertical. VINCENT, 2008

O ângulo T é o ângulo horário medido na linha N – S do mostrador, com o valor de 15° . Ângulo H é o ângulo da hora projetada na elipse do mostrador vertical do Relógio de Sol. Ao se usar a equação para uma elipse, aplicando-se a trigonometria nos triângulos OAC e OBC , encontramos H em relação a L e T , de forma a possibilitar a determinação do mostrador vertical em elipse com os ângulos horários medidos para determinado local. A Figura 4.9 traz uma fotografia de um Relógio de Sol vertical.



Figura 4.9– Relógio de Sol do Tipo Vertical. Fonte: Almeida P. G., <http://www.relogiodesol.com>

4 – HORIZONTAL

Nesse tipo de Relógio de Sol, o mostrador fica na posição paralela ao plano horizontal, enquanto o gnômon é posicionado alinhado com o meridiano local. O ponto de origem das linhas das horas fica posicionado para o Norte, quando instalado no Hemisfério Sul e, de maneira inversa, voltado para o Sul, quando instalado no Hemisfério Norte. Os relógios desse tipo recebem a luz do Sol, durante todo o dia, entre o nascer e o pôr do Sol. Figura 4.10.



Figura 4.10- Relógio de Sol horizontal, em ardósia. Fonte: <http://www.relogiodesol.com>

O funcionamento deste modelo é obtido ao ter como referência a Terra como uma esfera e o seu eixo de rotação passando pelo centro, como se estivesse parado. Enquanto o Sol realiza seu movimento aparente de Leste para o Oeste, a sombra do gnômon no mostrador se move 15° por hora ($360^\circ/24 = 15^\circ$), revelando a marcação das horas do dia.

5 – ANALÊMICO

Trata-se de um relógio solar de interação humana. É um modelo onde a posição do gnômon varia durante o ano. A função do gnômon pode ser exercida por uma pessoa, que fique posicionada no local indicado, conforme cada mês, durante o ano. Esse relógio possui duas escalas: a das horas em formato de elipse e a que indica a posição do gnômon, de acordo com cada mês do ano (no centro da elipse). A Figura 4.11 contém a representação desse modelo.



Figura 4.11- Relógio de Sol Analêmico. Fonte: <http://porteiros.s.unipampa.edu.br/astrologia/>

Esse modelo apresenta sua escala de horas em formato de elipse, tendo no centro dessa elipse outra escala vertical, com os meses do ano. Nesse tipo de Relógio de Sol, o gnômon (objeto que projetará a sua sombra para a marcação das horas) será a pessoa posicionada na escala do centro de sua elipse.

5 OFICINAS PARA MONTAGEM DO RELÓGIO DE SOL

Neste capítulo, será abordada a parte prática do projeto. Após orientações teóricas, transmitidas em sala de aula, e a apresentação dos modelos de Relógio de Sol, os estudantes receberam instruções para a montagem dos relógios de Sol. Na Figura 5.1, temos um esquema que retrata todo o processo, até a obtenção do produto final e a sua divulgação.

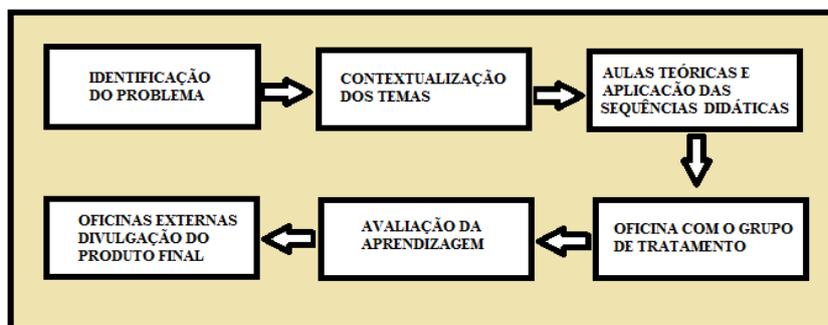


Figura 5.1– Etapas da aplicação do projeto. Fonte: Autor

A Figura anterior mostra o resumo do processo desde a identificação do problema, que é a dificuldade dos estudantes do CEAC em assimilar e de relacionar os temas presentes em Geografia e Trigonometria com aspectos práticos, até a fase final representada pelas Oficinas para a montagem de Relógios de Sol.

5.1 Montando o Kit Educacional – Relógio de Sol

A etapa de verificação da aprendizagem dos temas estudados em sala de aula ocorreu durante a realização das oficinas para a montagem de relógios de Sol do tipo equatorial. A preferência pela composição desse tipo de relógio se justifica por esse modelo ser de fácil composição e utilização, além de poder ser construído com recursos disponíveis em qualquer escola. O tempo planejado para essa prática corresponde a seis horas-aula (300 minutos), divididas em: apresentação de *slides* (50 minutos), utilização do livro didático (100 minutos), montagem dos relógios de Sol, (50 minutos) e uso dos relógios de Sol para a observação das horas (100 minutos).

5.1.1 Descrição do *kit* didático: relógio de Sol Equatorial Polar

O *kit* didático apresentado para os estudantes montarem foi planejado para proporcionar praticidade de execução e informações precisas, permitindo a sua realização integral no prazo de 4 horas-aula.

Trata-se de um modelo de Relógio de Sol que proporciona praticidade na montagem e uso. Pode ser construído com materiais existentes em qualquer escola, não acarreta custos extras para a sua produção, o que o torna acessível para qualquer comunidade escolar.

O protótipo exposto aos estudantes poderá ser obtido através do endereço http://www.mysundial.ca/sdu/sdu_equatorial_sundial.html, onde estão disponibilizados diversos modelos de Relógio de Sol, de forma gratuita, para impressão e montagem.

Para a construção desse modelo, serão necessários: duas folhas de papel *couché* A4 (210 x 297 mm ou 8,3 x 11,7 polegadas), tesoura, cola branca e um palito (do tipo usado para fazer churrascos) que servirá de gnômon. O ajuste de inclinação para a latitude local é feito através do uso da escala de latitude (em graus), impressa junto com os mostradores.

Na Figura 5.2, temos o modelo equatorial polar impresso através do *site* indicado, onde poderemos perceber o mostrador e a escala de latitude.

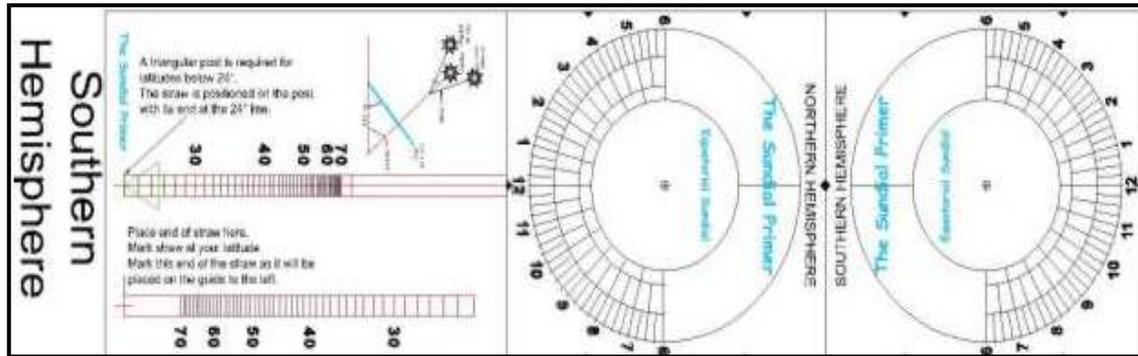


Figura 5.2– Modelo do Relógio de Sol Equatorial e da régua de latitude. Fonte:

http://www.mysundial.ca/sdu/sdu_sundial_kits.html

A vantagem desse exemplar está relacionada com a possibilidade variada de adaptações e poderá ser adequado às diversas necessidades; inclusive, no caso de não haver o papel especificado, ele poderá ser impresso em papel comum e colado a papelão, isopor ou outro material, o qual proporcione uma base sólida que sustente o relógio na posição necessária ao seu funcionamento.

Na Figura 5.3, temos o modelo equatorial polar com CD/DVD impresso, pelo mesmo *site*, onde poderemos perceber o mostrador e a escala de latitude. Nesse tipo de Relógio de Sol, o gnômon é substituído pelo CD/DVD, o qual, em função da presença do componente ótico (grade de difração - item 3.4.2), em sua superfície, possibilitará a incidência de uma faixa luminosa direcionada para o horário do dia.

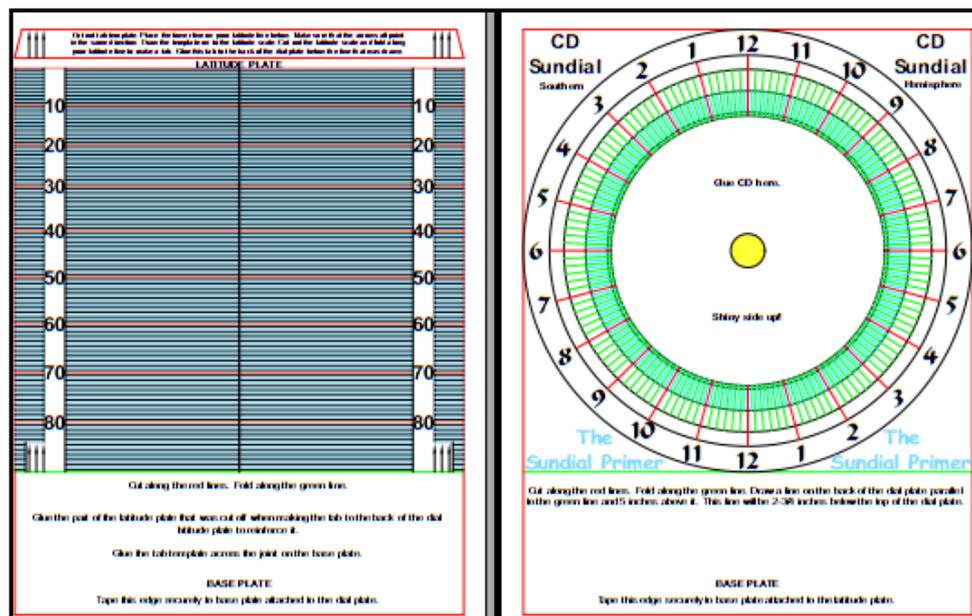


Figura 5.3– Modelo do Relógio de Sol com CD/DVD e da régua de latitude. Fonte –

http://www.mysundial.ca/sdu/sdu_sundial_kits.html

Ainda com relação às oficinas, estas foram efetivadas não somente para outras turmas do CEAC, as quais não participaram do estudo, mas também para outros estudantes de escolas diversas, com o objetivo de divulgar a metodologia de ensino-aprendizagem de Geometria e Trigonometria empregada neste estudo.

5.1.2 Oficinas para a montagem dos relógios de Sol – Grupo de Tratamento

As oficinas realizadas com o Grupo de Tratamento (segundo ano B), no CEAC, dispuseram de bases teóricas trabalhadas em sala de aula, por meio do livro didático de Matemática, além de exercícios contextualizados, no formato interdisciplinar, e a utilização de conhecimentos básicos em Geografia e em Física. Na Figura 5.4, temos o *slide* de abertura da Oficina de Montagem de Relógios de Sol, ocorrida no dia 03/05/2017, para o Grupo de Tratamento no CEAC.



Figura 5.4– Imagem do primeiro *slide* de apresentação da Oficina realizada para o Grupo de Tratamento no CEAC – Arquivo do autor.

Após a apresentação para os estudantes do Grupo de Tratamento, eles foram convidados a montarem seus Relógios de Sol, em grupos com 5 ou 6 componentes. Na Figura 5.5, temos fotografias de estudantes, durante o processo de montagem de seus Relógios de Sol.



Figura 5.5 – Estudantes montando Relógios de Sol Equatorial, durante as oficinas. Fonte: Autor.

A Figura 5.5 mostra os estudantes do Grupo de Tratamento (2º ano B) montando seus Relógios de Sol, com materiais disponíveis no próprio Colégio, durante a oficina de montagem.

O passo seguinte à montagem dos relógios foi a adoção da linha Norte-Sul, predefinida durante as aulas teóricas, para posicionarem os seus relógios de Sol. Em seguida, com os Relógios de Sol calibrados, os estudantes compararam o horário demonstrado com as horas no relógio de pulso e/ou do telefone celular. Nesse momento, relembramos a Equação do Tempo e os ajustes necessários, durante todo o ano, para que haja correlação do tempo solar com o tempo comercial, já abordado no Capítulo 2 (item 2.4.1).

A Figura 5.6 apresenta um dos Relógios de Sol montados pelos estudantes do CEAC, em verificação das horas.



Figura 5.6– Relógio de Sol Equatorial montado por estudantes. Fonte: Autor.

Os modelos construídos pelos estudantes exibiram, de modo geral, alguns erros de inclinação para a Latitude local. Entre os principais motivos para esses desvios estão: falta de precisão em alguns goniômetros e erros de medições durante a confecção de alguns relógios de Sol, mas que foram corrigidos no decorrer da oficina.

Na Figura 5.7, temos fotos de alguns relógios de Sol montados pelos estudantes, posicionados para o polo Sul Celeste.



Figura 5.7– Outros Relógios de Sol Equatorial montados por estudantes do CEAC durante as oficinas. Fonte: Autor

Na imagem anterior, observamos dois modelos construídos por estudantes, com materiais reciclados na própria escola e com horários em momentos diferentes do dia.

5.2 Oficinas Para a Montagem dos Relógios de Sol - Grupo de Controle e para os estudantes do 1º, 2º e 3º anos vespertino e noturno no CEAC

A realização deste estudo, no CEAC, despertou muita curiosidade em torno do projeto, em outras turmas da comunidade escolar. Após a realização da oficina para o Grupo de Tratamento, esta foi socializada com o Grupo de Controle (Segundo Ano C) e, posteriormente, para o terceiro ano, Turmas A e B. Na sequência, a oficina foi difundida para o primeiro, segundo e terceiro anos do período noturno, totalizando 7 oficinas.

Essas oficinas foram elaboradas com formato diferente da aplicada no Grupo de Tratamento, pelo motivo de esses grupos não terem compartilhado da metodologia adotada em sala de aula, com o Grupo de Tratamento. Tais oficinas foram alicerçadas em apresentações de *slides* com estas descrições: o que são os Relógios de Sol e a sua história; que são gnômons; principais movimentos da Terra; estações do ano; coordenadas geográficas; pontos cardeais; ângulos horários; equação do tempo; semelhanças entre triângulos; funções trigonométricas; funcionamento de um Relógio de Sol Equatorial; ondas eletromagnéticas; refração, difração e reflexão na utilização do CD/DVD na montagem de um Relógio de Sol e o emprego de conceitos de Geometria na confecção de um Relógio de Sol.

Ao final de cada oficina, os participantes são convidados a montarem relógios de Sol com CD/DVD. Na Figura 5.8, temos fotografias de algumas das oficinas realizadas para estes grupos.



Figura 5.8– Fotos referentes às oficinas de montagem de Relógios de Sol Equatorial para estudantes de outras turmas que não participaram do estudo no CEAC - Fonte: Autor.

A Figura 5.8 expõe imagens obtidas durante as oficinas realizadas para as turmas que não participaram do estudo. Essas oficinas difundiram a prototipagem, durante a construção do conhecimento, sendo implementadas em quatro horas-aula cada uma, com abordagens em Geometria; Trigonometria e conceitos de Geografia. Esses temas foram tratados de forma básica, sem maiores aprofundamentos, devido à indisponibilidade de tempo. O objetivo principal dessas oficinas foi a divulgação do estudo para a comunidade escolar, com base na experimentação, a fim de facilitar a aprendizagem dos estudantes.

5.3 Oficina para Montagem de Relógio de Sol no Parque do Saber – Feira de Santana

A oficina fez parte das ações comemorativas ao 12º aniversário da Fundação Cultural de Tecnologia da Informação e Telecomunicações Egberto Costa – FUNTITEC, da qual o Museu Parque do Saber Dival Pitombo faz parte. No dia cinco de julho de 2017, aconteceu a oficina para a montagem de Relógio de Sol para sessenta estudantes de escolas do Ensino Fundamental I da Escola Municipal João Marinho Falcão de Feira de Santana. O evento contou com a presença da Secretária Municipal de Educação, Professora Jayana Ribeiro, além de professores da rede municipal de Feira de Santana e do Prof. Dr. Marildo Geraldete Pereira (UEFS).

A oficina foi realizada em dois momentos:

1 - Apresentação de *slides* (Figura 5.9), abordando conceitos de Geografia em relação à localização e orientação no globo terrestre, além dos principais movimentos da Terra; História dos Relógios de Sol e o seu funcionamento e Alguns tipos de Relógio de Sol. Os temas de Matemática foram: Geometria – Triângulos, Circunferência e Ângulos. Medidas e Distâncias, além de Sistema de Contagem.

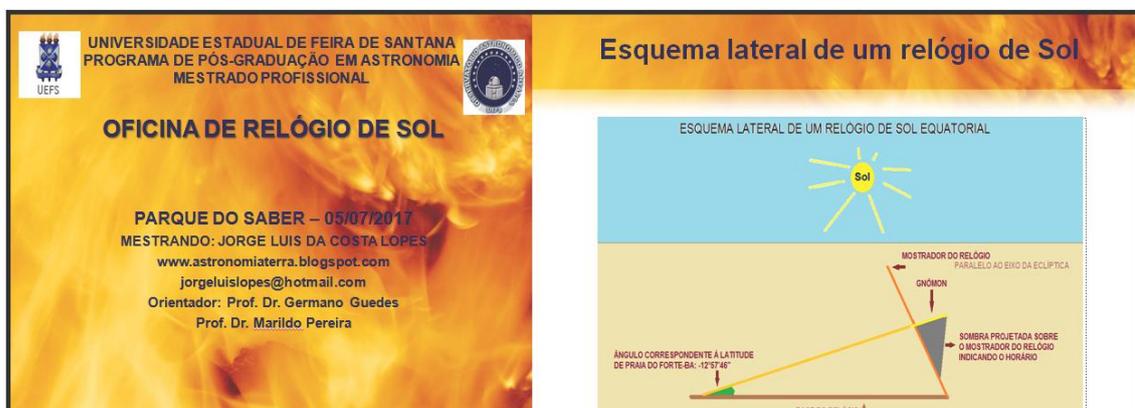


Figura 5.9 - Imagens de *slides* da Oficina Relógios de Sol no Parque do Saber – Autor.

