

Universidade Federal do Pará  
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas  
Núcleo de Apoio ao Desenvolvimento Científico - NPADC

**Oswaldo dos Santos Barros**

ETNOASTRONOMIA TEMBÉ-TENETEHARA COMO MATRIZ DE  
ABORDAGEM (ETNO)MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

**BELÉM – PA**

**2004**

Universidade Federal do Pará  
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas  
Núcleo de Apoio ao Desenvolvimento Científico - NPADC

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ETNOASTRONOMIA TEMBÉ-TENETEHARA COMO MATRIZ DE ABORDAGEM  
(ETNO)MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Autor: Osvaldo dos Santos Barros  
Orientador: Profº Dr. Iran Abreu Mendes

Este exemplar corresponde à dissertação defendida  
por Osvaldo dos Santos Barros e aprovada pela  
Comissão Julgadora.

Data: 24 de maio de 2004

Assinatura: \_\_\_\_\_

Comissão Julgadora

---

Profº Dr. Iran Abreu Mendes (PPGECM/UFPA)  
Orientador

---

Profª Dra. Jane Felipe Beltrão (CFCH/UFPA)  
Membro Titular

---

Profº Dr. Licurgo Peixoto de Brito (PPGECM/UFPA)  
Membro Titular

---

Profº Dr. Tadeu Oliver Gonçalves (PGECM/UFPA)  
Membro Suplente

Belém – PA, 2004

**DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIC)**

Barros, Osvaldo dos Santos.

B27116f Etnoastronomia Tembé-Tenetehara como matriz de abordagem (etno)matemática no ensino fundamental / Osvaldo dos Santos Barros; orientação Iran Abreu Mendes - Belém: [s.n.], 2004.

111p.

Monografia (Mestrado). Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará, 2004.

1. Matemática – Estudo e Ensino (Ensino Fundamental).  
2. TRIGONOMETRIA. 3. ETNOASTRONOMIA. 4. TEMBÉ (Indígenas). I. Título.

CDD (19.ed.)510.07

Dissertação apresentada à Comissão Julgadora do Núcleo de Apoio ao Desenvolvimento Científico da Universidade Federal do Pará, sob a orientação do Professor Doutor Iran Abreu Mendes, como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS, na Área de concentração: Educação Matemática.

## AGRADECIMENTOS

Nesse momento minha vontade é de dirigir uma palavra a todos aqueles que se envolveram no processo de aprendizado quando realizamos esta pesquisa, contudo, especialmente.

Ao professor doutor Iran Abreu Mendes, orientador, educador, companheiro e amigo, que sempre colocou à nossa disposição os seus conhecimentos acadêmicos, respeitando com sabedoria nossos momentos de crescimento.

Aos colegas do Planetário do Pará, que muito contribuíram para a realização desse estudo, muitas vezes compreendendo nossas ausências.

Aos índios Tembé da aldeia Teko Haw, que tão carinhosa e atenciosamente nos acolheram em seus lares, muitas vezes deixando seus afazeres para nos ajudar a compreendê-los.

À capitã Verônica, que apesar de pequena é uma gigante nos ensinamentos sobre a vida, que com seu olhar calmo e sua voz mansa, conquista e lidera gerações de bravos guerreiros que lutam pela manutenção da sua identidade.

Ao amigo e companheiro Patico Tembé/Chico Rico, em especial, por ser quem é, nos emocionando com sua pureza e sabedoria, a cada novo ensinamento.

Ao professor Salomão Hage, ao amigo e poeta Luis Evandro (David Matos) e aos demais, que de alguma forma contribuíram com a elaboração desse estudo.

Obrigado.

## DEDICATÓRIA

Aos meus queridos filhos Gabriel, Carlos Augusto e João Pedro,  
que por muitas vezes, com seus olhares de saudades,  
compreenderam nossas ausências.

À Inês, companheira carinhosa e solidária,  
que muito nos incentiva  
a vencer desafios.

Aos povos da Amazônia que lutam pela  
defesa e preservação da sua identidade.

À minha mãe e minha irmã  
(In memoriam)

Dedico.

## SUMÁRIO

Resumo .....	08
Abstract .....	09
Apresentação .....	11
I - Delineando caminhos e diálogos .....	17
O Planetário do Pará e a leitura da diversidade cultural amazônica.....	19
Survey à aldeia Teko Haw .....	22
Matemáticas: perspectiva científica e cultural.....	26
Etnomatemática (re)significando o aprender a aprender da Matemática.....	35
II – Representações Etnomatemáticas da cosmologia Tembé-Tenetehara.....	43
Os Tembé-Tenetehara.....	44
Os elementos do céu.....	47
ZAHY (a lua).....	48
KWARAHY (o sol) e o seu movimento.....	52
Constelações: primeiros passos nos saberes sobre o céu .....	56
A organização do céu dos Tembé- Tenetehara e a astronomia científica.....	65
III – Matemática, Astronomia e Identidade: Metodologias e Descobertas.....	69
Experiências interdisciplinares no Planetário do Pará .....	72
Compreendendo o gnômon: implicações geométricas na determinação dos pontos cardeais .....	77
Construindo o Gnômom: Experiências de ensino-aprendizagem na licenciatura em matemática.....	80
A observação do céu e as dificuldades de aprender Matemática .....	90
Um modelo dos movimentos aparentes do sol.....	94
Atividades no NPADC.....	95
Considerações Finais.....	104
Bibliografia .....	107

## RESUMO

Utilizamos a cultura Temb -Tenetehara de leitura do céu e seus elementos astronômicos como matriz de explica o da Astronomia científica para propormos, a partir de sua interface com a Matemática escolar, estratégias de aproxima o dos conteúdos escolares de Matemática, às atividades que desenvolvemos cotidianamente, tendo em vista a articula o dialogal entre saberes gerados no contexto da sociedade e da cultura e os saberes científicos disseminados pela escola.