Na Figura 5.9, são vistas imagens do *slide* de abertura da oficina e de um *slide* com o esquema lateral de Relógio de Sol Equatorial exposto durante a oficina.

2 – Montagem de Relógio de Sol do tipo equatorial com CD, após a apresentação dos *slides*.

Durante a oficina, foram demonstradas aplicações práticas de Geografia (principais movimentos da Terra, coordenadas e localização) e Matemática (ângulos, formas geométricas e triângulos), através de ações interdisciplinares, tendo a Astronomia como tema transversal.

Os estudantes mostraram-se receptivos aos temas apresentados, porém, não fizeram comentários, ao longo da apresentação. Quando questionados sobre conceitos básicos envolvidos, estes, em sua maioria, ficaram tímidos para responder. Observamos que o fato de haver estudantes de mais de uma unidade de ensino pode ter contribuído para os estudantes evitarem opinar. Um fator que atrapalhou foi que o ambiente no qual a oficina aconteceu não possuía acústica adequada, o que pode ter aumentado a dificuldade de estes assimilarem algumas informações passadas.

Após a montagem dos Relógios de Sol, os estudantes foram para a área externa observar os *kits* montados por eles. Como o céu estava encoberto por muitas nuvens e com pouca incidência de Sol, foram raros os momentos em que foi possível fazer a observação das horas nos Relógios de Sol (Figura 5.10). Na área interna (salão), foi efetuada a simulação do movimento aparente do Sol, com o auxílio de lanternas. Nesse caso, a marcação das horas foi realizada por simulação.



Figura 5.10 - Momentos da Oficina Relógios de Sol no Parque do Saber – Fonte: Autor.

Ao finalizar a oficina, cada estudante levou para casa o seu Relógio de Sol. Os professores das escolas participantes que estavam presentes elogiaram a atividade e solicitaram o roteiro de montagem dos Relógios de Sol, para aplicação em suas escolas.

5.4 Oficina para montagem de Relógio de Sol no Centro de idiomas Talk High School

No dia dezanove de julho de 2017, a Oficina para a montagem de Relógio de Sol foi disponibilizada para os estudantes do 4º Ano do Ensino Fundamental I na *Talk High School*, localizada em Praia do Forte, no município de Mata de São João.

O evento contemplou nove crianças, com idade média de 7 anos. Devido à faixa etária e ao nível de escolaridade, a linguagem da Oficina foi modificada, para facilitar a compreensão, e a montagem dos Relógios de Sol recebeu um acompanhamento mais próximo.

A oficina se concretizou em dois momentos:

- 1 - Apresentação de *slides*, abordando conceitos de Geografia em relação à localização e orientação no globo terrestre, além dos principais movimentos da Terra; história dos Relógios de Sol e o seu funcionamento; alguns tipos de Relógio de Sol.
- 2 – Montagem do Relógio de Sol tipo equatorial com CD, após a apresentação dos *slides*.

Nessa oficina, foram demonstradas aplicações básicas de Geografia (principais movimentos da Terra, coordenadas e localização) e Matemática (ângulos e formas geométricas, triângulos), tendo a Astronomia como tema transversal. As crianças mostraram bastante interesse (Figura 5.11). Durante toda a oficina, elas fizeram várias perguntas referentes aos itens expostos em cada *slide*.



Figura 5.11 - Oficina Relógios de Sol - Centro de Idiomas *Talk High School* – Autor.

As crianças interagiram todo o tempo e ficaram extremamente felizes, ao verem a marcação das horas nos Relógios de Sol. Durante a demonstração, foram feitos muitos questionamentos concernentes ao movimento aparente do Sol.

5.5 Oficina para montagem de Relógio de Sol na Escola Municipal Américo Ferreira dos Santos - EMAFS

No dia vinte e cinco de julho de 2017, foi realizada a Oficina para a montagem de Relógio de Sol para os estudantes do oitavo ano A e B do Ensino Fundamental II, na EMAFS, localizada em Barra do Pojuca, no município de Camaçari.

O evento se destinou para o total de cinquenta adolescentes, com idade média de doze anos. As turmas estavam na II Unidade do ano letivo e estudando relações entre triângulos. Os temas foram direcionados para os principais movimentos da Terra, estudo dos ângulos internos e externos do triângulo, orientação: localização e coordenadas e tipos de ângulos.

Após a apresentação de *slides* abordando conceitos de Geografia em relação à localização e orientação no globo terrestre, além dos principais movimentos da Terra, história dos Relógios de Sol e o seu funcionamento, os estudantes montaram relógios de Sol do tipo equatorial com CD, conforme indica a Figura 5.12.



Figura 5.12 – Oficina para montagem de relógios de Sol – EMAFS – Autor.

A Figura 5.12 mostra fotos de momentos diferentes, no decorrer da oficina realizada no EMAFS, onde estudantes do oitavo ano tiveram a oportunidade de reforçar conceitos referentes aos triângulos estudados em sala de aula. Ao final da atividade, os estudantes levaram seus Relógios de Sol para casa.

5.6 Oficina “A Trigonometria nos Relógios de Sol” - Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC)

No dia 30 de setembro de 2017, em conjunto com alguns colegas do Mestrado Profissional em Astronomia/UEFS, participamos da I Jornada de Astronomia do CIEAC, com a Oficina “A Trigonometria nos Relógios de Sol”. Estiveram presentes estudantes do Ensino Médio matriculados no Colégio, os quais assistiram à apresentação em *Power Point(slides)* sobre os principais movimentos da Terra, movimento aparente do Sol, localização e coordenadas, semelhanças entre triângulos e razões trigonométricas, utilização do gnômon e história dos relógios de Sol. Para o entendimento do funcionamento do relógio com CD/DVD, foram verificados os conceitos de refração e de difração, de acordo com a Figura 5.13.

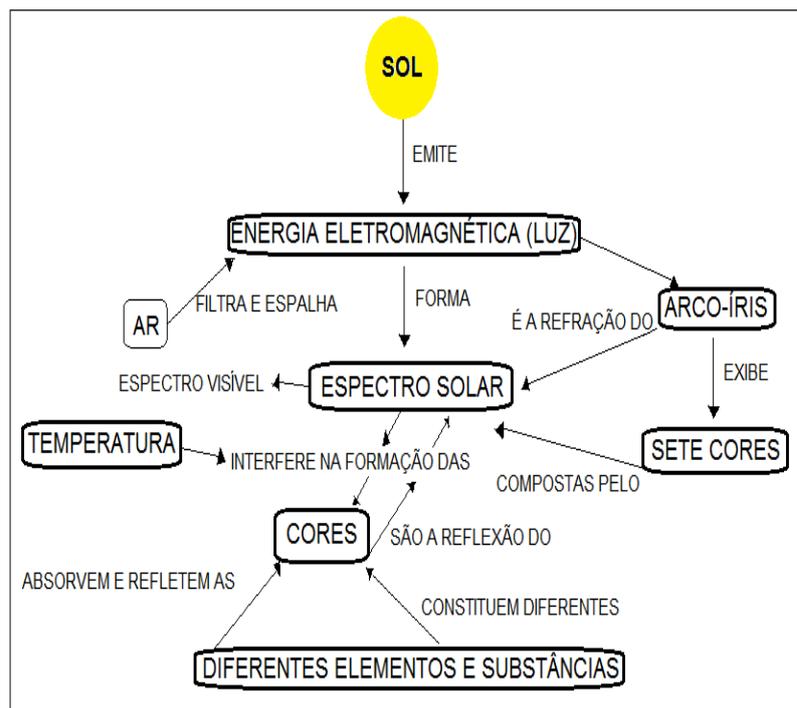
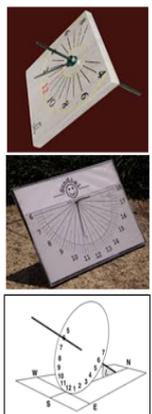


Figura 5.13 – Mapa conceitual Luz e Cores. Adaptado de http://proascg23.pbworks.com/f/1164055115/654_proj23_map2b.jpg

Os conceitos abordados no mapa conceitual da Figura 5.13 foram usados para explicar aos estudantes, os fenômenos luminosos que permitem o funcionamento de um Relógio de Sol Equatorial com CD, esclarecendo desta forma, o seu mecanismo de funcionamento.

Durante a oficina, os participantes receberam *folder* com orientações sobre a montagem do Relógio de Sol com CD (Figuras 5.14 a – 5.14 b) e duas folhas de papel A4 180g/m² com mostrador e régua de Latitude impressos, além de CD e cola.



REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: Reunião Anual da ANPED. Caramuru. Rio de Janeiro: Anais Eletrônicos do ANPED, 2001.

BOCZKO, R. Conceitos de Astronomia. Edgard Blücher, 1999.

MORRIS, M. A. Aprendizagem significativa. Brasília: Editora da UnB. In: Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente (1999).

SALVADOR, J. A. Ciências e Matemática do Sol e do Gnomon.

PÓS-GRADUAÇÃO EM ASTRONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



Produção
Jorge Luis da Costa Lopes
JORGELINLOPES@HOTMAIL.COM
HTTP://WWW.ASTRONOMIA.TERRA.BLOGSPOT.COM

Orientação
**Prof. Dr. Marildo Pereira/
Prof. Dr. Germano Pinto Guedes**

Apoio
**UEFS/DFIS/MPASTRO
OBSERVATÓRIO
ASTRONOMICO ANTARES
COLÉGIO ESTADUAL ALAOR COUTINHO-
CEAC**

ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DE RELÓGIO DE SOL DO TIPO EQUATORIAL COM CD/DVD
I JORNADA DE ASTRONOMIA DO CIEAC
FEIRA DE SANTANA-BA - 30/09/2017



“A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria”.

(Paulo Freire)

**Feira de Santana
2017**

APRESENTAÇÃO

Figura 5.14a– Folder com roteiro para construção de Relógio de Sol/capa e contracapa – CIEAC – Autor.

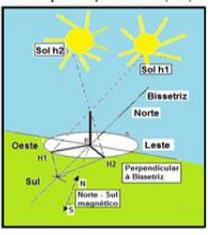
O Relógio de Sol é um objeto que mede a passagem das horas do dia através da incidência dos raios de Sol sobre um Gnomon (baste que faz a sombra).

Trata-se de um instrumento de medição das horas do dia utilizado pela humanidade desde a pré-história. Os primeiros relógios de Sol eram simples hastes fixadas no chão.

ORIENTAÇÃO: DETERMINANDO O MERIDIANO LOCAL.

O meridiano astronômico do local é o plano vertical contendo o zênite e os polos. Ele contém a linha meridiana do local, a linha Norte – Sul (N-S). É nele que está localizado o eixo da esfera celeste, que é o prolongamento do eixo de rotação da Terra, ao redor do qual toda a abóbada celeste aparentemente gira (SALVADOR, 2009).

Sob essa perspectiva, vale destacar que a marcação da linha Norte – Sul poderá ser realizado através do seguinte método: Coloca-se uma haste na posição vertical em relação ao plano do solo no período da manhã ou da tarde, e logo após, realizar marcação no plano da hora em hora. Ao marcar as sombras em um horário pela manhã e realizar outra marca pela tarde, podemos obter a linha Norte-Sul. A imagem a seguir mostra o esquema de marcação das sombras para obtenção da linha N-S (autor).

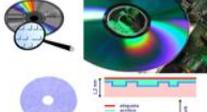


COMO FUNCIONA O RELÓGIO DE SOL COM CD/DVD?

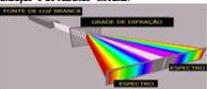


Todo CD possui em sua superfície gravável grade de difração. Trata-se de um Componente óptico constituído por uma série de fendas paralelas muito próximas, com ou sem espelhos entre elas e a superfície - elementos responsáveis pela difração.

As cores em um CD ocorrem por interferência devido a difração.



A luz ao passar, sofre modificações na velocidade de propagação dos comprimentos de onda constituintes (ou seja, cores). A superfície do CD exerce a função de rede de difração e de reflexão circular.



RECURSOS NECESSÁRIOS

- 02 folhas de papel A4.
- 01 CD ou DVD.
- 01 rolo de filme plástico transparente.
- 01 tudo de cola.
- 01 tesoura para cortar papel.

COMO CONSTRUIR

- 1 - O modelo do mostrador poderá ser obtido no site: <http://www.mysundial.ca>. Outra opção é desenhar uma circunferência (360°) e dividir por 24 horas, resultando em 15°, ou seja, cada linha horária deverá ter 15°. Lembrando que, por motivos óbvios, o relógio de Sol marca apenas o horário diurno, na presença de luz solar.
- 2 - Após imprimir e recortar o mostrador, colar o CD ou DVD, na parte da etiqueta, deixando a parte gravável exposta.
- 3 - Dobrar a folha com a régua da latitude na linha correspondente à Latitude Local (Feira de Santana = 12°02'33" e colar na base já dobrada da folha com o mostrador formando a figura de um triângulo.
- 4 - Posicionar o relógio de Sol voltado para o Polo Sul Celeste (como informado no início deste folder).
- 5 - Pronto! O seu relógio de Sol estará pronto para uso.



Figura 5.14 b – Folder com roteiro para construção de Relógio de Sol/páginas internas – CIEAC – Autor.

Após a apresentação da teoria, os estudantes montaram seus Relógios de Sol, os quais foram levados à parte externa do colégio, para a verificação das horas, conforme demonstrado na Figura 5.15.



Figura 5.15 – Momentos da oficina para construção de Relógio de Sol – CIEAC – Autor.

A Figura 5.15 registra alguns momentos da oficina, como apresentação de *slides* e ajustes do posicionamento dos relógios para a verificação do horário, na parte externa do colégio. Os estudantes já conheciam o Relógio de Sol Equatorial com o uso do gnômon, portanto, a oficina de relógios de Sol com CD foi significativa para ampliar os conhecimentos dos estudantes, não só em Trigonometria, mas também quanto aos principais movimentos da Terra, localização e cores/luz. A oficina não teve grande número de participantes, pelo fato de ter acontecido em um sábado letivo, além de existirem outras oficinas e exposição de vídeo no Planetário Itinerante, razão pela qual, eles foram divididos em vários grupos, para as diferentes ações realizadas.

Em todas as oficinas efetivadas, tivemos atividades em grupos que colaboraram uns com os outros, no processo de montagem. A prática proporcionou aos participantes tanto desenvolverem o espírito colaborativo como a construção do conhecimento de forma ativa, consciente e transformadora.

5.7 PRODUTO FINAL

Com a finalidade de realizar no futuro oficinas de divulgação da metodologia desenvolvida composta por conteúdos interdisciplinares, que abordam conhecimentos básicos de Geografia, Matemática, Física e Astronomia, foram desenvolvidos dois modelos de Relógio de Sol para serem usados durante a divulgação.

Em sintonia com a proposta do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia da UEFS, foram empregados conhecimentos básicos em Astronomia como

fundamento motivador, em projetos interdisciplinares. Na Figura 5.16, temos um mapa conceitual que representa todas as etapas deste estudo.

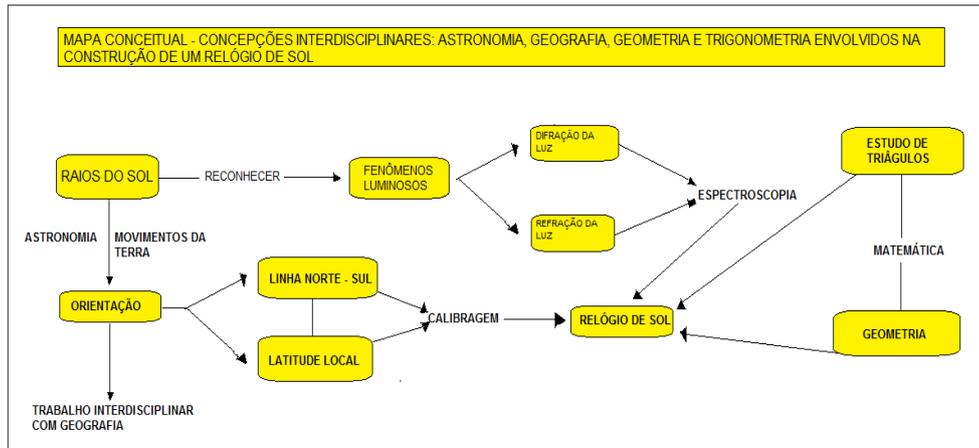


Figura 5.16 – Mapa Conceitual: atividades interdisciplinares na montagem do Relógio de Sol Equatorial - Conhecimentos básicos abordados através da interdisciplinaridade, durante as oficinas para a montagem dos relógios de Sol. Fonte – Autor.

No mapa conceitual, vemos as etapas trabalhadas tanto em sala de aula quanto nas aulas práticas, as quais foram importantes para a construção de conhecimento nos estudantes, quer para a Trigonometria, quer para a Geometria.

5.7.1 Descrição do kit didático: Relógio de Sol Equatorial Polar

O *kit* didático final foi elaborado para divulgação do estudo em outros centros educacionais. O modelo composto permite o estudo de triângulos e de conceitos geométricos, para emprego em atividades interdisciplinares.

Trata-se de um modelo de Relógio de Sol que proporciona maior praticidade, em sua montagem e utilização.

Durante cada oficina realizada, foram apresentados dois modelos de Relógio de Sol Equatorial Polar: um com gnômon e o outro com CD/DVD. As peças dos relógios estão demonstradas. Na Figura 5.17, temos as fotografias da base do Relógio de Sol e das cantoneiras de alumínio de 1,5 milímetros em L, com 25 centímetros de comprimento, que são as bordas fixadas na estrutura quadrada do Relógio de Sol. Além do acabamento, elas também proporcionam a sustentação para o mostrador do relógio e para o goniômetro, que tem a função de orientar para o ângulo de inclinação do mostrador, o qual deverá estar correspondendo à Latitude local.



Figura 5.17 - Base do Relógio de Sol – Fonte: Autor.

O material utilizado para a base foi o compensado com espessura de 10 milímetros e medida 25 centímetros x 25 centímetros, Cantoneiras de alumínio de 1,5 milímetros em L e comprimento de 25 centímetros. Antes de serem fixadas nas laterais da base quadrada as cantoneiras de alumínio 1,5 milímetros em L com parafusos, podemos observar que cada cantoneira em alumínio possui o formato e furos (de 2 milímetros) para fixação dos parafusos para dar sustentação para a base do Relógio de Sol.

Na Figura 5.18, temos a imagem da placa de vidro transparente no formato quadrado, com 25 centímetros x 25 centímetros, e espessura de 4 milímetros, onde será fixado o mostrador de vinil em adesivo autocolante.



Figura 5.18 - Placa de vidro do mostrador do Relógio de Sol – Fonte: Autor.

Na imagem anterior, temos a placa de vidro transparente 4 milímetros, 25 centímetros x 25 centímetros antes da colagem do mostrador vinil autoadesivo. Nesse tipo de Relógio de Sol, é importante realizar a colagem de um mostrador em cada face, para que o mesmo possa ser usado durante todo o ano, independentemente da declinação do Sol (item 4.1).

A Figura 5.19 focaliza os quatro parafusos 5 x 16 milímetros, que foram utilizados como suportes reguláveis para a colocação do relógio em superfícies planas, e um quinto parafuso com rosca, em todo o seu comprimento, que é empregado como elevador, para manter o mostrador posicionado. Esse parafuso proporciona o ajuste no ângulo de inclinação, de forma a calibrar o relógio para qualquer Latitude, quando se for realizar a observações das horas.



Figura 5.19 – Os quatro parafusos à esquerda são suportes para a base. O quinto parafuso tem o papel de elevador para o mostrador no Relógio de Sol – Fonte: Autor.

A utilização desses cinco parafusos no protótipo faz com que o relógio fique com o posicionamento adequado às observações das horas. Os quatro parafusos à esquerda são suportes para a base além de poder serem regulados em superfícies desniveladas. O quinto parafuso tem o papel de elevador para o mostrador.

Na Figura 5.20, encontram-se duas placas de vidro com os dois modelos de mostradores já fixados. O primeiro, para utilização com gnômon, e o segundo, para emprego com CD, na fase final de montagem do produto final.

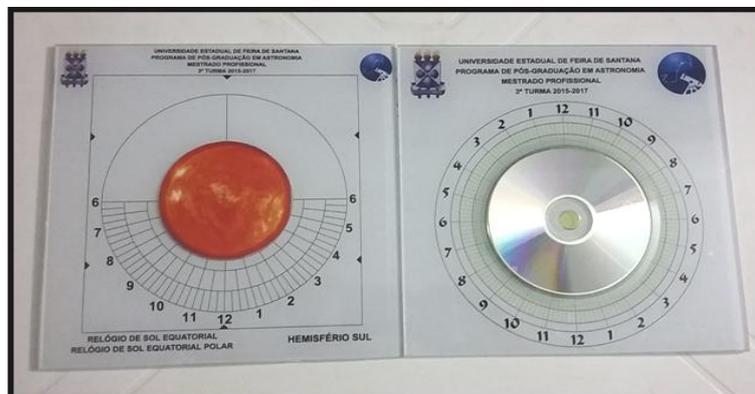


Figura 5.20 – Mostradores montados em placas de vidro transparente 4 milímetros, com *display* em vinil autoadesivo, um para uso com gnômon (à esquerda) e outro montado com CD /DVD(à direita). Frente – Fonte: Autor.

Na Figura anterior, temos duas versões de Relógio de Sol: a primeira, para observação do horário através de um gnômon, e a segunda versão, para a verificação das horas por meio de CD/DVD. Na Figura 5.21, vemos os relógios de Sol no pátio do CEAC.



Figura 5.21 – Fotografia da realização de ajustes no produto final, em duas versões. A primeira, para observação das horas com CD (acima) e a segunda versão, para uso com gnômon (logo abaixo) com estudantes do segundo ano B no CEAC – Fonte: Autor.

Na Figura 5.22, evidencia-se o posicionamento do goniômetro, o qual tem como função de orientar a inclinação do mostrador, de acordo com a latitude local.

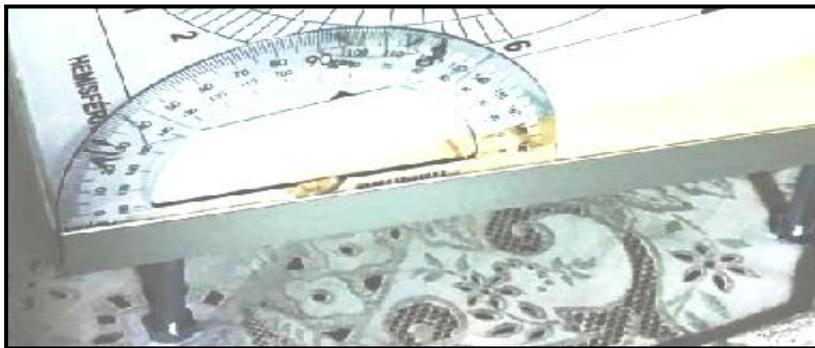


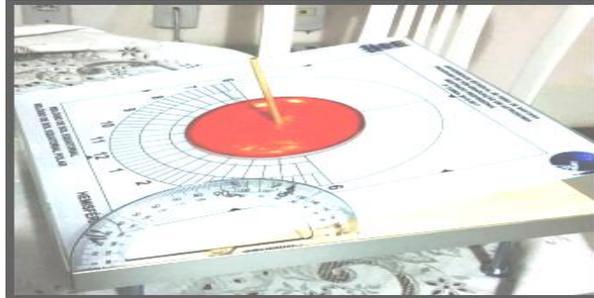
Figura 5.22 – Goniômetro posicionado na base do Relógio de Sol apoiado em cavidade situada entre a base e a lateral em alumínio – Fonte: Autor.

Durante a realização das oficinas para montagem do Relógio de Sol, os conteúdos trabalhados em sala de aula foram debatidos, com a finalidade de verificar se ainda havia dúvidas quanto aos conceitos estudados, durante a unidade. Surgiram alguns questionamentos, por parte dos estudantes, os quais foram sendo respondidos, durante o trabalho de campo.

Algumas perguntas foram com relação às funções: seno, cosseno e tangente. Com o *kit* didático em mãos, os estudantes puderam observar, através da estrutura dos relógios montados, essas funções, minimizando tais dúvidas. A Figura 5.23 exhibe o Relógio de Sol Equatorial sobre uma mesa. A sua inclinação, referente à Latitude local, é aferida pelo goniômetro de 180° fixo em sua lateral. No centro da base, há um parafuso que exerce a função de elevador, a fim de

possibilitar a calibragem para diferentes Latitudes. O gnômon em metal possui as dimensões 4 x 60 milímetros, fixo no centro do mostrador, que, ao receber os raios de luz do Sol, projeta a sombra que indica as horas.

Figura 5.23 – Fotografia do produto final. Em destaque, goniômetro em 180° . Ao centro, haste



em madeira com a função de gnômon – Fonte: Autor.

O Relógio de Sol final é fruto de atividades interdisciplinares envolvendo Matemática, Física e Geografia, tendo a Astronomia como tema transversal. Um exemplar de cada modelo irá ficar em exposição no Observatório Antares/UEFS (Figura 5.24) e os outros dois exemplares de ambos os modelos estarão em exposição no CEAC, para serem usados pela equipe docente, em ações interdisciplinares.



Figura 5.24 – Fotografia do Relógio de Sol, com goniômetro em 180° e gnômon em metal.
Fonte: Autor.

6 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A coleta de dados ocorreu em três etapas, durante oito meses para o Grupo de Tratamento, e objetivou a aferição dos conhecimentos prévios dos estudantes, a verificação da assimilação dos temas estudados e, por último, as opiniões dos estudantes sobre o estudo desenvolvido. Essas ações forneceram, além de subsídios para o planejamento das oficinas, as bases para análises comparativas de rendimento, ao final da II Unidade, entre os Grupos de Tratamento e de Controle. Com relação à avaliação diagnóstica, esta “[...] deverá ter sua base constituída por sondagem, projeção e retrospectiva da situação de desenvolvimento do estudante, dando-lhe elementos para verificar o que e como aprendeu.” (SANTOS; VARELA, 2007).

Dessa maneira, a análise diagnóstica se constitui em uma importante ferramenta que confere a este estudo respostas aos questionamentos quanto aos conhecimentos prévios dos estudantes participantes, a propósito da Geometria e Trigonometria, na busca de valorizar o conhecimento precedente do discente.

A Tabela 6.1 mostra as respostas dadas pelos estudantes do Grupo de Tratamento para o questionamento: “Estudou Trigonometria nas séries anteriores?” Durante o teste diagnóstico e depois no teste avaliativo.

COMPARAÇÃO DAS RESPOSTAS DO TESTE DIAGNÓSTICO COM O TESTE DE AVALIAÇÃO – GRUPO DE TRATAMENTO (2º B)

1 – VOCÊ JÁ ESTUDOU TRIGONOMETRIA?		
RESPOSTAS	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
SIM	02	27
NÃO	01	0
NÃO LEMBRA	28	0
NÃO RESPONDEU	04	08

Tabela 6.1 – CEAC: Resposta ao teste diagnóstico e ao avaliativo sobre Trigonometria. Fonte: Autor

As respostas dadas pelos estudantes ao teste diagnóstico revelam que a maior parte deles declarou que nunca havia estudado Trigonometria, apesar de esse conteúdo estar presente na grade curricular, desde o 8º ano do Ensino Fundamental.

Após a aplicação do estudo, a mesma pergunta voltou a ser realizada. Dessa vez, a maior parte deles afirmou já ter estudado. Isso ocorreu pelo fato de que, após o diagnóstico, os temas iniciais foram revisados, o que fez com que os estudantes relembassem assuntos já estudados

por eles. Um dos estudantes voltou a sustentar que não havia estudado Trigonometria. No Gráfico 6.1, temos o comparativo das respostas dadas no diagnóstico e na avaliação.

1 - VOCÊ JÁ ESTUDOU TRIGONOMETRIA?

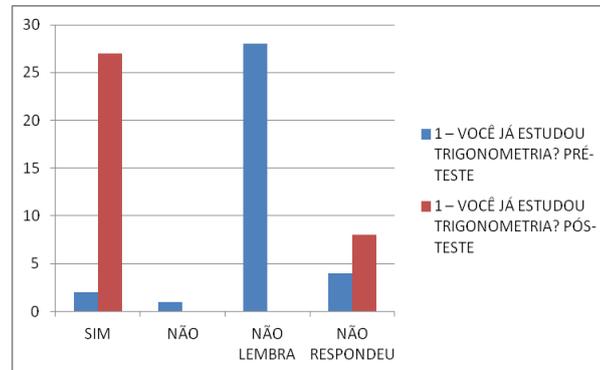


Gráfico 6.1 – Resposta ao teste diagnóstico e ao teste avaliativo sobre Trigonometria, realizado no final do processo. Fonte: Autor

Os dados do Gráfico 6.1 demonstram que, após a realização do estudo, dos 35 estudantes do Grupo de Tratamento, 27 afirmaram que haviam estudado Trigonometria, nos anos anteriores. O fato dos estudantes não lembrarem a Trigonometria durante o diagnóstico, sugere que nos anos anteriores, o seu estudo não teve significado para eles.

A segunda questão, nos questionários de diagnóstico e de avaliação, estava direcionada à identificação da razão entre dois números. Como foi uma questão com mais de uma alternativa correta, muitos estudantes acertaram parcialmente, durante o diagnóstico, enquanto, na avaliação final, a maioria acertou todas as questões, conforme a Tabela 6.2.

2 – IDENTIFICAÇÃO DA RAZÃO ENTRE DOIS NÚMEROS

RESPOSTAS	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
ACERTO PARCIAL	31	07
ACERTO TOTAL	0	25
NÃO RESPONDEU	04	03

Tabela 6.2 – Erros e acertos em questões que envolvem a identificação da razão entre dois números no teste diagnóstico, e no teste avaliativo realizado no final do processo. Fonte: Autor

Nessa questão, o que mais chama atenção é que nenhum estudante acertou, na íntegra, as alternativas. Na fase final, 25 estudantes acertaram todas as alternativas, com 7 ainda acertando parcialmente. No Gráfico 6.2, temos o comparativo dos dois testes.

2- IDENTIFICAÇÃO DA RAZÃO ENTRE DOIS NÚMEROS

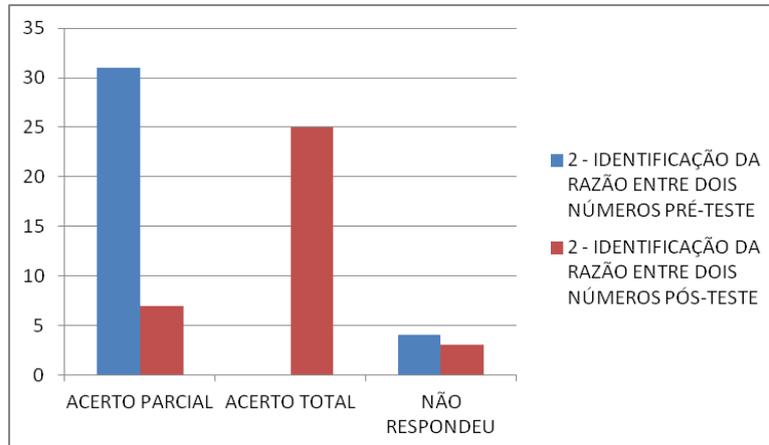


Gráfico 6.2 – Erros e acertos em questões que envolvem a identificação da razão entre dois números no teste diagnóstico, e no teste avaliativo realizado no final do processo. Fonte: Autor

O Gráfico 6.2 aponta o índice de erros e acertos do Grupo de Tratamento, no que concerne à identificação da razão entre dois números, no diagnóstico e na avaliação final. A melhora nos resultados referentes aos acertos mostra a influência positiva do estudo para os participantes.

A questão 3 está associada às classificações dos triângulos. Temos as seguintes informações (Tabela 6.3):

3 - PORQUE UM TRIÂNGULO É CLASSIFICADO COMO RETÂNGULO?		
RESPOSTAS	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
ACERTOS	07	30
ERROS	24	02
NÃO RESPONDEU	04	03

Tabela 6.3 – Erros e acertos em questões que envolvem a identificação da classificação de um triângulo retângulo. Fonte: Autor.

Na avaliação diagnóstica, muitos estudantes não lembravam as classificações dos triângulos quanto aos ângulos. Ao final da unidade, 30 dos 35 estudantes acertaram essa questão, enquanto 2 erraram e 3 não responderam, confirmando a utilidade do estudo (Gráfico 6.3).

3 - POR QUE UM TRIÂNGULO É CLASSIFICADO COMO RETÂNGULO?

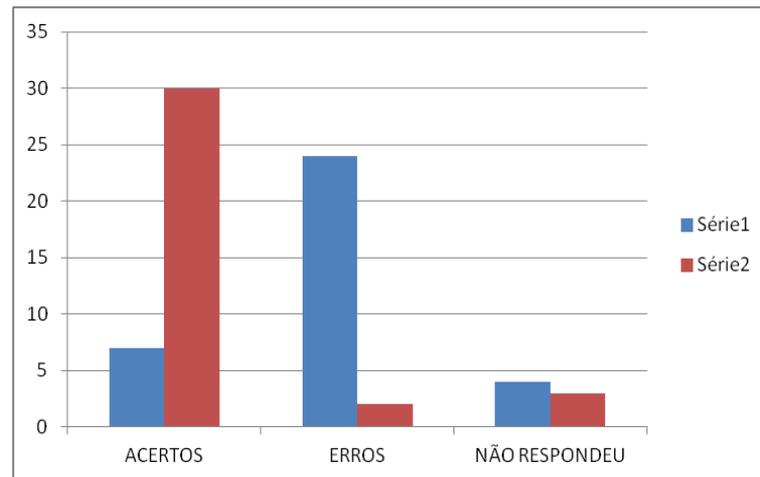


Gráfico 6.3 – Erros e acertos em questões que envolvem a identificação da classificação de um triângulo retângulo. Fonte: Autor

O Gráfico 6.3 aponta que, após a realização do estudo, o índice de acertos aumentou bastante, de sorte que apenas 2 estudantes erraram, enquanto 3 deixaram esse item em branco.

Nas questões referentes à identificação do cateto oposto, a Tabela 6.4 traz as seguintes informações:

QUESTÕES 4 E 6 - IDENTIFICAÇÃO DO CATETO OPOSTO		
RESPOSTAS	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
ACERTOS	10	21
ERROS	21	06
NÃO RESPONDEU	04	08

Tabela 6.4 – Erros e acertos às questões que envolvem a identificação do cateto oposto. Fonte: Autor

No pré-teste, menos da metade dos estudantes (10) acertou as questões, enquanto 21 as erraram. O Gráfico 6.4 traz o demonstrativo dessa evolução:

4 e 6 – IDENTIFICAÇÃO DO CATETO OPOSTO

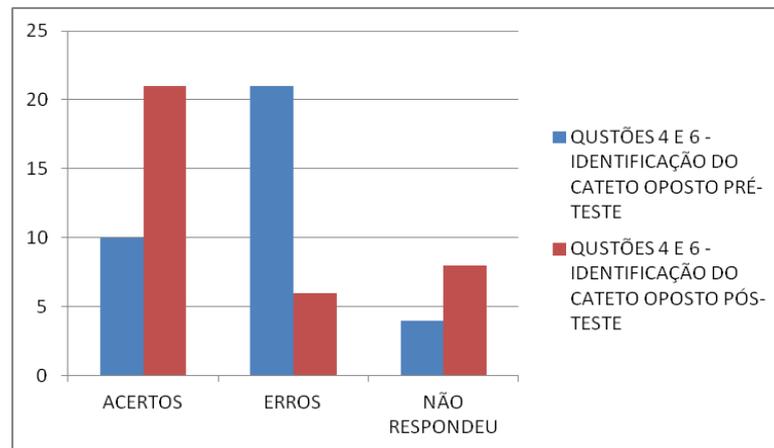


Gráfico 6.4 – Erros e acertos às questões que envolvem a identificação do cateto oposto. Fonte: Autor

Houve evolução nos acertos de 10 para 21, após a realização deste estudo. Já a Tabela 6.5 demonstra o índice de erros e de acertos na identificação do cateto adjacente pelos estudantes.