Palavras chaves:

1- Etnoastronomia; 2- Ensino de Matemática; 3- Etnomatemática

## ABSTRACT

Using the reading of the Temb-Tenetehara culture as matrix of explanation of scientific Astronomy to consider, from its interface with the school Mathematics, strategies of approach of the school contents of Mathematics, the activities that we develop daily, in view of the dialogal joint between knowledge crated by the context of the society and the culture and scientific knowledge disseminated by the school.

Os povos indígenas fazem parte do conjunto da humanidade e suas sociedades são regidas pelos mesmos princípios biológicos, psíquicos e sociais que definem o homem como ser da natureza e da cultura. Estão inseridos na história, relacionando-se com outros povos diferentes, sofrem sua influência e de algum modo também os influencia. (GOMES, 2002, p.17).



*Nossa esperança vive no olhar das crianças.*

*Verônica Tembé.*

## APRESENTAÇÃO

**N**os encontros de educadores e nos espaços abertos às discussões sobre a (re)estruturação do ensino-aprendizado da matemática escolar um tema, frequentemente em voga, é a necessária contextualização do conhecimento matemático que, nos ambientes escolares, vem sendo trabalhado sob a perspectiva de um rigor excessivo, priorizando o domínio formal dos conteúdos sem, contudo, considerar as singularidades às quais podem ser aplicados e muito menos a identidade/individualidade dos educandos e educadores.

Acreditamos, porém, que esse desencontro entre a matemática e as ações que realizamos cotidianamente reflete, na maioria das vezes, a falta de compreensão ou mesmo a desconsideração das diferenças (econômicas, religiosas, lingüísticas), presente em sala de aula. Entre as conseqüências dessa situação, são muitas as dificuldades enfrentadas quando se procura aplicar os conhecimentos matemáticos às situações reais. Por esse motivo, entre outros, a matemática vem sendo considerada por: educandos, um “bicho de sete cabeças”; educadores, uma ciência de restritas aplicações às situações cotidianas e de um modo geral, um conhecimento distanciado de uma leitura de mundo mais acessível e mais humana.

Assim, vencer o desafio da integração/interação dos conteúdos disciplinares às leituras e representações da realidade cotidiana, é um importante passo a ser dado em direção á superação de bloqueios de ensino-aprendizagem da matemática que, em muitos casos, levam os educandos a passarem por situações constrangedoras e mesmo traumáticas, além de superar a idéia de que o conhecimento matemático seja pouco sensível às questões sociais. Uma possibilidade é a compreensão das diferenças e a promoção do diálogo intercultural.

Assim, no intuito de contribuir com o movimento de (re)estruturação do ensino-aprendizado da matemática escolar, nos motivamos à realização desse estudo, tendo como foco as interfaces entre a Astronomia e a Matemática, mediadas pelo diálogo entre as tradições da cosmologia Tembé-Tenetebara e a astronomia científica.

Iniciamos, então, pontuando alguns questionamentos que norteiam nossas discussões no decorrer da dissertação: quais as influências das estruturas culturais nas formas de concebermos leituras da realidade? Como as leituras de mundo, de determinados grupos culturais, podem contribuir com a (re)estruturação do ensino-aprendizagem da matemática escolar? Por fim, quais as alternativas de composição de uma prática docente, de caráter interdisciplinar, para o ensino-aprendizagem da matemática?

Para responder a essas questões adotamos dois eixos significativos: no primeiro, assumimos a matemática como uma linguagem que agrupa um conjunto de códigos (signos) e significados, em contextos significantes e no segundo, que todos os grupos culturais desenvolvem suas formas de leitura e representação matemática da realidade.

Pensamos, assim, que a matemática, por ser uma linguagem, se apresenta como um dinâmico recurso de leitura da realidade aplicada em diferentes contextos e campos do conhecimento. Esse dinamismo também é característico da sala de aula, reunindo diferentes sujeitos/universos num contexto de diálogos e descobertas. Portanto, promover aproximações de outras formas de pensamento e sistematização da realidade, às nossas práticas de ensino-aprendizagem da matemática, por meio da dialética da similitude (GOMES, 2002), possibilita um resgate histórico-cultural e autocrítico que promova a valorização de uma individualidade sufocada pelo movimento de implantação de uma identidade global.

Além de levantarmos questionamentos e eixos norteadores, estruturamos três diretrizes que dão suporte às nossas proposições metodológicas: valorização do homem e da sua identidade cultural; ações didáticas de caráter interdisciplinar, centrado na contextualização dos conceitos matemático e a relativização do rigor no processo de verificação da aprendizagem nas aulas de matemática, visando à consolidação de uma avaliação significativa.