5 e 7 - IDENTIFICAÇÃO DO CATETO ADJACENTE		
RESPOSTAS	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
ACERTOS	10	23
ERROS	21	04
NÃO RESPONDEU	04	08

Tabela 6.5 – Erros e acertos questões que envolvem identificação do cateto adj. Fonte: Autor

Também em relação ao cateto adjacente, houve aumento significativo no índice de acertos, por parte dos estudantes. O Gráfico 6.5 demonstra esses índices.

5 e 7 – IDENTIFICAÇÃO DO CATETO ADJACENTE

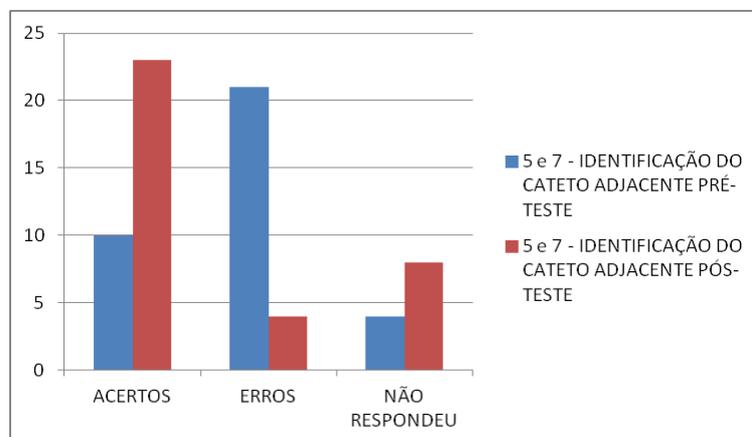


Gráfico 6.5 – Erros e acertos às questões que envolvem a identificação do cateto adjacente. Fonte: Autor

Ocorreu uma evolução nos acertos, de 10 para 23, enquanto o índice de erros reduziu-se de 21 para 4, após a efetivação deste estudo. Já a Tabela e o Gráfico 6.6 revelam o índice de erros e acertos na identificação do cateto adjacente, pelos estudantes.

8 a 10 - IDENTIFICAÇÃO DO SENO, DO COSSENO E DA TANGENTE		
RESPOSTAS	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
ACERTOS	10	23
ERROS	21	04
NÃO RESPONDEU	04	08

Tabela 6.6 – Identificação do seno, do cosseno e da tangente. Fonte: Autor

Quanto aos itens de 8 a 10, os quais abordam a identificação de seno, do cosseno e da tangente, foi observado que, no teste de diagnóstico, apenas 10 entre 35 estudantes acertaram as questões referentes a esse item. No Gráfico 6.6, temos essas representações.

8 a 10 – IDENTIFICAÇÃO DO SENO, DO COSSENO E DA TANGENTE

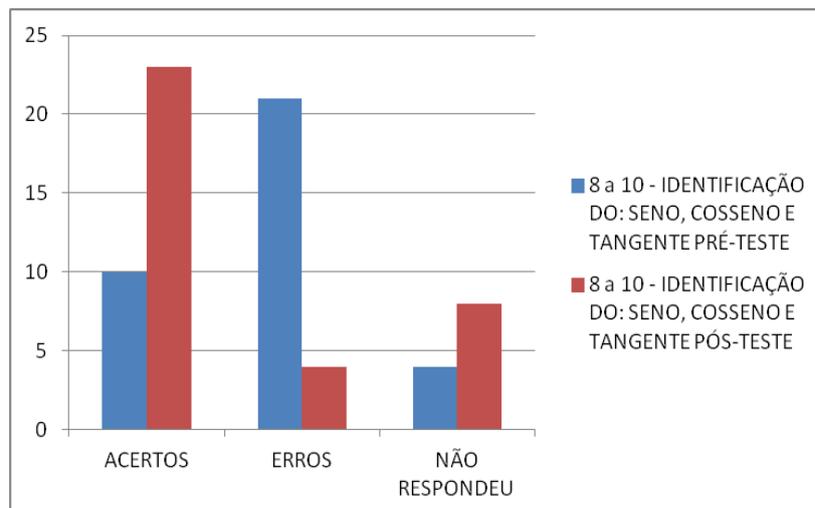


Gráfico 6.6 – Erros e acertos na identificação do seno, do cosseno e da tangente. Fonte: Autor
Houve evolução no quantitativo de acertos, enquanto o índice de erros se reduziu, ao final deste estudo.

A análise dos indicadores citados nas tabelas e nos gráficos confirma a importância de se realizar um diagnóstico, com a finalidade de identificar o conhecimento precedente do estudante. Essa ação subsidiou o planejamento voltado para a valorização dos conteúdos adquiridos, propiciando-lhe ferramentas para o desenvolvimento do seu saber de forma autônoma e com real significado para ele.

Também foi aplicado um questionário referente à receptividade da oficina pelo Grupo de Tratamento, para verificar o sentimento dos estudantes quanto à oficina realizada.

As informações a seguir se referem às opiniões dos estudantes do Grupo de Tratamento, com respeito à oficina. Na Tabela 6.7, temos os dados relativos à opinião dos estudantes sobre o estudo efetuado.

1 - OPINIÃO DOS ESTUDANTES EM RELAÇÃO AO ESTUDO REALIZADO

1 - EM RELAÇÃO À OFICINA	RESPOSTAS
GOSTOU	29
NÃO GOSTOU	02
INDIFERENTE	04

Tabela 6.7 – Opinião dos estudantes com relação à aprendizagem, durante o estudo. Fonte: Autor.

Na Tabela, podemos perceber que 83% dos estudantes declararam ter gostado da oficina realizada, conforme o Gráfico 6.7.

1 - OPINIÃO DOS ESTUDANTES EM RELAÇÃO AO ESTUDO REALIZADO

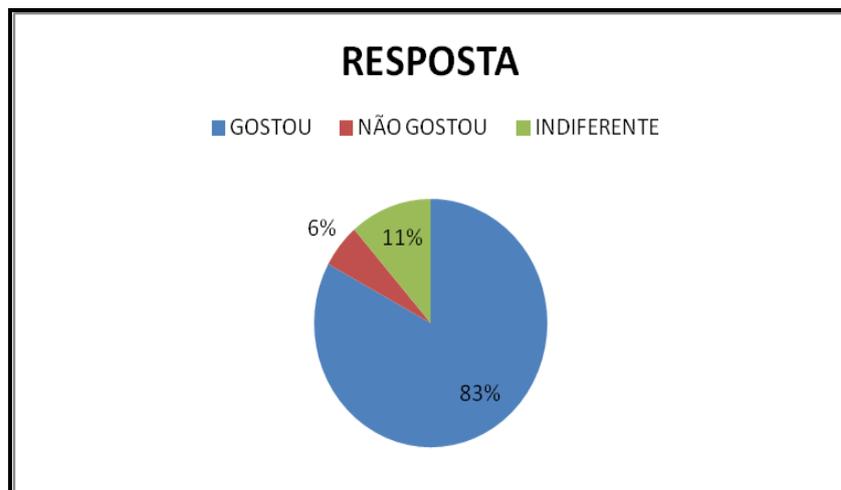


Gráfico 6.7 – Opinião dos estudantes sobre as Oficinas de Relógio de Sol – Fonte: Autor.

O Gráfico 6.7 revela que a maior parte dos estudantes demonstra receptividade positiva quanto à oficina para montagem de Relógio de Sol. No segundo item, 28 estudantes responderam que esse estudo foi facilitador da aprendizagem dos assuntos relacionados à Geometria, em conformidade com a Tabela 6.8, a seguir.

2 - ENTENDIMENTO DOS TEMAS DE GEOMETRIA

2 - A OFICINA AJUDOU NO ENTENDIMENTO DOS TEMAS DE GEOMETRIA?	RESPOSTAS
SIM	28
NÃO	04
INDIFERENTE	03

Tabela 6.8 – Opinião dos estudantes com relação à aprendizagem em Geometria, durante o estudo. Fonte: Autor.

Dos 35 estudantes que responderam às questões, 80% deles afirmaram que as oficinas para montagem de Relógio de Sol facilitaram a aprendizagem dos temas referentes à Geometria, conforme o Gráfico 6.8.

2 - ENTENDIMENTO DOS TEMAS DE GEOMETRIA

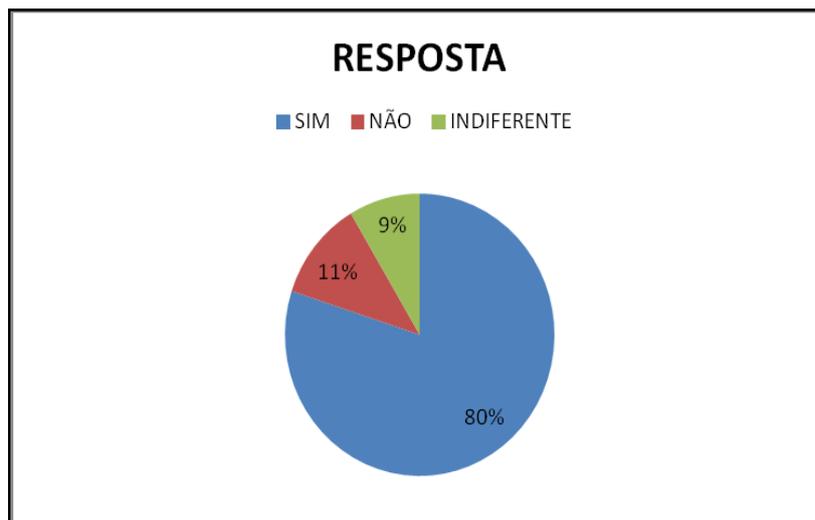


Gráfico 6.8 – Opinião dos estudantes com relação à aprendizagem em Geometria, durante o estudo. Fonte: Autor.

O Gráfico aponta que apenas 20% dos estudantes não concordaram com o fato de que a oficina colaborou para a aprendizagem de Geometria. Já em relação ao entendimento alusivo à Trigonometria, a Tabela 6.8 traz as seguintes informações refletidas no Gráfico 6.9:

3 - ENTENDIMENTO DOS TEMAS DE TRIGONOMETRIA

3 - A OFICINA AJUDOU NO ENTENDIMENTO DOS TEMAS DE TRIGONOMETRIA?	RESPOSTAS
SIM	26
NÃO	04
INDIFERENTE	05

Tabela 6.9 – Opinião dos estudantes com relação à aprendizagem em Trigonometria, durante o estudo. Fonte: Autor.

3 - ENTENDIMENTO DOS TEMAS DE TRIGONOMETRIA



Gráfico 6.9 – Opinião dos estudantes com relação à aprendizagem em Trigonometria, durante o estudo. Fonte: Autor.

Entre 35 estudantes, 26 confirmaram que a realização das oficinas facilitou a aprendizagem dos temas concernentes à Trigonometria.

A verificação dos resultados obtidos nos testes de diagnóstico e de avaliação final, assim como o questionário para a apuração das opiniões dos estudantes do Grupo de Tratamento, aponta para a comprovação das vantagens de uma educação voltada para uma aprendizagem capaz de proporcionar ao discente um real significado, no qual o sujeito da aprendizagem integre diferentes formatos do saber com a sua cultura, segundo Vygotsky (item 2.1).

Outra informação importante quanto aos dados logrados com o estudo é que o emprego da prototipagem confere ao educando ótima oportunidade para construir o conhecimento, através do experimento e da resolução de situações decorrentes da prática.

A construção do conhecimento matemático foi o grande aliado, no intuito de encontrar as respostas aos problemas propostos durante o estudo. O emprego de conceitos básicos da Astronomia como tema transversal foi o elemento integrante que motivou os discentes, durante

todo o percurso do estudo. Esses resultados foram reproduzidos no rendimento geral, ao final da II unidade, refletidos na Figura 6.1.

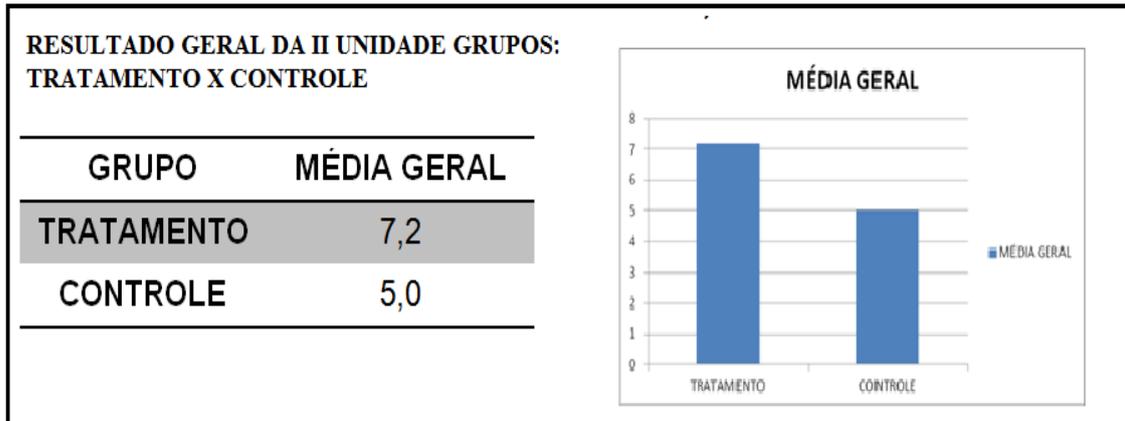


Figura 6.1– Comparativo: média geral obtida pelos Grupos Tratamento x Controle, no local de realização do estudo – Fonte: SGE-SEC/BA.

Os dados coletados ao longo da concretização do estudo foram refletidos nos índices de aproveitamento geral, na média das notas finais, na aferição entre os dois grupos, conforme informações observadas na Figura 6.1. O comparativo demonstra a diferença de 2,2 pontos (44%) para mais, obtidos pelos estudantes do Grupo de Tratamento. Essa informação ratifica que o estudo exerceu influência positiva na assimilação dos assuntos estudados, com repercussão significativa em relação ao rendimento geral do Grupo de Controle. As avaliações realizadas para ambos os grupos foram idênticas.

Aos dados estatísticos, as diferenças percebidas entre as performances das duas turmas, quando analisadas pelo teste t crítico (Figura 6.2), mostram que dentro de um limite de confiabilidade de 95%, esta intervenção é responsável pela melhora da media geral do Grupo de Tratamento em relação ao Grupo de Controle observada.

TESTE ESTATÍSTICO t CRÍTICO

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

Figura 6.2 – Análise do t Crítico. Fonte: <http://www.graphpad.com/quickcalcs/ttest2/>©2017 GraphPad Software, Inc. All rights reserved.

Valor de P e significância estatística: O valor de P de duas caudas é inferior a 0.0001. Por critérios convencionais, esta diferença é considerada estatisticamente: **extremamente significativo**. Quanto ao Intervalo de confiança: A média do Grupo Tratamento menos a do Grupo Controle é igual a 1,915 (de 1.249 a 2.581) = 95%.

Valores intermediários utilizados nos cálculos: $t = 5.7385$; $df = 65$: Erro padrão de diferença = 0.334.

Na Figura 6.3 temos a descrição das dez primeiras oficinas realizadas ao longo da realização deste estudo.

OFICINAS PARA MONTAGEM DE RELÓGIOS DE SOL - 2017					
DATA	NÚMERO DE PARTICIPANTES	SÉRIE ESCOLAR	INSTITUIÇÃO DE ENSINO	CARGA HORÁRIA (H/AULA)	OBJETIVO
03.05	32	2º ANO B ENSINO MÉDIO	CEAC	30	GRUPO DE TRATAMENTO
04.07	35	2º ANO C ENSINO MÉDIO	CEAC	05	GRUPO DE CONTROLE
05.07	60	5º e 6º ANOS FUNDAMENTAL I	E. M. JOÃO MARINHO	04	DIVULGAÇÃO DA METODOLOGIA
10.07	70	3º ANOS A e B ENSINO MÉDIO	CEAC	04	DIVULGAÇÃO DA METODOLOGIA
11.07	40	1º ANO NOTURNO ENSINO MÉDIO	CEAC	03	DIVULGAÇÃO DA METODOLOGIA
12.07	60	2º ANO NOTURNO ENSINO MÉDIO	CEAC	02	DIVULGAÇÃO DA METODOLOGIA
12.07	50	3º ANO NOTURNO ENSINO MÉDIO	CEAC	02	DIVULGAÇÃO DA METODOLOGIA
19.07	07	4º ANO FUNDAMENTAL I	TALK HIGH SCHOOL	04	DIVULGAÇÃO DA METODOLOGIA
25.07	90	8º ANO FUNDAMENTAL II	EMAFS	08	DIVULGAÇÃO DA METODOLOGIA
30.09	14	3º ANO ENSINO MÉDIO	CIEAC	04	DIVULGAÇÃO DA METODOLOGIA
TOTAL DE PARTICIPANTES					458

Figura 6.3 – Quadro demonstrando o quantitativo de estudantes por oficina para montagem de relógios de Sol, e o total de participantes. Fonte: Autor

Podemos observar através deste quadro apresentado, que as dez oficinas realizadas, sendo a primeira para o grupo de tratamento, possibilitou a divulgação da metodologia adotada para facilitar a aprendizagem de Geometria e Trigonometria para a comunidade escolar do CEAC, e também foi possível estender a outras comunidades escolares entre os municípios de Camaçari, Mata de São João e Feira de Santana. Os estudantes destas diversas escolas tiveram suas oficinas

baseadas em apresentação dos conceitos através de slides e em seguida, montaram modelos de Relógios de Sol impressos conforme a Figura 5.3 (item 5.1.1). A adoção deste modelo é justificada pelo fato de que estas vivências possuíram tempo de aplicação reduzido (ver Figura 6.3), permitindo não só a confecção, mas também a utilização dos relógios produzidos pelos estudantes. Para os Relógios de Sol montados pelos estudantes do turno noturno, assim como os do turno diurno em dias de céu encoberto, realizei a simulação do movimento aparente do Sol através de uma lanterna com lâmpadas de LED.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A percepção das dificuldades em assimilar parte dos conteúdos presentes em Geometria e Trigonometria, relatadas por estudantes do CEAC, além dos obstáculos em relacionar os assuntos estudados em sala de aula com as suas utilidades práticas, constituiu o cerne dos elementos motivadores para a concepção deste estudo. Com efeito, alimentou-o a tentativa de tentar contribuir e apontar caminhos que colaborem na reversão da preocupante situação, à qual o ensino de Matemática conduz de um modo geral os discentes, especificamente em Geometria e Trigonometria.