Nessa perspectiva, buscamos dialogar com a cultura Tembé-Tenetebara, a partir das suas representações cosmológicas: leitura dos movimentos aparentes dos astros (sol e

lua) e das constelações e suas aplicadas à cotidianidade da aldeia Teko Haw, localizada na área indígena Tembé, no rio Gurupí, fronteira entre os estado do Pará e Maranhão. Essas representações da cosmologia Tenetehara são utilizadas como matrizes de compreensão da astronomia científica para, então, por meio da sua interface com a matemática, estruturarmos ações pedagógicas, em correspondências com as diretrizes já descritas.

Nossa caminhada inicia com a visita à aldeia Teko Haw, coordenado pelo prof<sup>o</sup> Dr. Germano Bruno Afonso, do Departamento de Física da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Essa visita foi resultado do curso: Etnoastronomia Tupi-Guarani e Arqueoastronomia Brasileira, ministrado no ano de 1998, aos professores pesquisadores do Planetário do Pará. Além do survey, foram mantidos vários momentos de diálogos com os Tembé, entre 1999 e 2003. Nesse período visitamos outras aldeias, próximas a Teko Haw, além de recepcioná-los em inúmeras oportunidades no Planetário do Pará. Entre esses momentos de troca, destacamos três bastante significativos: a inauguração do Planetário do Pará, em setembro de 1999, quando cerca de 40 índios realizaram rituais e danças; o segundo, nas comemorações do “Dia do Índio” em 2000, com grande participação do público visitante e o terceiro, a aula ministrada pelo índio Patico Tembé (Chico Rico), na cúpula de projeções do Planetário do Pará aos índios da aldeia Frasqueira, em dezembro de 2002.

No retorno da aldeia Teko Haw, o relatório da pesquisa foi utilizado como base de informações para a edição do livro “O Céu dos Índios Tembé”, publicado pela Imprensa Oficial do Estado (IOE), que em 2000 recebeu o Prêmio Jabuti de melhor livro didático da Câmara Brasileira do Livro (CBL) e que se encontra na sua segunda edição através da Editora da Universidade do Estado do Pará (EDUEPA). Além dessa literatura premiada, outros veículos foram utilizados na divulgação dos resultados da pesquisa: o programa de cúpula (programa áudio-visual) O Céu dos Índios Tembé, apresentado na sessão de inauguração do Planetário do Pará e a multimídia eletrônica, intitulada: Viagem ao Teko Haw (programa Power Point – Office – Windows), relatando o survey, além de diversos cursos e palestras.

Os resultados da pesquisa sobre a cosmologia Tembé-Tenetehara, também foram utilizados na nossa prática docente na Universidade Federal do Pará (UFPA), no período entre 2001 e 2003 no curso de Licenciatura Plena em Matemática nos campi de Belém, com turmas regulares e no programa de interiorização, nos municípios de Altamira e

Bragança. Nesse período, exercitamos atividades pedagógicas que incluíam a leitura das constelações Tembé-Tenetehara, a construção de instrumentos de determinação dos movimentos aparentes do sol e dos períodos sazonais, sempre buscando relações com as interfaces entre a astronomia científica e a matemática escolar.

Nosso trabalho está organizado em três capítulos, assim intitulados: 1. Delineando caminhos e Diálogos; 2. Os Tembé-Tenetehara e sua Etnoastronomia; 3. Interfaces entre a Astronomia e a Matemática: construindo desdobramentos metodológicos.

O primeiro capítulo será dividido em dois momentos: o primeiro descreve os caminhos que escolhemos (ou que nos escolheram) em nossa trajetória acadêmica, traçados a partir da indignação com a situação do ensino-aprendizado da matemática escolar e do desejo de buscar metodologias e teorias que fundamentam uma mudança de atitude do professor e de sua prática pedagógica. Apresentamos, também, o trabalho realizado pelo Planetário do Pará no exercício de leitura da diversidade cultural amazônica e o relato do survey à aldeia Teko Haw dos índios Tembé-Tenetehara. No segundo momento, descrevemos nossos diálogos com autores que discutem o ensino-aprendizado e a construção do conhecimento, a fim de localizar nosso posicionamento teórico referente aos saberes da tradição e suas relações com o conhecimento matemático. Desse modo, com base nos estudos em Educação Matemática, centrado na abordagem Etnomatemática como programa de pesquisa aplicado ao campo da educação (Sebastiani Ferreira, 1998), visamos relacionar: ensino de Matemática, sociedade, cognição e cultura.

No segundo capítulo, situamos geográfica e sócio-culturalmente (economia, política e religião) os Tembé Tenetehara no Pará e no Maranhão e apresentamos os registros etnográficos da sua cosmologia: suas técnicas de registros e observação dos fenômenos naturais/astronômicos destacamos os principais astros e suas relações com a cotidianidade do Teko Haw: o sol, a lua, as estrelas e as constelações, usados como referenciais de calendário dos períodos sazonais o uso de instrumentos como o Gnômon (relógio de sol) para determinar o alinhamento onde ocorrem os enterramentos e a construção das casas do cacique e de orações, além dos mitos que descrevem o surgimento e o movimento da lua pelo céu. A partir dessa representação etnográfica, apontamos as *ticas de matema* que norteiam o universo sócio-cultural Tembé, tomados como referência singular de explicação dos fenômenos universais que envolvem o planeta e a sociedade planetária.

No terceiro capítulo, tratamos da interface entre a Astronomia e a Matemática propondo atividades de ensino-aprendizado para a matemática escolar no nível fundamental do ensino, a partir das experiências vivenciadas: no atendimento escolar do Planetário do Pará e no curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Com a realização desse estudo esperamos incentivar os educadores de matemática a observar o ambiente escolar como espaços de diálogos e de negociação de significados a partir da consideração das diferenças e da identidade cultural dos educandos.

# I

## Delineando caminhos e diálogos



Foto Osvaldo Barros – 06/2003 – Visita à aldeia Frásqueira / Alto rio Guamá

## Delineando Caminhos e Diálogos

**A** expressão Teko Haw Kamy, na língua Tembé-Tenetehara, tem uma conotação etimológica que nos remete a um significado aproximado de *caminhos que levam ao nosso verdadeiro lugar*, e é partindo dessa metáfora extraída do universo lingüístico Tenetehara que aqui relatamos nossa trajetória de professor-pesquisador. Antes de tudo, registramos nossa impressão de que não somos nós que escolhemos nossos caminhos, eles é que nos escolhem.

Nossa caminhada acadêmica inicia em 1993, no curso de licenciatura plena em matemática na extinta Faculdade de Educação da Fundação Educacional do Pará, hoje Universidade do Estado do Pará (UEPA). Ainda no primeiro ano da graduação, ingressamos num grupo de estudos que tratava das questões do ensino-aprendizagem da Matemática<sup>1</sup>, reunindo-se semanalmente no Laboratório de Ensino de Matemática (LABEM). A partir desses primeiros contatos, com leituras sobre Educação Matemática, percebemos que nossa formação docente carecia de algo mais do que o curso de licenciatura poderia oferecer.

Em 1994, ainda integrando o LABEM, fomos selecionados para atuar no Projeto Piracema – Rede Pedagógica de Apoio ao Desenvolvimento Científico, coordenado pelo Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico (NPADC), da Universidade Federal do Pará (UFPA). A partir desse projeto, nos empenhamos na realização de cursos e palestras voltadas à formação de professores.

---

<sup>1</sup> Estaremos utilizando Matemática, com maiúscula, para designar a ciência.

Nesse contexto de descobertas e revisão das nossas perspectivas sobre o ensino da Matemática, formulamos alguns questionamentos: como a Matemática pode contribuir para a formação do cidadão com o exercício da cidadania? Por que a Matemática não ganha expressão nas camadas menos favorecidas da população, sendo definida, por muitos, como inacessível ao homem comum? E finalmente, como superar a dicotomia entre o rigor científico e a contextualização dos conteúdos da matemática escolar?

Assim, na busca de respostas a essas indagações tivemos nossos primeiros contatos com os estudos da Etnomatemática, sob o foco da leitura das diferentes formas de ver, interpretar e interferir sobre a realidade.

No início de 1998, logo após o término da Licenciatura, ingressamos no curso de especialização em Educação Matemática, promovido pelo Departamento de Matemática, Estatística e Informática do Centro de Ciências Sociais e Educação, da UEPA. Assim, oportunizamos discutir as tendências do ensino da Matemática que procuram aproximar conteúdos escolares e cotidianidade.

Na busca por espaço onde pudéssemos aplicar nossas conjecturas sobre o ensino-aprendizado da matemática escolar, vivenciamos diferentes experiências em ambientes escolares e não escolares. Dentre os quais, destacamos a Fundação Curro Velho, que atua na formação de crianças e adolescentes por meio da iniciação artística; a Organização Não Governamental - Universidade Popular (UNIPOP) interessada na formação sócio-política de jovens e adultos, preparando-os para o exercício de práticas sociais, e o Planetário do Pará, que possui entre suas diretrizes a leitura da diversidade cultural amazônica, a partir do caráter interdisciplinar da Astronomia.

No Planetário do Pará, desde 1998, inicialmente no ambiente de Matemática e Tecnologia e depois na Coordenação de Atividades da Cúpula de Projeções e Astronomia, procuramos aproximar as tradições amazônicas e o conhecimento científico, relacionando Etnomatemática e Etnoastronomia aplicadas à leitura das práticas tradicionais dos povos da Amazônia.

Então, em 2001, como docente do Centro de Educação, na Universidade Federal do Pará, se pôs em prática nossas discussões sobre os processos de ensino-aprendizado da

matemática ministrando as disciplinas *Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Matemática* (Curso de Pedagogia), *Metodologia Específica da Matemática e Prática Docente* (Licenciatura Plena em Matemática). Utilizamos a cosmologia Tembé-Tenetebara, como matriz de compreensão da interface entre Astronomia e Matemática, visando compor ações metodológicas de aplicação da linguagem matemática à leitura da realidade.