A estratégia adotada teve como base o conhecimento prévio dos estudantes e empregou a experimentação como caminho, por meio de atividades interdisciplinares com Geografia, tendo a Astronomia como tema transversal. O Mestrado Profissional em Astronomia promovido pela UEFS foi fundamental para a composição deste estudo, ao fornecer diretrizes fundamentais.

Ao deixar de lado o ensino pela memorização de fórmulas e de inúmeros exercícios repetitivos, propusemos ao Grupo de Tratamento constituído por estudantes do 2º Ano a construção do saber baseado em situações do cotidiano, de maneira a atender às recomendações dos PCN.

O emprego da Astronomia como tema transversal propiciou uma aprendizagem com maior significado para o estudante. O saber promovido através da compreensão básica a respeito de alguns fenômenos astronômicos, além de subsidiar a prática científica, motivou os estudantes para a compreensão dos temas relacionados à Matemática. Os resultados obtidos nos questionários pós-experimento confirmam essa afirmação. O resultado médio obtido ao final da II Unidade, pelo Grupo de Tratamento, em relação ao Grupo de Controle, comprova a contribuição do estudo para a melhoria na aprendizagem de Geometria e de Trigonometria, conforme está exposto na Figura 6.1. Um aspecto positivo observado foi o nível de envolvimento da maioria dos estudantes do Grupo de Tratamento, ao longo de todo o processo.

Durante a utilização do *kit* didático Relógio de Sol, na aula de encerramento, os assuntos estudados no decorrer do estudo foram revisados. Os estudantes tiveram acesso às medidas de cada componente empregado nos dois modelos de Relógio de Sol pertencentes ao *kit* educacional. Também foi demonstrada a geometria usada em sua construção e na sua utilização. A prática referente ao estudo dos triângulos culminou na observação das horas projetadas sobre os mostradores dos Relógios de Sol.

Após a realização da oficina, os estudantes fizeram relatos sobre seus trabalhos e a experiência adquirida, ao compartilharem as dificuldades encontradas e os caminhos trilhados para superar as adversidades. Ao propor ações de investigação, de observação e experimentação, a estratégia adotada buscou oportunizar aos estudantes uma participação efetiva no processo de ensino-aprendizagem.

Os resultados obtidos são animadores. A busca por novos caminhos, os quais facilitem a assimilação de assuntos referentes à Matemática, vislumbra expectativas promissoras. O planejamento traçado a partir de situações contextualizadas, que aproximem teoria e prática, além de valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes, aponta os limites de entendimento discente, de sorte a subsidiar planos de trabalho que impulsionem a procura de uma efetiva construção do conhecimento.

Outro fator observado foi que, quando o estudante está receptivo ao processo de aprendizagem, o desenvolvimento de suas competências e habilidades ocorre de forma natural. A adoção da Astronomia como tema transversal e a interdisciplinaridade com a Geografia demonstraram, aos estudantes, que a Matemática não é uma ciência desconectada de suas realidades. Outro fato é que é possível realizar experimentos, mesmo com poucos recursos e com materiais de baixo custo.

A concretização de oficinas para a montagem de Relógios de Sol para os estudantes que não participaram do estudo, ao lado da oficina para o Grupo de Controle e para estudantes de outras escolas, oportunizou a divulgação dessa metodologia para o estudo dos conceitos de Geometria e de Trigonometria. A experimentação, por meio da prototipagem, no processo de aprendizagem, e a produção dos Relógios de Sol tiveram por objetivo proporcionar uma aprendizagem com maior significado para os estudantes, de acordo com as premissas dos PCN. Na Figura 6.3 temos um quadro síntese com o demonstrativo do total de estudantes que participaram de todas as oficinas realizadas durante desenvolvimento desse trabalho.

A prática objetivou valorizar o conhecimento prévio do estudante, ao ensinar melhor aprendizagem dos temas propostos. Na Figura 7.1, podemos verificar alguns comentários feitos por estudantes pertencentes ao Grupo de Tratamento, os quais certificam a utilidade da metodologia empregada neste estudo, a qual pretendeu tornar acessível, prazerosa e efetiva a aprendizagem da Trigonometria e da Geometria.

4) Qual a sua opinião a respeito da atividade prática?
 Eu gosto muito de atividades práticas, porque dá uma ideia mais detalhada do assunto e também tem ali um pouco da rotina de quadros, pôsteres, em que o professor fala, fala...

4) Qual a sua opinião a respeito da atividade prática?
 Ela nos ajuda a compreender o assunto discutido em sala, com uma facilidade maior pelo fato de não estudarmos só em teoria.

4) Qual a sua opinião a respeito da atividade prática?
 As aulas práticas são muito divertidas pois é muito bom por aproveitar alguns que aprendemos em aulas teóricas.

4) Qual a sua opinião a respeito da atividade prática?
 Acho muito legal essa oportunidade de estar participando de uma aula divertida onde eu também aprendo muito. Ajuda tanto na interação com outros alunos, como no interesse em aprender... uau!

4) Qual a sua opinião a respeito da atividade prática?
 Eu acho que é bom porque ajuda a entender os assuntos.

Figura 7.1 – Depoimentos de alguns estudantes do Grupo de Tratamento, sobre a utilidade das oficinas realizadas e as práticas adotadas, na viabilização da aprendizagem de Geometria e de Trigonometria. Fonte: Autor.

A recepção positiva, durante o estudo, pelos estudantes do Grupo de Tratamento, em sua maioria, nos mostra que uma aprendizagem de forma lúdica, além de prazerosa, também proporciona maior facilidade para a assimilação. Essa receptividade positiva foi certamente estimulada pelos conhecimentos básicos sobre a Astronomia, fundamentais no processo.

8 REFERÊNCIAS

- AFONSO, G. Mitos e estações no céu tupi-guarani. **Scientific American Brasil**, n. 45, p. 38-47, 2006.
- ALMEIDA, P. C. P. de. **O Grupo Local das Galáxias**. 2007. Tese (Mestrado em Matemática) – Departamento de Matemática Aplicada, Faculdade de Ciências da Universidade de Porto (FCUP), Porto, Portugal. 2007.
- ALVES, S. A matemática do GPS. **RPM**, n. 59, 2006.
- AMARO, P. B. R. **Construção de um Relógio Solar para o museu de Ciências Naturais**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso – UnB – Planaltina, 2015.
- ARGÜELLO, C. A.; NEVES, M. C. D. Determinação Didática da Duração do Dia Sideral Pela Observação das Estrelas α e β do Centauro. **Revista de Ensino de Física**, v. 9, n. 1, 1987.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Paralelo, 2000. 243p.
- AZEVEDO, S. da S. M. **Relógio de Sol Analêmico: método pedagógico interdisciplinar**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Ciências Físicas. Campos dos Goytacazes, 2012.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPEd, 2001, Caxambu. **Anais...**, Rio de Janeiro, 2001.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2006.
- BEAN, D. O que é modelagem matemática? **Educação Matemática em Revista**. São Paulo, n. 9/10, p. 49-57, abr. 2001.
- _____. Modelagem matemática: uma mudança de base conceitual. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: CNMEM, 2007. p. 35-58.
- BERGMANN, T. S.; FRAQUELLI, H. A. **Construção de um Gnômon e de um Relógio Solar**. 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br>>. Acesso em: 03 de outubro de 2016.
- BIDELL, T. **Vygotsky, Piaget and the Dialectic of Development: Human Development**, 1988. Disponível em: <<https://www.karger.com/Article/Pdf/276332#>>. Acesso em: 13 de outubro de 2016.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2005.

BOCZKO, R., **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

BONGIOVANNI, V. O Teorema de Tales: uma ligação entre o geométrico e o numérico. **REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 2.5, p.94-106, 2007.

BORBA, M. de C. M. Diferentes formas de interação entre internet e modelagem: desenvolvimento de projetos e o CVM. In: BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPEd, 2001, Caxambu. **Anais...**, Rio de Janeiro, 2001.

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: 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.

_____; COELHO, P. M. C. **Relógios de Sol**. 2007. Disponível em: <<http://www.oba.org.br/Pdf/relogtex01>>. Acesso em: 13 de abril de 2016.

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

CARMO, M. P. do; MORGADO, A. C.; WAGNER, E. **Trigonometria/Números Complexos**. 3. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2005.

CARVALHO, B. **Desenho Geométrico**. São Paulo: Ao Livro Técnico, 1988.

CHEVALLARD, Y. **Estudar Matemáticas: o elo perdido entre o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

CORREA, R. dos P.; MONTEIRO, R. S. B., DE SÁ, P. F. Trajetória das trigonometrias: uma incursão histórica. In: SNHM, XI. Pará, 2015. Disponível em: <http://www.sbhmat.org/wa_files/P34.pdf>. Acesso em: 03 de março de 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.

COSTA, N. M. L. da. **A história da trigonometria**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/geotri/modulo3/.../historia_triogono.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2016.

D'AMBRÓSIO, B. Formação de Professores de Matemática para o Século XXI: o grande desafio. **Pró-posições**, v. 4, n. 1, 35-41, mar. 1993.

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.

_____. **Aspectos Culturais do Desenvolvimento Sustentável**. Humanidades, n. 4, v. 10, p. 300-311, 1994a.

_____. **Ciências, Informática e Sociedade: uma coletânea de textos**. Brasília: EUB, 1994b.

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

_____. A Matemática nas Escolas. **Educação Matemática em Revista**, 2000.

DILÃO, R. **Latitudes e Longitudes**. Ciência Viva. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília: Eurodois, 1999.

FORTE, S. H. A. C. **Manual de elaboração de Tese, Dissertação e Monografia**. Fortaleza: Universidade de Fortaleza, 2006.

GRF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Leituras de Física: Mecânica**, cap. 10, p. 37. 1998. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec1.pdf>>. Acesso em: 08 de janeiro de 2016.

_____. **Física 1: Mecânica**. 7. ed. São Paulo: EDUSP, 2001.

HALLIDAY, D.; trad. de Biasi, Ronaldo Sérgio. **Fundamentos de Física**. vol.4. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

HARUNA, N. C. A. **Teorema de Thales: uma abordagem do processo ensino-aprendizagem**. 2010. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Dissertacao_haruna.pdf>. Acesso em: 13 de janeiro de 2016.

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.

IEZZI, G. et al. **Matemática: Ciências e aplicações**. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

KFOURI, W. **Explorar e Investigar para aprender por meio da Modelagem Matemática**. 2008. 233f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Programa de

Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

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

LIMA, E. J. M. de. **A Visão do Professor de Ciências Sobre as Estações do Ano**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná. 2006.

LIMA, E. L. **Meu Professor de Matemática e outras histórias**. Rio de Janeiro: Lamgraf Artesanato Gráfico, 1991. Disponível em: <http://www.impa.br/opencms/pt/ensino/downloads/PROFMAT/trabalho_conclusao_curso/2013/anderson_silva_melo.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2017.

LIMA, M. A. A. **O Ensino e a aprendizagem de Ângulos Utilizando Materiais Concretos: O Tangram, O Geoplano, Dobraduras e Construções Geométricas**. UEPB, 2014.

LIMA NETO, G. B. **Astronomia de Posição - Notas de Aula – 2013**. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - (IAG), Universidade de São Paulo (USP), 2013.

MAIA, M. G. B.; Maranhão, C. Alfabetização e Letramento em Língua Materna e em Matemática. **Ciênc. Educ.**. Bauru, v. 21, n. 4, p. 931-943, 2015.

MELO, A. S. **O ensino das razões trigonométricas com auxílio de um software de geometria dinâmica**. IMPA. 2013. Disponível em: <http://www.impa.br/opencms/pt/ensino/downloads/PROFMAT/trabalho_conclusao_curso/2013/anderson_silva_melo.pdf>. Acesso em: Acesso em 01 de abril de 2017.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2011.

MIGUEL, A. et al. **História da Matemática em Atividades Didáticas**. 2. ed. ver. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

MIGUENS, A. P. **Navegação: A Ciência e a Arte**. Brasil: Marinha do Brasil, 1995. (v.II).

MILONE, A. C.; WUENSCHÉ, C. A.; RODRIGUES, C. V.; JABLONSKI, F. J.; CAPELATO, H. V.; VILAS-BOAS, J. W.; CECATTO, J. R.; VILLELA NETO, T. **Introdução à Astronomia e Astrofísica**. São José dos Campos: INPE. Ministério da Ciência e Tecnologia, SP, 2003.

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.

OCDE. **PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy**. Paris: OECD, 2013.

OLIVEIRA, A. de. **A luta cotidiana contra o tempo**. 2008. Disponível em: <http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2810/n/a_luta_cotidiana_contra_o_tempo>. Acesso em: 02 maio 2017.

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_do_gnomo_n.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

SANTOS, M. R.; VARELA S. Avaliação como um instrumento diagnóstico da construção do conhecimento nas séries iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Eletrônica de Educação**. Ano I, n. 01, ago./dez. 2007. Disponível em: <<http://web.unifil.br>>. Acesso em: 10 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.

SILVA, E. L. da S.; MENESES, M. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, M. N. P. da. Relações Métricas Referentes à Circunferência. 2017a. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/matematica/relacoes-metricas-referentes-circunferencia.htm>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

_____. Seno, cosseno e tangente. 2027b. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/matematica/seno-cosseno-tangente-angulos.htm>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

SOARES, M. **Alfabetização e letramento**. 6. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

TIGGEMANN, I. S. Práticas investigativas em educação química: relato de uma experiência na disciplina de didática. **Mosaico: Revista de pesq. da área de ciências humanas**. UNIFEV, v.1, n.1, 2006.

TODESCO, F.; SILVA, J. P. da; CARVALHO, D. G. de. **Uma investigação sobre procedimentos metodológicos de professores de ensino básico no processo de transposição didática de um conceito matemático**. 2008. Disponível em:

<<http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/comunicacoes/25JULIANAPIRES.pdf>> Acesso em: 08 abril de 2017.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – **Um Pouco da História da Trigonometria**. Disponível em: <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>.

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.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

Referências Eletrônicas

<<http://astronomiapratica.blogspot.com.br/2016/05/monte-um-espectroscopio-ou.html>>. Acesso em 03 de janeiro de 2017.

<<http://blogs.estadao.com.br/estadao-urgente/files/2016/02/OCDERank.jpg>>. Acesso em 08 de março de 2017.

<<http://brasilecola.uol.com.br/matematica/geometria-espacial>>. Acesso em 13 de abril de 2017.

<<http://cgceducacao.com.br/pisa-2015-graficos/>>. Acesso em 23 de janeiro de 2017.

<<http://estadualcaminhosdosaber.blogspot.com.br/2012/11/curso-intensivo-de-astronomia-voce-se.html>>. Acesso em 03 de maio de 2017.

<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap1/cap1-2.html>>. Acesso em 15 de janeiro de 2017.

<http://www.geocities.com/desenvolvimento/distincoes.html>>. Acesso em 27 de maio de 2017.

<https://www.todamateria.com.br/circulo-trigonometrico/>>. Acesso em 05 de fevereiro de 2017.

<<http://www.mat.ufrgs.br/~portosil/passa2a.html>>. Acesso em 03 de janeiro de 2017.

<<http://www.observatorio-phoenix.org>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2017.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Lev_Vygotsky>. Acesso em 19 de janeiro de 2017.

<<http://porteiros.s.unipampa.edu.br/astronomia/relogio-solar-analematico/>>. Acesso em 15 de abril de 2017.

<http://www.relogiodesol.com/historia.php.htm>>. Acesso em 11 de janeiro de 2017.

<www.sinprosp.org.br/.../CONSTRUINDO%20CONCEITOS%20TRIGONOMÉTRICO>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

<<http://zeca.astronomos.com.br/sci/orientacao.htm>>. Acesso em 21 de janeiro de 2017.

APÊNDICES

I - OFICINA COMPLEMENTAR: LUZ E CORES - CEAC

Na tentativa de proporcionar maior significado da aprendizagem em relação ao funcionamento de um relógio de Sol com CD, elaborei uma oficina complementar com o objetivo instruir os estudantes sobre ondas eletromagnéticas. Esta ação serviu para explicar os raios luminosos refletidos em um CD/DVD.

A luz do Sol é essencial para a vida na Terra, pelo fato de que além de possibilitar os processos físico-químicos nos seres vivos, proporciona a percepção das cores. A energia do Sol ainda é responsável pelo movimento dos oceanos, pela formação dos ventos através do aquecimento do ar e pelo ciclo da água.

Isaac Newton ao realizar o experimento com prismas triangulares expostos a um feixe de luz deduziu que a luz branca, é consequência da associação de várias cores. Na Figura 1, temos a representação dos comprimentos de ondas diferenciadas. Além de fazer o estudo sobre a dispersão da luz, Newton discorre a respeito das cores dos corpos que segundo ele, “o que determina as cores de todos os corpos é ao fato de que eles refletem a luz de certa cor em maior quantidade do que a das outras”.