Dando continuidade ao relato dessa caminhada, apresentamos o Planetário do Pará, que procura registrar as diferentes interpretações dos povos da Amazônia para as dinâmicas dos fenômenos naturais e suas relações com sua cotidianidade.

### O Planetário do Pará e a leitura da diversidade cultural amazônica

No ano de 1995 ocorreu o último eclipse anular do sol no século XX, visível, também, em Belém do Pará<sup>2</sup>. Atraídos pela dupla raridade: do fenômeno em si e sua ocorrência em território nacional, reuniram-se, na “Cidade das Mangueiras”, astrônomos e estudiosos pertencentes a observatórios e planetários brasileiros.

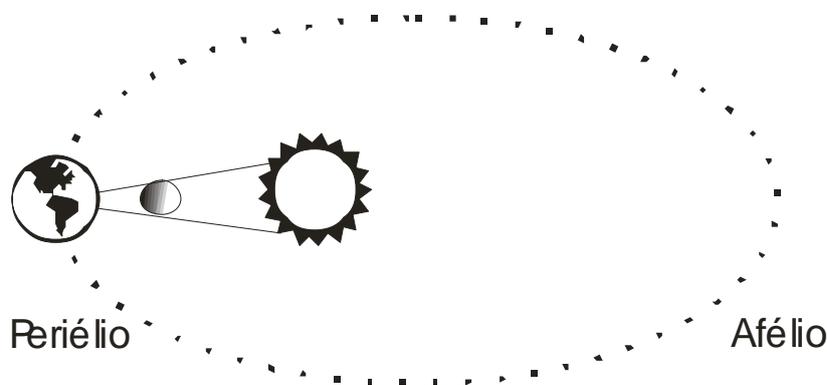


Figura 1

*O eclipse anular do sol ocorre quando, na sua translação, a Terra encontra-se no periélio – menor distância ao Sol (figura 1). Devido a essa proximidade, o disco lunar não encobre totalmente o disco solar.*

<sup>2</sup> Belém é a capital do Pará e localiza-se a 1° 30' (um grau e trinta minutos) ao sul da linha imaginária do Equador.

Na ocasião, cogitou-se, junto à administração pública paraense, a possibilidade de se construir um Planetário em Belém que, além de ser o primeiro da Amazônia, teria duas características peculiares: sua proximidade da linha imaginária do Equador, facilitando a observação dos hemisférios norte e sul da esfera celeste e sua inserção em um contexto cultural de impressionante diversidade, que inclui os saberes de indígenas, quilombolas e ribeirinhos/caboclos, proporcionando diferentes leituras dos fenômenos naturais, próprias do homem da Amazônia.

### O que é um Planetário?

O projetor planetário (foto 2) é um instrumento óptico-eleto-mecânico criado para reproduzir o céu natural com a máxima fidelidade, simulando os movimentos aparentes da esfera celeste em uma sala de teto semi-esférico. Esse ambiente que abriga o planetário (máquina) devido ao seu formato de semi-esfera é chamado Cúpula de Projeções (Favacho & Gonçalves, 1998).



*O planetário Karl Zeiss ZK-P3 é o mais moderno modelo de planetários.*

*A sala de projeções (cúpula) do Planetário do Pará tem 11m de diâmetro e 105 lugares, nela são exibidos os programas de planetário, também chamados programas de cúpula.*

Foto 2 – Fonte: Coord. de Astronomia do Planetário do Pará – 04/2002  
Crianças visitando o Planetário do Pará em sessão escolar

Outros recursos audiovisuais são utilizados nas sessões de planetário, como: CDV, DVD, VHS, MD, mesa de som amplificada, data show e projetores de slides. A edição dos programas é feita a partir da utilização de *softwares* específicos. Além do caráter técnico-

científico-pedagógico, o planetário também é um fabuloso recurso ao entretenimento público, possibilitando uma aproximação prazerosa aos conhecimentos da Astronomia, promovendo discussões sobre as relações sistêmicas entre o homem e o Cosmos.

O Planetário é um simulador dos fenômenos celestes, pelo qual podemos acompanhar as mudanças de fase da lua, o nascer do sol e seu movimento no horizonte ao longo do ano, caracterizando os períodos de mudanças sazonais e o movimento das constelações, além da laçada dos planetas (movimento aparente que resulta da translação dos planetas ao redor do sol). A simulação dos movimentos da esfera celeste é, portanto, um recurso que nos auxilia a compreender as maneiras como os ribeirinhos, indígenas e quilombolas se utilizam desses conhecimentos nas suas tradições de caça, pesca, plantio e cerimoniais religiosos.

O Planetário do Pará (foto 3), inaugurado no dia 30 de setembro de 1999, é um dos centros da Universidade do Estado do Pará, tendo como eixo temático a Astronomia e a Educação Ambiental, trabalhando sob as seguintes diretrizes: enfoque integrado e interdisciplinar; criatividade didático-pedagógica e o uso contínuo de dois espaços organizados em harmonia com os ambientes (Favacho & Gonçalves, 1998). É o primeiro a ter nas suas dependências, além do Espaço da Astronomia, reservado às atividades comuns aos demais planetários, programas de cúpula/planetário, salão de exposições, biblioteca e sala de vídeo/(auditório), um ambiente para atividades pedagógicas Espaço do Conhecimento.



Foto 4 – Fonte: ASCOM – UEPA 07/1999

*O Planetário do Pará está localizado na Rodovia Augusto Montenegro, Km 03, s/n, no bairro da Nova Marambaia, em Belém do Pará. O Planetário tem como vizinho o Estádio Olímpico do Pará - Mangueirão.*

## Etnoastronomia: um olhar sobre a diversidade cultural amazônica

Para desenvolver seu Projeto Político Pedagógico, o Planetário do Pará reuniu uma equipe de 14 profissionais de educação, de diferentes campos do conhecimento: Pedagogia, Psicologia, Física, Geografia, Geologia, Química, Biologia, Matemática, Arte Educação, Letras, Sociologia e História organizados em cinco ambientes (Favacho & Gonçalves, 1998). Esse projeto se concretiza na realização de um conjunto de ações singulares denominado Projeto Próprio (de responsabilidade dos professores pesquisadores) e os projetos comuns que resultam da articulação entre os espaços da Astronomia e do Conhecimento.

Nesse contexto de integração, surge o projeto Etnoastronomia que visa realizar leituras das relações entre os elementos e fenômenos astronômicos e a cotidianidade do homem da Amazônia. Assim, para contribuir com a estruturação teórica do projeto, foi realizado o curso: Etnoastronomia Tupi-Guarani e Arqueoastronomia Brasileira<sup>3</sup>, ministrado pelo Prof. Dr. Germano Bruno Afonso, da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Como resultado desse curso, realizou-se o survey à Aldeia Teko Haw, dos índios Tembê-Tenetehara<sup>4</sup>, visando o registro da sua cosmologia e das técnicas que aplicam para interpretar os fenômenos naturais, além de buscar similaridades com os registros astronômicos dos índios Guarani.

### Survey à aldeia Teko Haw

Após o curso de Etnoastronomia e Arqueoastronomia Brasileira, na organização do survey, firmou-se, então, parceria institucional entre a UEPA e a Fundação Nacional do Índio (FUNAI), que intermediou as negociações junto aos índios Tembê, representados pelo Capitão Sérgio Tembê (filho das lideranças da aldeia), além do apoio da Prefeitura Municipal de Paragominas.

O período escolhido para o survey antecedeu o solstício de inverno para o hemisfério sul, 21/22 de junho, quando foi possível registrar as constelações que marcam a transição entre o período das chuvas e a época da seca.

### Os primeiros contatos com a cultura Tembê-Tenetehara

---

<sup>3</sup> Um estudo mais profundo da Etnoastronomia e da Arqueoastronomia Brasileira pode ser encontrado na home page: [www.fisica.ufpr.br/tupi](http://www.fisica.ufpr.br/tupi), coordenada por AFONSO, que lidera uma equipe de pesquisadores e bolsistas que estudam os artefatos deixados por povos que habitaram o território brasileiro e parte da Argentina. Visitando a página, é possível, inclusive, solicitar um CD ROM que traz informações sobre a astronomia dos índios Guarani.

<sup>4</sup> Registros dos elementos astronômicos dos Tembê não é uma situação sem precedentes, já foram realizados anteriormente, pelo estudioso da cultura brasileira Eduardo Galvão, no seu livro *Diário de Campo* (Museu do Índio/FUNAI, Rio de Janeiro, 1996).

Partimos da cidade de Paragominas para o rio Turiaçú, um dos afluentes paraenses do rio Gurupi<sup>5</sup>. Seguimos de “voadeira” (barco motorizado de pequeno porte), por cerca de 4 horas, até chegar à aldeia Teko Haw. Fomos recepcionados pelas lideranças da aldeia: o cacique Lourival Tembé e a Capitôa Verônica, além do técnico da FUNAI, Edson Galvão que trabalhava na demarcação da reserva indígena Tembé, onde está localizada a aldeia.



*Como parte da recepção, a Capitôa Verônica, grande responsável pelo resgate da cultura Tembé (língua, pinturas e artesanato), nos pintou uma árvore (foto 5), que simboliza a amizade e os frutos que dela hão de nascer.*

Foto 5 – Fonte: Coord. de Astronomia do Planetário do Pará  
Germano B. Afonso 06/1999

Durante a visita foram muitas as surpresas, entre elas, a mais grata, saber que o filho do índio Manoel Tembé, que assessorou o pesquisador Eduardo Galvão nas suas investigações, seria o nosso acompanhante durante a expedição. Patico Tembé, cujo nome em português é Francisco, também conhecido como Chico Rico<sup>6</sup>, é um conceituado Capitão<sup>7</sup>, título recebido de seu pai, Capitão da aldeia Garapé Grande (Maranhão). Chico Rico ainda era jovem quando conheceu o pesquisador, que iniciava suas expedições pelo rio Gurupi. Foi nessa época que Patico passou a se interessar pelos saberes da astronomia Tembé que lhes foram ensinados por seu pai. Depois, repassou aos seus filhos Tinaí e Puluta, que atualmente exercem a função de professores bilíngües, juntamente com Patico e Emídio Tembé,

<sup>5</sup> O rio Gurupi demarca a fronteira entre os estados brasileiros do Pará e do Maranhão. É na margem paraense que se localiza a aldeia Tekohaw

<sup>6</sup> Patico, ou Chico Rico, ganhou esse apelido depois de ter auxiliado no resgate dos tripulantes de um avião que caiu na selva, próximo à região, onde anteriormente estavam aldeados os Tembé. Agradecidos pela ajuda, os tripulantes presentearam Patico com muitas roupas e redes, além de alimentação e utensílios. Por isso, os outros índios da aldeia passaram a chamá-lo de Chico Rico.