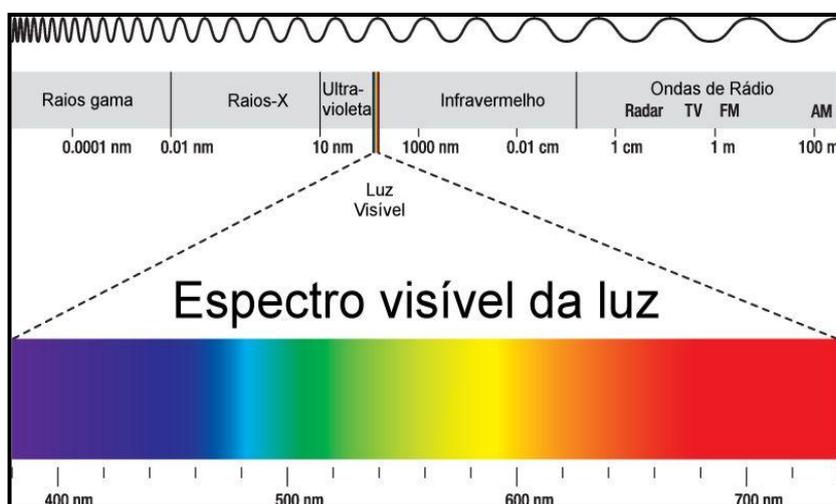


Figura 1– Ondas Eletromagnéticas. Possuem a mesma velocidade no vácuo ($c = 3 \times 10^8$ m/s), se diferenciando pelo comprimento de onda e pela frequência. Fonte: Peter Hermes Furian (Ilustração) / Shutterstock.com Fonte: <http://www.infoescola.com>

A percepção do espectro visível muda de uma pessoa para outra. Nossos olhos atuam em determinada faixa que está situada entre, 400nm e 700nm de comprimento de ondas (luz visível). Neste caso cada cor está relacionada a uma frequência específica de comprimento de onda,

diferenciando-se uma da outra. a luz vermelha por ter menor frequência (menor energia). O violeta possui maior frequência (maior energia).

A relação entre comprimento de onda (λ) e frequência (f), cuja relação é inversamente proporcional, onde o comprimento da onda é dado pela divisão da velocidade da onda (no caso a velocidade da luz ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)), pela frequência da onda, que é representado por: $\lambda = c/f$ (Halliday, 2003). Na Figura 2 temos o mapa conceitual que demonstra os conteúdos examinados durante o experimento de montagem de espectroscópios pelos estudantes.

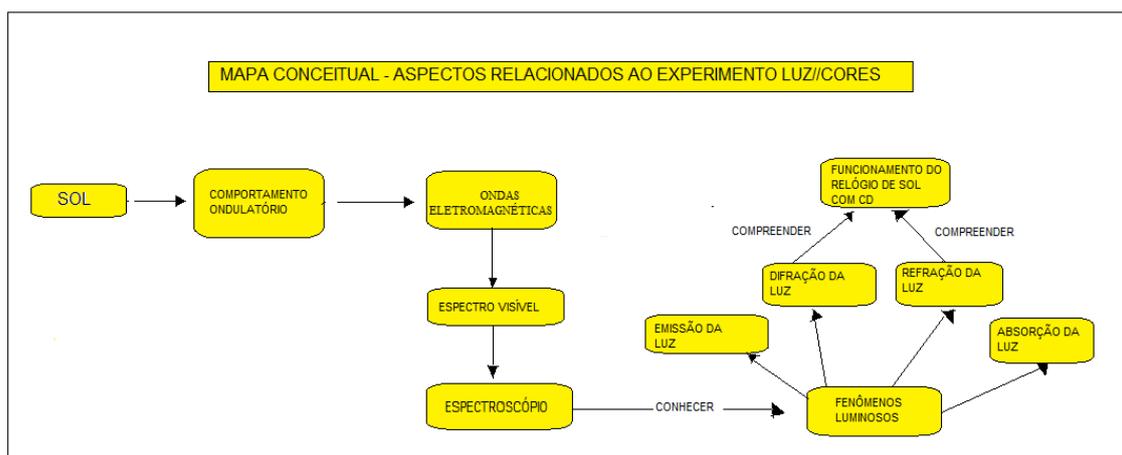


Figura 2 – Mapa conceitual com abordagem dos conteúdos verificados durante o processo de montagem de espectroscópios e disco de Newton. Fonte: autor.

Este mapa conceitual foi trabalhado para melhor compreensão do funcionamento do espectroscópio e do disco de Newton.

MONTAGEM DO DISCO DE NEWTON

Para comprovar que a luz branca é composta pelas outras cores do espectro luminoso, utilizamos o disco de Newton. É um disco dividido em 7 ou 8 partes iguais e pintado com as mesmas cores que compõem o espectro da luz. Ao girá-lo com vigor, devido ao fato de que cada cor do disco se sobrepõe na retina do observador, notamos a cor branca substituindo as outras cores do disco. Na Figura 3 temos uma fotografia de estudantes do grupo de tratamento confeccionando um disco de Newton.



Figura 3 – Estudantes do grupo de tratamento montando o disco de Newton. Fonte: autor.

Após realizarmos o experimento com o disco de Newton, fizemos o inverso ao decompor a luz, com a utilização de um espectroscópio. O seu princípio de funcionamento se dá através da passagem de um feixe de luz, que ao atravessar a rede de difração, é disperso em seus comprimentos de onda componentes resultando em um espectro luminoso. Se o experimento for realizado com um prisma triangular de cristal, ao colocarmos um segundo prisma na posição invertida, a luz final sairá branca novamente.

MONTAGEM DO ESPECTROSCÓPIO

Antes da montagem dos espectroscópios, os estudantes foram informados de que é através da espectroscopia que a composição de estrelas, nebulosas e até de galáxias são analisadas. Também é um método para determinar a velocidade de corpos celestes e de afastamento das galáxias, o que confirmou a expansão do universo. Além da astronomia, a espectroscopia também é empregada em diversas áreas da ciência.

1 – MODELO FEITO COM PAPEL E CD

O primeiro modelo de espectroscópio proposto para os estudantes foi obtido através do site: <http://astronomiapratica.blogspot.com.br>. Para a sua montagem é necessário apenas de papel ou cartolina, CD/DVD, cola e tesoura. Na Figura 4, temos o desenho com as medidas necessárias. Um detalhe importante está na confecção da fenda. O ideal é utilizar um estilete porque pelo fato de que quanto mais fina for a espessura da fenda, mais eficiente será a qualidade obtida.

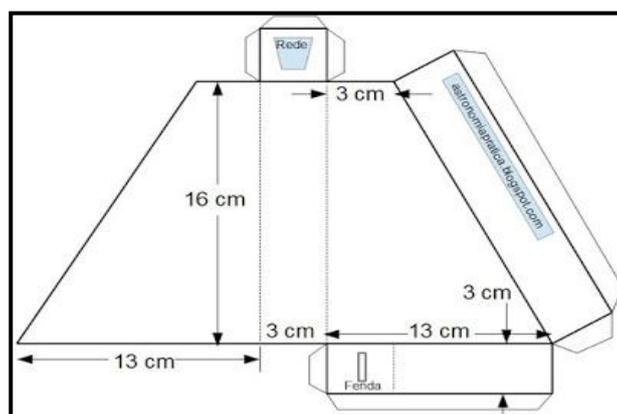


Figura 4 – Modelo do espectroscópio planejado. Fonte: <http://astronomiapratica.blogspot.com.br>

Este modelo foi reproduzido durante a oficina, sendo que alguns estudantes fizeram adaptações mantendo a qualidade dos espectros observados. Na Figura 5, temos fotografias do modelo proposto à esquerda, e de um modelo adaptado feito com caixa por estudantes.



Figura 5 – Fotografia do modelo proposto de espectroscópio montado, exibindo espectros luminosos, e a direita, uma estudante utilizando um modelo adaptado por ela. Fonte: autor.

2 – MODELO FEITO COM TUBOS DE PVC E CD/DVD

Além do modelo em papel sugerido aos estudantes, também foi apresentado para eles o modelo montado com tubos de PVC de acordo com o modelo disponível no site:

<http://www.observatorio-phoenix.org>.

Material necessário para montagem:

- duas lentes de óculos de 3 ou 4 dioptrias (3 ou 4 graus);
- tubo de PVC de 40 mm de diâmetro;
- uma ocular de telescópio ou binóculo;
- T em 45° de PVC 40 mm (derivação em Y);
- disco de CD/DVD sem uso;
- haste de madeira ou de plástico;
- tampa para vedação de tudo (cap).

MONTAGEM

O CD/DVD deverá ser cortado em círculo de 36 mm de diâmetro e colado em uma haste. O tudo deverá ser cortado em dois pedaços. Em uma das extremidades, colocar a tampa já com uma fenda (utilizar estilete). Na outra extremidade deverá ficar a ocular, conforme o esquema da Figura 6.

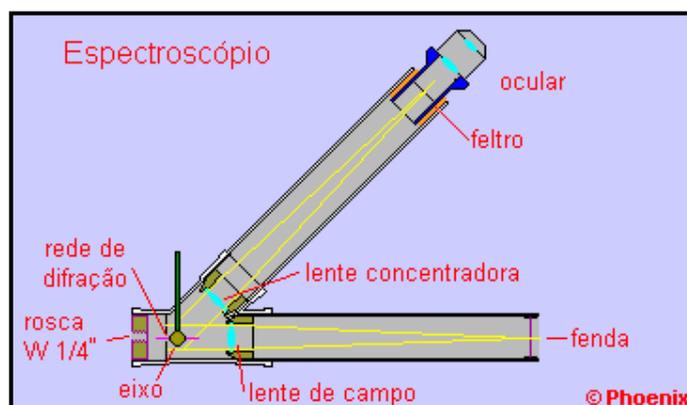


Figura 6 – Esquema do espectroscópio de tubo. Fonte: <http://www.observatorio-phoenix.org>.

A montagem do CD/DVD deverá ser através de um furo no T em Y (Figura 7) no ponto de intersecção das linhas de centro, com uma broca de 13 mm (1/2") e em seguida, colar o disco na haste.

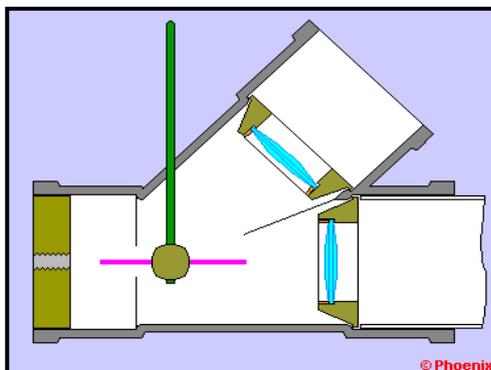


Figura 7 – Esquema lateral mostrando o posicionamento do disco de CD/DVD no tubo em Y. Fonte: <http://www.observatorio-phoenix.org>.

As lentes poderão ser de óculos de leitura, aqueles vendidos por ambulantes. Retire as lentes e arredonde-as com uma lixa e fixe as lentes com cola ou anéis plásticos. Na extremidade de um tubo deverá ficar a fenda, e na extremidade do outro tubo, deverá ficar a ocular com um material deslizante (feltro ou espuma) para permitir a focalização. Pinte a parte interna dos tubos com tinta látex preta ou cinza. Na Figura 8 temos fotografia do espectroscópio de tubo em fase final de montagem.



Figura 8 – Espectroscópio feito com tubo de PVC e tripé. Fonte: Autor.

A realização da oficina complementar foi importante, não só para ampliar a visão dos estudantes com relação ao comportamento das ondas eletromagnéticas, mas também para reforçar a compreensão do funcionamento do relógio de Sol com CD.

II - VIDEO: A DANÇA DO SOL

Para ilustrar o movimento aparente do Sol, foi apresentado para os estudantes o vídeo A dança do Sol, para reforçar o entendimento de um conceito importante para a compreensão do funcionamento dos relógios de Sol. Trata-se de um vídeo com duração de 12 minutos, com linguagem lúdica e que utiliza de forma contextualizada, informações referentes à construção de uma casa com o posicionamento definido pelo movimento aparente do Sol. Na Figura 9 temos a imagem inicial do vídeo.

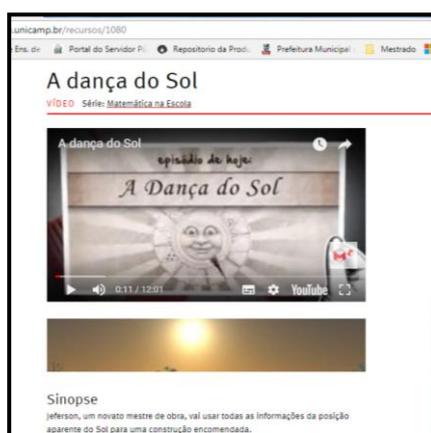


Figura 9 – Imagem do início do vídeo: A dança do Sol. Fonte: <http://m3.ime.unicamp.br>.

A linguagem contextualizada do vídeo reforçou a compreensão dos estudantes quanto ao movimento aparente do Sol.

III - SD 1 - TERRA E UNIVERSO

COLÉGIO ESTADUAL ALAOR COUTINHO - CEAC - TURMA – 2B - TURNO:
VESPERTINO – MATEMÁTICA - PROFº – JORGE LUIS LOPES.

SEQUENCIA DIDÁTICA

Tema: Terra e Universo (*).

Subtema: Localização dos Pontos Cardeais

Ao ensinar localização através dos pontos cardeais, a importância da localização é demonstrada em situações como estar perdido, ou a necessidade de chegar a um determinado destino. Estes fatos poderão acontecer no cotidiano dos estudantes.

Existem outras situações que também requerem esse conhecimento básico: ao projetar uma casa ou uma escola, por exemplo, o engenheiro usa essas informações de forma a aproveitar a luz ou a sombra de acordo com a necessidade do cliente. Em uma unidade de ensino, janelas e portas estrategicamente colocadas, além da economia de energia, podem evitar transtornos como dificuldades para enxergar na lousa em determinados períodos, perceber com nitidez a tela de um computador em um escritório, ver a imagem da televisão na sala, uma projeção de vídeo ou mesmo a incidência direta da luz do Sol.

Com esta sequência o estudante será estimulado a realizar observações com bases científicas no seu dia a dia, que poderão fazer a diferença na qualidade de sua vida pessoal e profissional.

Duração: seis horas aulas.

Objetivos:

- capacitação do estudante no posicionamento em relação ao meio;
- identificação dos pontos cardeais;
- Leitura e interpretação de mapas, textos e imagens relacionadas aos pontos cardeais;
- Registro de informações através de um blog, descrevendo o percurso de sua trajetória.

Justificativa:

Esta atividade pretende levar o estudante a desenvolver a orientação espacial e identificar o posicionamento dos pontos cardeais.

Sondagens:

Onde o Sol nasce? No percurso que você faz à escola em qual lado o Sol está? E no caminho de volta, está no mesmo lugar? E se fosse noite, o que você usaria como referência de localização? O que você observaria no céu? Como os navios e aviões chegam ao seu destino sem estradas ou sinalizações?

Problematização/Contextualização:

O estudante deverá observar um globo terrestre para identificar a sua localização. Em seguida, será mostrada uma bússola mais um aplicativo bússola para celular e levantada uma situação: “ele está em uma embarcação e após pescaria, ele precisa retornar para casa”. Para que lado deve seguir? Os estudantes devem estabelecer estratégias (discussões de como começar) e o professor media o conhecimento apenas como suporte para que eles mesmos estabeleçam os conhecimentos necessários.

Desenvolvimento:

Análise e Leitura de Texto

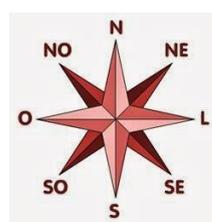
Onde estou e para onde vou?

“Houve uma época, em que as pessoas não contavam com nenhum instrumento que pudesse ajudá-las a se localizar”. Era olhando o céu que elas se orientavam, através da posição do Sol durante o dia, e das estrelas durante a noite. Elas observavam que, pela manhã, o Sol sempre surgia aproximadamente em uma mesma direção, e que à tardinha ele se punha em sentido contrário, como se atravessasse o céu em linha reta. Esses recursos, ainda hoje, são muito utilizados.

Dizemos que o Sol nasce quando ele surge no horizonte pela manhã dizemos que o Sol se põe quando ele desaparece no horizonte à tarde. As palavras nascer e por, são usadas porque os povos antigos acreditavam que a cada dia nascia um novo Sol, e a tarde ele se punha abaixo do horizonte para morrer. Hoje sabemos que isso não é verdade, pois ele nasce e se põe por causa da rotação da Terra, mas por tradição as palavras nascer e por do Sol ainda são usadas.

Um navegador ou um avião que não sabe achar os pontos cardeais não consegue trabalho em lugar algum. Um pescador que vai para o mar adentro em busca de peixes, não precisa ser doutor em movimentos do céu, mas, com certeza, outros que o ensinaram a pescar certamente lhe ensinaram a achar os pontos cardeais, para poder sair e retornar à mesma praia. Uma pessoa que quer ir ou sair de algum lugar, se estiver perdida, por exemplo, em uma floresta, no meio de uma cidade desconhecida, não conseguirá fazê-lo se não conhecer alguns princípios básicos de orientação.

Observe alguns instrumentos de localização



Os pontos cardeais são pontos de referência e através deles é possível localizar qualquer lugar sobre a superfície da Terra. “São eles: o Norte e o Sul que apontam na direção dos polos terrestre; o Leste e o Oeste que apontam para o lado do nascer e do pôr do Sol, cruzando a linha

Norte-Sul”. Coordenadas geográficas - São números que indicam um local sobre a superfície da Terra ou próximo dela com base nos pontos cardeais. (Créditos: Grupo 2 – MGME/Secr. Educ. SP).

Estratégias: atividade coletiva; utilização do corpo como instrumento de medida e orientação; leitura e interpretação de mapa e texto; registro de informações; utilização de software (Google Earth, Stellarium).

Recursos: mapas, bússola, texto, Google Earth, Stellarium (Android), materiais para registro, lápis de cor, régua, compasso e tesoura.

Avaliação: processual, registros, participação coletiva e construção do relógio de Sol.