<sup>7</sup> Chico Rico respondendo o que é ser capitão: *Quem decide é o Capitão. Se é que o capitão é mesmo, que é mais forte. Como o meu pai era, também.* Respondendo sobre a escolha do Capitão: *Como é que escolhe? Os antigos quando fazia uma aldeia deles, já tem aquele capitão, aquele capitão que abriu, aquele capitão que é o dono da aldeia, ele que é o capitão, não é escolhido, já é o dono, se abriu o local é dele.* Respondendo como o título é repassado: *Vai pro filho dele, aí vai passando. (... )É, passando de família pra família. Pois é!*

ensinando o português e os saberes tradicionais dos Teneteharas às crianças das aldeias da reserva Tembé.



*Pacientemente, Chico Rico (com caderno na mão) nos dá as primeiras orientações sobre as constelações, desenhando em nosso registro de campo a constelação da “Canoa”, que também é conhecida pelos ribeirinhos da Zona do Salgado (Vigia, Soure e outros municípios), como um “Barquinho”.*

Foto 6 – Fonte: Coord. de Astronomia do Planetário do Pará  
Oswaldo Barros 06/1999

A influência da cultura ocidental entre os Tembé-Tenetehara é muito forte, presente nos costumes de vestir, de construção das casas, assim como na língua e nas tradições religiosas. Os conhecimentos tradicionais (língua, artesanato, pintura e interpretação dos fenômenos naturais) são dominados, mais freqüentemente, pelos mais velhos, não por uma questão de hierarquia, mas por desconhecimento ou desinteresse dos mais novos.

Para tentar reverter essa situação, a Capitôa Verônica, como matriarca, definiu regras de convívio dentro da aldeia: proibindo bebidas alcoólicas (um problema muito sério, principalmente entre os jovens), exigindo o uso obrigatório da língua materna (Tembé-Tenetehara) pelas mulheres que, conseqüentemente, seria aprendida pelas crianças no convívio com as mães.

Durante os registros das constelações, fomos acompanhados por várias crianças. Para a alegria dos mais velhos, elas demonstravam grande interesse pelos saberes do céu, o que nos fez perceber que brilhava uma esperança no olhar daqueles curumins que em breve seriam os guardiões e divulgadores daqueles saberes tradicionais.

### Os resultados da pesquisa

A partir dos registros de campo, a equipe do Planetário do Pará passou a trabalhar na produção de um livro para fins didáticos, destinado aos educandos e educandas das redes

pública e privada do Estado do Pará, tendo como objetivo a divulgação da cultura Tembé-Tenetehara, evidenciando suas maneiras de ler e interpretar os fenômenos naturais, além de promover diálogos entre as tradições dos povos da Amazônia e os conhecimentos científicos.

O livro “O Céu dos Índios Tembé”, atualmente na sua 2ª edição, recebeu da Câmara Brasileira do Livro (CBL) no ano de 2002, o prêmio Jabuti de melhor livro didático, o primeiro a ser conferido a uma publicação da região norte do Brasil. O livro não se restringe à representação das constelações indígenas, busca, também, relacionar o cotidiano da aldeia Teko Haw ao das grandes cidades, mostrando, por exemplo, como as crianças urbanas desenvolvem seus próprios meios de reconhecimento dos períodos sazonais, a partir da escolha das roupas adequadas às estações, ou das brincadeiras que são apropriadas aos períodos de muita ou pouca chuva.

Na inauguração do Planetário, no dia 30 de setembro de 1999, cerca de 40 índios Tembé realizaram uma cantoria (apresentação), como parte da programação. Também foi exibido o programa de cúpula “O Céu dos Índios Tembé”, produzido pela equipe de Astronomia do Planetário.

Nas comemorações pela passagem do dia do índio, nos anos de 2000 e 2001, foram organizadas programações que incluíam: exposição fotográfica sobre a festa da moça nova, utensílios, vestimentas e adornos de cabeça, além da realização de cantorias e sessões de contação de histórias, com a presença do índio Patico Tembé.

Além dessas atividades comemorativas, acompanhamos as diversas participações dos Tembé em encontros que objetivavam a discussão das questões indígenas, desde 1999. Muitas vezes encontramos Patico na Casa do Índio, em Belém, que lá estava para tratamento médico, ou acompanhando familiares em tratamento. Nessas inúmeras trocas entre a cultura Tembé-Tenetehara e a astronomia científica, o aprendizado foi mútuo e significativo. O melhor exemplo é a utilização, pelos Tembé, dos equipamentos e espaços do Planetário do Pará, para o aprendizado de índios da aldeia Frasqueira, localizada na mesma reserva da aldeia Teko Haw.