(*) Adaptado de Produção de Sequência Didática (curso MGME). Em: <http://cienciaatual2013.blogspot.com.br/2013/09/sequencia-didatica.html?m=1> acesso em 04 de maio de 2016.

IV - SD 2 TRIGONOMETRIA E GEOMETRIA

COLÉGIO ESTADUAL ALAOR COUTINHO - CEAC - TURMA – 2B - TURNO:
VESPERTINO – MATEMÁTICA - Profº – JORGE LUIS LOPES.

SEQUENCIA DIDÁTICA

Tema: Trigonometria e Geometria.

Subtema: Montagem de Relógio de Sol.

História da Matemática

Para auxiliar sua sobrevivência, os povos primitivos realizavam observações do tempo para tarefas do cotidiano. Com o desenvolvimento das civilizações, estas medições resultaram em calendários que foram aprimorados junto com as sociedades e surgiram novas técnicas de observações do tempo. Um exemplo foi a identificação das estações do ano que eram informações fundamentais repassadas às civilizações que praticavam a agricultura, e que dependiam dos fatores climáticos.

Um das maneiras utilizadas pelos povos antigos para medir o dia dividindo-os em etapas, foi por meio dos Relógios de Sol. A origem do Relógio de Sol não é estabelecida, existindo registros que se referem à Mesopotâmia, há cerca de 4.000 anos.

Carga horária: seis horas aula.

Conteúdos: ângulos (medidas e classificação); trigonometria.

Objetivos:

- Confeccionar relógio do Sol utilizando transferidor, régua, papel, cola, tesoura e palitos após revisão de conteúdos trabalhados em aulas anteriores.
- Desenvolver a concentração e o raciocínio dos alunos através da construção do relógio do Sol:
- Utilizar de maneira adequada e correta o transferidor e a partir deste, medir e classificar os ângulos (reto, agudo e obtuso) obtidos pela sombra do sol. Recursos:
- Folhas de cartolina coloridas;
- Transferidor;
- Régua;
- Tesoura;
- Lápis preto;
- Borracha;
- Caneta.

Desenvolvimento: Foi dado para cada aluno uma tira de cartolina colorida, onde os alunos fizeram as medidas e os cortes necessários para a medição dos horários de Sol. De acordo com o ângulo de inclinação dos raios solares, a sombra projetada indicará as horas do dia. Após

marcarem 5 horários diferentes, cada aluno mediu os ângulos e os classificou conforme solicitação. Avaliação: interesse e participação dos estudantes no desenvolvimento da atividade.

Resultados: Alguns estudantes apresentaram dificuldades no manuseio do transferidor e do compasso.

Avaliação: contínua, produzida com diagnóstico das habilidades não atingidas.

Adaptado de # MATEMÁTICA (IDEIAS E DESAFIOS) MORI, I; ONAGA, D.S. São Paulo: Saraiva, 2012. Em <http://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/>

V - QUESTIONÁRIO – PRINCIPAIS MOVIMENTOS DA TERRA

COLÉGIO ESTADUAL ALAOR COUTINHO - CEAC - TURMA – 2B - TURNO:
VESPERTINO – MATEMÁTICA - Profº – JORGE LUIS LOPES.

Questionário utilizado para levantar questionamentos na apresentação do Relógio de Sol –
Adaptado de Azevedo, S. S. M., Relógio de Sol analêmico: método pedagógico interdisciplinar.

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?
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
b) () Translação
c) () Rotação
d) () Giramento
7. Qual o nome do movimento que a Terra realiza em torno do Sol?
a) () Revolução
b) () Translação
c) () Rotação
d) () Giramento
8. Qual o movimento da Terra que dá origem ao dia e a noite?
a) () Revolução
b) () Translação
c) () Rotação
d) () Giramento
9. Qual o movimento da Terra que origina as estações do ano?
a) () Revolução
b) () Translação
c) () Rotação
d) () Giramento
10. Você sabe como funciona um Relógio de Sol?
a) () Sim b) () Não

VI - QUESTIONÁRIO RELÓGIO DE SOL APLICADO AO FINAL DO ESTUDO

COLÉGIO ESTADUAL ALAOR COUTINHO - CEAC - TURMA – 2B - TURNO: VESPERTINO – MATEMÁTICA - Prof^o – JORGE LUIS LOPES.

Questionário informativo para os alunos – Adaptado de Azevedo, S. S. M., Relógio de Sol Analêmico: método pedagógico interdisciplinar.

1. O que você achou da utilização do Relógio de Sol nos estudos?

- a) não foi útil
- b) útil
- c) agregou novos caminhos de aprendizagem

2. Você já teve outras aulas neste modelo?

- a) Sim
- b) Não
- c) Não lembro

3. Você gostaria de ter mais aulas utilizando métodos como o Relógio de Sol?

- a) Sim
- b) Não

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

COLÉGIO ESTADUAL ALAOR COUTINHO - CEAC - TURMA – 2B - TURNO: VESPERTINO – MATEMÁTICA - Prof^o – JORGE LUIS LOPES.

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

TRIGONOMETRIA NO TRIÂNGULO RETÂNGULO.

1) Você já estudou Trigonometria?

- Sim, mas não lembro de nada.
- Sim, mas lembro muito pouco.
- Sim e lembro-me bastante deste assunto.
- Não.

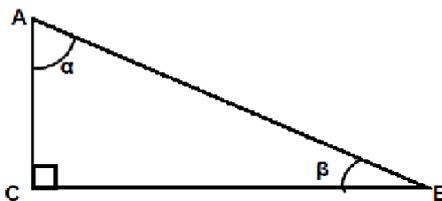
2) Quais dos números abaixo é um exemplo de razão entre dois números:

- $\frac{a}{b}$
- π
- 4
- $\frac{1}{3}$

3) Porque um triângulo pode ser classificado com triângulo retângulo?

- Têm os dois ângulos da base iguais.
- Contém pelo menos um ângulo obtuso.
- Contém um ângulo de 90° (reto) e os outros dois ângulos são agudos.
- Todos seus ângulos são de 60° .

Observe o triângulo a seguir:



Ao observar o triângulo retângulo ABC, podemos identificar e nomear os seguintes segmentos e ângulos como: AB = Hipotenusa

AC = Cateto

BC = Cateto

Ângulos agudos α (alfa) e β (beta)

Responda as questões abaixo, de acordo com o triângulo retângulo.

4) Qual é o cateto oposto ao ângulo α ?

AC AB BC

5) Qual é o cateto adjacente ao ângulo α ?

AC AB BC

6) Qual é o cateto oposto ao ângulo β ?

AB AC BC

7) Qual é o cateto adjacente ao ângulo β ?

AB AC BC

8) $\frac{BC}{AB} = F$, número 'F' obtido pela razão dos segmentos é chamado de que do ângulo α ?

$\text{sen } \alpha$

$\text{tg } \alpha$

$\text{cos } \alpha$

9) Quais das razões abaixo é o $\text{cos } \beta$, no triângulo?

$\frac{AC}{AB}$

$\frac{CB}{AB}$

$\frac{AC}{CB}$

10) Qual das razões abaixo é a $\text{tg } \beta$, no triângulo?

$\frac{AC}{CB}$

$\frac{CB}{AB}$

$\frac{AC}{AB}$

Adaptado do artigo CONSTRUINDO CONCEITOS TRIGONOMÉTRICOS ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS, disponível em:

www.sinprosp.org.br/.../CONSTRUINDO%20CONCEITOS%20TRIGONOMÉTRICO.

VII - AVALIAÇÃO PÓS-EXPERIMENTO

COLÉGIO ESTADUAL ALAOR COUTINHO - CEAC - TURMA – 2B - TURNO:
VESPERTINO – MATEMÁTICA - Profº – JORGE LUIS LOPES.

AVALIAÇÃO PÓS-EXPERIMENTO

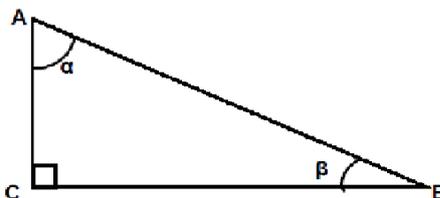
TRIGONOMETRIA NO TRIÂNGULO RETÂNGULO.

- 1) Nesta unidade você estudou Trigonometria?
 - Sim, mas não lembro de nada.
 - Sim, mas lembro muito pouco.
 - Sim e lembro-me bastante deste assunto.
 - Não

- 2) Quais dos números abaixo é um exemplo de razão entre dois números:
 - $\frac{a}{b}$
 - π
 - 4
 - $\frac{1}{3}$

- 3) Porque um triângulo pode ser classificado com triângulo retângulo?
 - Têm os dois ângulos da base iguais.
 - Contém pelo menos um ângulo obtuso.
 - Contém um ângulo de 90° (reto) e os outros dois ângulos são agudos.
 - Todos seus ângulos são de 60° .

Observe o triângulo a seguir:



Ao observar o triângulo retângulo ABC, podemos identificar e nomear os seguintes segmentos e ângulos como: AB = Hipotenusa; AC = Cateto e BC = Cateto; Ângulos agudos α (alfa) e β (beta). Responda as questões abaixo, de acordo com o triângulo retângulo.

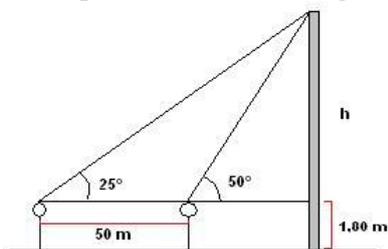
- 4) Qual é o cateto oposto ao ângulo α ?
 - AC AB BC

- 5) Qual é o cateto adjacente ao ângulo α ?
 - AC AB BC

- 6) Qual é o cateto oposto ao ângulo β ?
 - AB AC BC

- 7) Qual é o cateto adjacente ao ângulo β ?
 - AB AC BC

8) Um observador de 1,80 m de altura vê o ponto mais alto de uma torre segundo um ângulo de 25° em relação ao plano horizontal que passa pelos seus olhos. Caminhando 50 m em direção à torre, passa a vê-la sob ângulo de 50° , como está representado no esquema abaixo.



Sabendo que o seno de 25° é igual a 0,42 e que o cosseno de 25° é igual a 0,91, a altura h da torre em relação ao solo é de, aproximadamente:

- () 4m
- () 40m
- () 400m

9) Quais das razões abaixo é o $\cos \beta$, no triângulo?

() $\frac{AC}{AB}$

() $\frac{CB}{AB}$

() $\frac{AC}{CB}$

10) Qual das razões abaixo é a $\operatorname{tg} \beta$, no triângulo?

() $\frac{AC}{CB}$

() $\frac{CB}{AB}$

() $\frac{AC}{AB}$

Adaptado do artigo - CONSTRUINDO CONCEITOS TRIGONOMÉTRICOS ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS, disponível em:

www.sinprosp.org.br/.../CONSTRUINDO%20CONCEITOS%20TRIGONOMÉTRICO

VIII - SD ESTUDO DO MOVIMENTO APARENTE DO SOL E FUNÇÃO TRIGONOMÉTRICA

COLÉGIO ESTADUAL ALAOR COUTINHO
ÁREA DO CONHECIMENTO: MATEMÁTICA
PÚBLICO ALVO: ESTUDANTES DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO
TEMPO ESTIMADO: 6 AULAS
TEMA: CONSTRUÇÃO DO RELÓGIO DE SOL
ASSUNTO: FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ESTUDO DO MOVIMENTO APARENTE DO SOL E FUNÇÃO TRIGONOMÉTRICA

Prof. JORGE LUIS

Orientador: Prof. Dr. Germano Pinto Guedes - Orientador

JUSTIFICATIVA:

Devido a dificuldades apresentadas pelos estudantes do ensino médio do Colégio Estadual Alaor Coutinho em interpretar assuntos de Matemática relacionados ao dia a dia e mediante a responsabilidade da escola em desenvolver no educando habilidades e competências necessárias para resolução de problemas do cotidiano, assumindo plenamente autonomia para a cidadania, foi organizada uma sequência didática relacionada ao emprego de funções trigonométricas para promover a aprendizagem.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Contribuir para o ensino contextualizado da função Trigonométrica.
- Estimular a leitura e a construção de gráficos.
- Fazer com que o estudante perceba que o estudo das diferentes funções está diretamente relacionado às situações do nosso cotidiano.
- Consolidar conceitos como: latitude, polo magnético e rotação.
- Interpretar informações que envolvam o movimento aparente do Sol, trazidas de outras fontes distintas do livro didático, tais como: textos científicos, revistas, sites, dentre outros.

DESENVOLVIMENTO:

O desenvolvimento da sequência didática ocorrerá em 6 horas-aula com duração total de 300 minutos (50 minutos cada aula) aplicada às turmas do 1º ano do ensino médio, com atividades sistematizadas, diversificadas e progressivas no grau de dificuldades apresentadas, buscando assim, promover estímulo cognitivo e aprendizagem significativa.

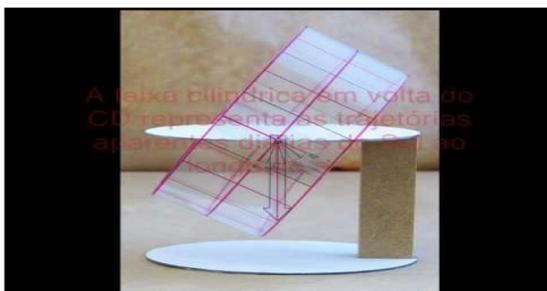
A sequência segue etapas previamente planejadas e definidas para cada aula, como é apresentado a seguir.

Aula 1 – 1º dia (levantamento de conhecimentos prévios):

- Avaliação Diagnóstica.
- Leitura compartilhada de texto abordando a história da utilização do relógio de Sol.
- Socialização das interpretações do texto e construção do conceito de movimento aparente do Sol, partindo da noção intuitiva que perpassa pelas diferentes situações do nosso cotidiano.
- Apresentar aos estudantes diferentes modelos de relógio de Sol.

Aulas 2 e 3 – 2º dia: Movimento aparente do Sol

- Apresentação dos conceitos de longitude e latitude.
- Montagem de modelo de movimento aparente do Sol didático.



<http://www.pontociencia.org.br/files/experimentos/454/movimento-aparente-do-sol-22.jpg>

Aula 4 – 3º dia: Prática.

- Dividir a turma em grupos.
- Distribuir para cada equipe kits contendo cartões com diferentes gráficos desenhados de funções trigonométricas e demonstrar através de animações no Geogebra.
- Realizar exercícios no caderno.

Aula 5 e 6 – 4º dia:

- Solicitar que cada grupo desenvolva um modelo de Relógio de Sol e realize demonstrações geométricas acompanhadas de cálculos. Após montagem cada grupo deverá demonstrar o funcionamento do relógio na área externa da escola.

Adaptado de: SILVA, M. N. P. da. "Funções Trigonométricas "; *Brasil Escola*. Disponível em: <http://brasilecola.uol.com.br/matematica/funcoes-trigonometricas>. Acesso em 15 de novembro de 2016.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/movimento-aparente-do-sol/>. Acesso em 15 de novembro de 2016.

IX – AVALIAÇÃO INTERDISCIPLINAR COM GEOGRAFIA

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA (Gabaritada em negrito):

1. (Brasil Escola) A Terra, assim como todos os corpos celestes presentes no universo, não está parada. Ao todo, são dezenas de diferentes formas de deslocamento realizadas pelo nosso planeta. Assinale, entre as alternativas a seguir, aquela que não indica um dos fenômenos de movimentação terrestre:

- a) rotação
- b) nutação
- c) precessão dos equinócios
- d) inclinação**
- e) revolução

2. (Brasil Escola - adaptado) Entre todos os movimentos realizados pela Terra, a rotação e a revolução são consideradas como os dois mais importantes, pois são os que exercem maior influência no cotidiano das sociedades. As consequências principais da rotação e da revolução da Terra são *respectivamente*:

- a) a intercalação das atividades solares e a variação cíclica dos climas
- b) a ocorrência das estações do ano e a sucessão dos dias e noites
- c) a sucessão dos dias e noites e a ocorrência das estações do ano**
- d) a existência dos solstícios e equinócios e a duração do ano em 365 dias.
- e) a duração dos ciclos solares e a diferenciação entre climas frios e quentes.

3. (Brasil Escola - adaptado) O deslocamento do periélio é registrado como um dos movimentos da Terra, mas não é tão lembrado por dois motivos: não exerce uma influência tão grande sobre a vida no planeta e também por apresentar um ciclo muito longo, que totaliza os 21 mil anos. Mas, afinal, o que é o periélio?

- a) é a forma com que a Terra se desloca em torno do seu próprio eixo.
- b) é o movimento aparente da Terra ao longo do universo.
- c) é o eixo da revolução terrestre.
- d) é a distância mínima da órbita terrestre em relação ao sol.**
- e) é a distância máxima da órbita terrestre em relação ao sol.

4. (UTFPR - adaptada) A relação Sol-Terra faz com que em qualquer lugar do planeta existam diferenças no tempo atmosférico. Essas diferenças têm origem em dois fatores principais, que são os movimentos de rotação e de revolução. Analise as alternativas a seguir e identifique a

INCORRETA no que se refere à influência desses movimentos no tempo atmosférico e climas da Terra.

a) É o movimento de rotação que determina os ciclos da produção agrícola e, portanto, indica quando plantar, quando colher, quando guardar e quando descansar.

b) Se a Terra não tivesse o movimento de rotação, a face iluminada seria tórrida e a face escura, gelada, sendo impossível a vida no planeta.

c) O movimento de revolução é que determina a duração do fotoperíodo diário, sendo que, para o hemisfério Sul, a maior duração do dia iluminado ocorre em 22 de dezembro, quando inicia o verão.

d) O movimento de rotação é o responsável pela exposição do planeta à luz solar, fazendo com que haja certo equilíbrio em relação à temperatura, pois gera os dias e noites.

- Depois do exercício concluído pelos alunos, socializar as resoluções e fazer coletivamente uma análise das resoluções apresentadas, construindo através dos erros e acertos a formalização matemática dos conceitos. Considerar: a coerência dos valores calculados, marcação correta dos pontos no plano cartesiano, relação de dependência entre as variáveis.

<http://exercicios.brasilecola.uol.com.br>

<http://relogiosol.blogspot.com.br>

X - AVALIAÇÃO FINAL DA II UNIDADE E GABARITO – CEAC

COLÉGIO ESTADUAL ALAOR COUTINHO.

Data: ___/___/2017 – 2º ANO ___ - Turno:_____.

PROF. JORGE LUIS. ESTUDANTE: _____ .

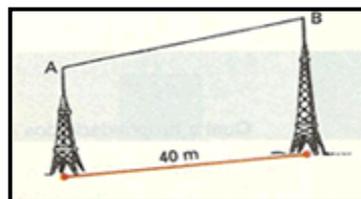
AVALIAÇÃO DE MATEMÁTICA II UNIDADE.

1º) (UNISA – SP) Uma escada de 5,5 m de comprimento está apoiada em uma parede, sendo que seu pé está distante 1,50 m dela. Um pintor quer que a extremidade superior da escada alcance 30 cm mais alto. Que distância ele precisa deslocar o pé da escada em direção da parede?

- a) () 30 cm
- b) () 10 cm
- c) () não é possível
- d) () 1,50 m
- e) () 1 m

2º) (BONGIOVANNI, 1995) Duas torres medem 15 m e 45 m de altura, e a distância entre elas é 40 m. Um fio esticado vai ligar as extremidades A e B das torres. Qual o comprimento mínimo do fio?

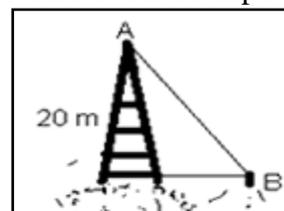
- a) () 10 m.
- b) () 20 m.
- c) () 30 m.
- d) () 40 m.
- e) () 50 m.



3º) Para dar suporte a uma torre com 20 metros de altura, pretende-se fixar um cabo de aço que segue do ponto mais alto da torre até um ponto de apoio localizado no solo, de forma que o ângulo formado entre o solo e o cabo de aço seja de 60° . Desta forma, qual deve ser o comprimento mínimo, em metros, do cabo de aço, para que este sirva de suporte a tal torre?

Sen $60^\circ = 0,866$

- a) () 10,50 m.
- b) () 23,10 m.
- c) () 28,30 m.
- d) () 30,40 m.
- e) () 31,45 m.



4º) (GIOVANNI, 1994) Uma escada apoiada em uma parede, num ponto distante 4 m do solo, forma com esta parede um ângulo de 60° . Qual é o comprimento da escada em m? Cos $60^\circ = 0,5$

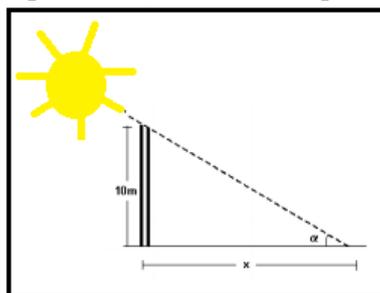
- a) () 4 m.
- b) () 3 m.
- c) () 8 m.
- d) () 9 m.
- e) () 5 m.

5º) (Iezzi, 2013). Uma mulher, cujos olhos estão a 1,5 m do solo, avista, em um ângulo de 12° , um edifício que se encontra a 200 m dela. Qual é a altura aproximada do edifício? Dados: (sen $12^\circ = 0,207$; cos $12^\circ = 0,978$ e tg $12^\circ = 0,212$).

- a) () 14 m.
- b) () 23 m.
- c) () 38 m.
- d) () 44 m.
- e) () 55 m.

6° (UFRJ) Milena, diante da configuração representada abaixo, pede ajuda aos vestibulandos para calcular o comprimento da sombra x do poste, mas, para isso, ela informa que o $\text{sen } \alpha = 0,6$.

- a) () 10,1 m.
 b) () 13,3 m.
 c) () 18,5 m.
 d) () 22,3 m.
 e) () 33,3 m.



7° (UFAL –AL) Uma praça tinha a forma de um quadrado com 160 m de perímetro. Após uma reforma, a superfície passou a ter um formato circular, com diâmetro igual a 75% da medida do lado do quadrado original. Com essa reforma, de quantos metros quadrados foi reduzida a área da praça original? (Use a aproximação: $\pi = 3,14$)

- a) () 893,5 m.
 b) () 993,3 m.
 c) () 703,5 m.
 d) () 622,3 m.
 e) () 303,3 m.

8° (UDESC 2010) O projeto de uma casa é apresentado em forma retangular e dividido em quatro cômodos, também retangulares, conforme ilustra a Figura: Sabendo que a área do banheiro (wc) é igual a 3 metros quadrados e que as áreas dos quartos 1 e 2 são, respectivamente, 9 metros quadrados e 8 metros quadrados, então a área total do projeto desta casa, em metros quadrados, é igual a:

- A () 24
 B () 32
 C () 44
 D () 72
 E () 56



9° O quadrilátero ABCD é um trapézio cujas bases medem 30 cm e 21 cm. Sabendo que a altura desse trapézio é 16 cm, determine a área do trapézio:

- A () 240 cm²
 B () 320 cm²
 C () 408 cm²
 D () 720 cm²
 E () 560 cm²

10° Um jardineiro prepara um canteiro em forma de losango cujas diagonais medem 3,20m e 2,40m. Qual é a área ocupada por esse canteiro?

- A () 210 m²
 B () 3,50 m²
 C () 6,08 m²
 D () 7,20 m²
 E () 3,84 m²

GABARITO

1º) Aplicar Teorema de Pitágoras, onde: hipotenusa: 5,5 m e cateto: 1,5 m .

$$5,5^2 = 1,5^2 + x^2$$

$$30,25 = 2,25 + x^2$$

$$30,25 - 2,25 = x^2$$

$$28 = x^2$$

$$x = \sqrt{28} = 5,29$$

Essa é a vertical do topo da escada ao solo, aumentando em 30 cm = 0,3 m, temos:

$$5,29 + 0,3 = 5,59 \text{ m}$$

Esse valor é maior que o comprimento da escada 5,5m, portanto não é possível
Letra C

2º) De acordo com os dados apresentados no problema, e verificados na representação, percebemos um triângulo retângulo onde a distância entre as duas torres, que mede 40 metros, é um dos catetos, enquanto a diferença entre as alturas das duas torres, que medem respectivamente 15 e 45 m, é outro cateto, já a distância AB, que representa o comprimento do fio é a hipotenusa. Assim sendo, calcular a hipotenusa. Desta forma, tem-se:

$$AB^2 = 40^2 + (45 - 15)^2 \iff AB = \sqrt{1600 + 900} \iff AB = \sqrt{2500}$$

$$AB = 50 \text{ m}$$

A distância mínima para ligar as extremidades entre as torres A e B é de 50 m.

3º)

$$\text{sen } 60^\circ = \frac{20}{x} \iff 0,866 = \frac{20}{x} \iff 0,866x = 20 \iff x \sim 23,10 \text{ m}$$

4º)

$$\text{cos } 60^\circ = \frac{4}{x} \iff \frac{1}{2} = \frac{4}{x} \iff \frac{1}{2} = \frac{4}{x} \iff x = 8 \text{ m}$$

5º) A altura do edifício é igual ao Cateto oposto + altura do solo até os olhos da mulher
Em que o CA é distancia da mulher até o prédio.

$$\text{Tg } 12^\circ = \frac{CO}{CA}$$

$$0,212 = \frac{CO}{200}$$

$$CO = 0,212 * 200$$

$$CO = 42,4 \text{ M} \quad \text{Então, } 42,4 + 1,5 = 43,9 \text{ METROS} \rightarrow 44 \text{ metros.}$$

6º) Calcular a sombra do poste = descobrir o valor da hipotenusa. O sen = 0,6; = cateto oposto/hipotenusa. O cateto oposto é = 10 (altura do poste).

$$0,6 = \frac{10}{h} \text{ (onde } h \text{ é a hipotenusa a ser descoberta)}$$

$$0,6h = 10$$

$$h = \frac{10}{0,6}$$

$$h = \frac{100}{6}$$

$$h = \frac{50}{3}$$

$$\begin{aligned} \left(\frac{10}{3}\right)^2 &= x^2 + 10^2 \\ \frac{2500}{9} &= x^2 + 100 \\ -x^2 &= 100 - \frac{2500}{9} \\ x^2 &= \frac{2500}{9} - 100 \\ x^2 &= \frac{2500 - 900}{9} \\ x^2 &= \frac{1600}{9} \\ x &= \sqrt{\frac{1600}{9}} \\ x &= \frac{40}{3} = x \approx 13,33 \text{ metros} \end{aligned}$$

7º) perímetro = 160 m lado = perímetro/4 = 160/4 = 40 m; área do quadrado: $A_q = 40 \cdot 40 = 1600 \text{ m}^2$; diâmetro $d = 75\%$ de 40 = $3 \cdot 40 / 4 = 30$ m; raio $r = 15$ m; área circular:

$$A_c = \pi \cdot r^2$$

$$A_c = 3.14 \cdot 15^2 = 225 \cdot 3.14 = 706.5 \text{ m}^2$$

redução

$$A = A_q - A_c = 1600 - 706.5 = 893.5 \text{ m}^2$$

8º)

$$A / 9 = 8 / 3;$$

$$A = 9.8 / 3$$

$$A = 24 = \text{area cozinha} + \text{salas integradas}$$

$$\text{Área total} = 3 + 8 + 9 + 24 = 44 \text{ m}^2$$

$$9^\circ) A = [h (B + b)] : 2$$

h = altura

B = base maior do trapézio

b = base menor do trapézio

$$A = [16(30 + 21)] : 2$$

$$a = [16 (51)] : 2$$

$$a = 816 : 2$$

$$\mathbf{a = 408 \text{ cm}^2}$$

10º) A área do losango é representada pela fórmula= $D \cdot d : 2$

Sendo assim, teremos= $3,20 \times 2,40 : 2 = 7,68 : 2 = 3,84 \text{ m}^2$ de área

XI - PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS

EVENTO 1: I Encontro de divulgação científica do mpaastro – 23/07/2016.

LOCAL: OBSERVATÓRIO ANTARES



Cartaz do evento realizado pelos mestrados da Turma 3. Fonte: 3ª turma do MPAstro.

Cada mestrando abordou um tema relacionado a sua Linha de Pesquisa. O curso teve duração de 4 horas com a presença de estudantes de escolas de Feira de Santana, e de 14 estudantes de CEAC.

Durante o evento, realizei oficina para montagem de espectroscópio, fogão solar (utilização de energia solar para o aquecimento) com o uso de caixas de papelão, papel alumínio, fita adesiva, filme plástico, folhas de jornal e vasilhames em metal. Também foram demonstrados alguns aparelhos que funcionam através da energia fotovoltaica: ventilador, LED, carrinhos e insetos em plásticos.



Demonstração de utilização de energia solar com painel fotovoltaico, miniventiladores solar e observação de espectros luminosos com espectroscópios. Fonte: Autor.

EVENTO 3: II SEMANEPRAE – seminário nacional dos mestrados profissionais da área de ensino – 07 a 09/08/2016.

LOCAL: INSTITUTO ANISIO TEIXEIRA – IAT.

APRESENTAÇÃO ORAL E BANNER.

TEMA: COZINHANDO COM FOGÃO SOLAR DO TIPO CAIXA.



Cozinhando com fogão solar do tipo caixa.

Jorge Luis Lopes¹, Iranéia Campos², Germano Guedes³, Marildo Geraldete⁴
PALAVRAS-CHAVE: Energia. Solar. Experimento. Sustentabilidade.

II SEMINÁRIO NACIONAL
DOS MESTRADOS PROFISSIONAIS DA ÁREA DE ENSINO
"FORMAÇÃO PROFISSIONAL: DESAFIOS E CONQUISTAS"
07 a 09/08/2016, IAT/UEFS, Salvador/BA

¹ Professor Esp. e Mestrando em Ensino de Astronomia - Lic. em Matemática. Colégio Estadual Alaor Coutinho - Praia do Forte/BA e-mail: jorgeluislopes@Hotmail.com

² Professora do Ensino Médio no Colégio Modelo Luís Eduardo Magalhães – Feira de Santana/BA e-mail: iraneiacampos@Hotmail.com

³ Professor Dr. Universidade Estadual de Feira de Santana – BA e orientador de Pós-Graduação em Astronomia.

⁴ Professor Dr. Universidade Estadual de Feira de Santana – BA e orientador de Pós-Graduação em Astronomia.

INTRODUÇÃO

O hábito de se utilizar energias renováveis e não poluentes, além de ajudar a preservar a natureza, ao mesmo tempo reduz o orçamento doméstico.

Das fontes de energia renováveis, a luz do Sol, é a mais abundante e mais fácil de ser empregada através de tecnologias simples e de baixo custo como o forno solar do tipo "CAIXA QUENTE", e construído com materiais reciclados.

OBJETIVO

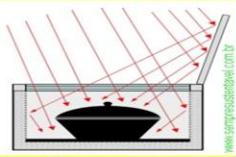
Construir e testar um forno que funcione através do aproveitamento da energia solar com materiais recicláveis e, que possa ser utilizado como modelo para as comunidades carentes no entorno da escola.

METODOLOGIA

Divisão das turmas em grupos de trabalho e em seguida, apresentação de um filme de 5 minutos onde os estudantes terão a oportunidade de observar modelos e métodos de montagem do fogão Solar do tipo caixa. Em seguida, foram discutidas as vantagens para o meio ambiente em relação ao uso sustentável dos recursos naturais.

Todos os estes aspectos foram observados através de ações interdisciplinares entre as ciências (Biologia, Física e Matemática) de maneira articulada (PCN+, 2004), realizadas através de experimentos práticos em sala de aula. Estes experimentos servirão de base para a construção do conhecimento referente ao aproveitamento dos recursos naturais de forma sustentável.

IMAGENS


Tempo estimado para a preparo de porções de 2 kilos de alimento num forno solar tipo caixa em dois experimentos:

1-2 horas	3-4 horas	5-8 horas
Ovos	Batatas	Carnes gordas
Arrroz	Vegetais (batata)	(fritada com carne ou sem carne)
Doce	Vegetais (brócolis)	
Vegetais	Grãos, Lentilhas, feijões macios	Sopas, ensopados e legumes secos
Peixes	Carnes	
Frango	Pães	

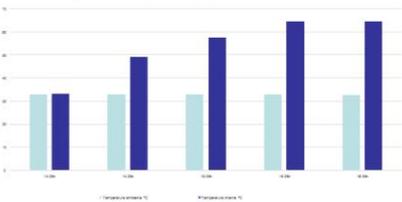
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho demonstrou na prática que a utilização da energia solar por meio do fogão solar do tipo caixa para o cozimento é bastante atrativo para os estudantes e que os mesmos pretendem divulgar nas suas comunidades.

Um aspecto que interferiu em relação à expectativa com os resultados esperados foi a baixa temperatura ambiente e a pouca incidência de luz do Sol no período dos experimentos que foram realizados entre o período de 04/07/2016 e 29/07/2016. Tivemos em média 32,5°C e a temperatura máxima conseguida no experimento foi de 78,3°C. Vale ressaltar que os experimentos ocorreram em horário não apropriado (14:00 às 16:30) devido às questões técnicas como chuva e dificuldades de deslocamento para a escola.

GRÁFICO

Experimento realizado em 18/07/2016



CONCLUSÃO

Apesar do trabalho ter sido realizado durante o inverno, experimentos como: o aquecimento de água, cozimento de macarrão instantâneo e derretimento de fatias de queijo, demonstraram aos estudantes que o fogão solar do tipo caixa é viável e de baixo custo. Muitos estudantes assumiram o compromisso de divulgarem em suas comunidades incentivando desta forma, a utilização dos recursos naturais de forma sustentável.

REFERÊNCIAS

LANGHI, Rodolfo. NARDI, Roberto. Educação em Astronomia: repensando a formação de professores. São Paulo: Escrituras Editoras, 2012. 215 p.

SILVEIRA, Sérgio Amadeu da. Software Livre: A luta pela liberdade de conhecimento. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2004. 82p. - (Coleção Brasil Urgente).

THIOLLENT, Michel. Metodologia da Pesquisa-Ação. 18ª edição. Editora São Paulo: Cortez, 2011. 136p.



PARA ALÉM
DO ANO INTERNACIONAL DA
ASTRONOMIA

PÓS-GRADUAÇÃO EM
ASTRONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS







XII - PÁGINA DO BLOG

<https://astronomiaterra.blogspot.com>

Com o objetivo de incentivar os estudantes para a pesquisa dentro do tema transversal do estudo, foi criado um blog com notícias, dicas e experimentos e curiosidades com o objetivo de divulgar a astronomia criado em 29/06/2015. Entre os vários temas relacionados ao uso de conhecimentos básicos em Astronomia, temos montagem de relógios de Sol. A Imagem a seguir mostra a página inicial no dia 27/12/2017, com 15161 visitas até esta data.

← → Seguro | <https://astronomiaterra.blogspot.com.br>

Apps | Cad. Bras. de Ens. de | Portal do Servidor P. | Repositorio da Produ. | Prefeitura Municipal | Mestrado | Hotmail | The Sundial Primer - | Mestrado Profissio. | Webduino | Laborat. »

Astronomia uma Ciência Interdisciplinar

Espaço destinado à troca de informações.

 **15161**

sexta-feira, 3 de novembro de 2017

Relógios de Sol

O Sol tem um comportamento extremamente regular em sua aparente trajetória diária no céu. Usaremos esta regularidade do parente movimento do Sol para construirmos um relógio solar. Vamos orienta-lo para que construa este relógio, cujas horas serão lidas pela sombra de um ponteiro fixo sobre uma base na qual estão marcadas as horas.

Quem sou eu

 Professor J Luis

Espaço destinado para troca de informações que ajudem na divulgação da astronomia.

[Visualizar meu perfil completo](#)

Arquivo do blog

- ▼ 2017 (28)
 - ▼ Novembro (1)
 - Relógios de Sol
 - ▶ Maio (4)
 - ▶ Abril (7)
 - ▶ Março (2)
 - ▶ Fevereiro