Esse resgate das tradições se fez necessário na medida em que a comunidade da aldeia Frasqueira se percebeu distanciada dos conhecimentos sobre a sua língua, as danças e

os rituais. Assim, as lideranças da aldeia a contrataram o índio Chico Rico para coordenar esse aprendizado junto aos índios mais jovens, com a ajuda de professores bilíngües. No segundo capítulo desse estudo, estaremos apresentando uma visão mais sistemática da organização social dos Tembé-Tenetehara.

Nossos diálogos com as práticas cotidianas dos Tembé-Tenetehara nos motivaram, ainda mais, a buscar caminhos de compreensão, por meio da negociação de significados, relacionando o fazer cotidiano à matemática escolar. Assim, procuramos ampliar nossos diálogos iniciados com os Tembé-Tenetehara, a partir de interlocuções com autores que discutem as relações entre ciência e tradição, cultura e Etnomatemática.

### **Matemáticas: perspectiva científica e cultural**

Dando seguimento ao capítulo, partimos das relações entre cultura, conhecimento e educação, para discutir como a linguagem matemática e a pesquisa etnográfica podem contribuir para a superação de obstáculos decorrentes da interação entre os conteúdos da matemática escolar e as práticas cotidianas.

A partir dessas relações, posicionamos nosso olhar sobre a (etno)matemática escolar com o propósito de ampliar o conceito de matemática presente na fala de educandos e educadores, superando a idéia de que a matemática seja, tão somente, a “ciência dos números”. Desejamos, assim, que o pensamento matemático não se reduza às representações de número e de forma, mas que sejam pensamentos matemáticos, também, o amor, o ódio, a paixão, a saudade, nossos filhos e filhas, companheiros e companheiras, amigos, cidades, condições de vida, ou mesmo nossos compromissos sociais e morais.

Assim, estaremos localizando teoricamente nosso estudo da sistematização do ensino-aprendizagem de uma educação (etno)matemática, sob perspectivas pedagógicas de valorização do(s) sujeito(s), diálogo entre ciência e tradição e superação do ensino disciplinar da educação bancária.

Sobre conhecimento, cultura e educação

O homem é, antes de tudo, um ser natural, não sendo possível conceber a natureza sem que nela esteja inserida a espécie humana. Nas suas relações, homem e natureza são submetidos a mudanças e dessa interferência mútua, a natureza adquire, portanto, a marca da atividade humana (Andery et al, 1999).

Nas suas relações com a natureza, o homem busca suprir-se daquilo que é necessário para garantir a sua sobrevivência e de seus semelhantes, nesse processo reconhece seus limites e potencialidade produzindo conhecimentos e bens materiais (instrumentos e estratégias) repassados às futuras gerações por meio de esquemas sistematizados, que garantem o usufruto do que foi aprendido/produzido, permitindo que as dificuldades de adaptação às situações, por exemplo, sejam mais facilmente superadas.

A necessidade de transmissão dos conhecimentos que retratam a realidade surge quando a estrutura cultural se estabelece como hegemônica (Brandão, 1988). Essa transmissão do conhecimento deve ser de responsabilidade de todos, pois é dele que dependem todas as futuras gerações. As gerações descendentes daqueles que produzem e/ou transmitem o conhecimento sobre a realidade, não necessitam, assim, enfrentar as mesmas adversidades, nem passar pelas mesmas experiências de aprendizado vivenciadas pelas gerações anteriores. Apropriam-se dos conhecimentos produzidos, transmitidos de maneira sistemática, o que lhes garante oportunidades de buscar melhorias à sua qualidade de vida. Nasce assim, a *Educação*, que reúne em si os procedimentos de sistematização do *aprender*, do *ensinar*, e do *aprender a ensinar* (Brandão, 1988).

Para Brandão, educação é,

[u]ma fração do modo de vida dos grupos sociais que a criam e recriam, entre tantas outras invenções de sua cultura, em sua sociedade. Formas de educação que produzem e praticam, para que elas produzam, entre todos os que produzem e aprendem, o saber que atravessa os saberes da tribo, os códigos sociais de conduta, as regras do trabalho, os segredos da arte ou da religião, do artesanato ou da religião que qualquer povo precisa para reinventar, todos os dias, a vida do grupo e a cada um dos seus sujeitos, através de trocas sem fim com a natureza e entre os homens, trocas que existem dentro do mundo social onde a própria educação habita, e desde onde ajuda a explicar – às vezes a ocultar, às vezes a inculcar – de geração em geração, a necessidade de existência de sua ordem (1988, p. 10-11).

A perpetuação do saber humano pressupõe a sistematização de processos educativos, específicos de cada categoria de sujeitos, o que nos permite compreender o homem na sua singularidade e diversidade, como Uno e como Múltiplo (Boff, 1998). A educação, portanto, não é propriedade de uma estrutura, não ocorre submetida a nenhum espaço

ideológico único/exclusivo, “a educação existe onde não há escola e por toda parte pode haver redes e estruturas sociais de transferência de saber” (Brandão, 1988, p. 13).

Nas sociedades tradicionais, como as indígenas, é muito comum que a orientação sobre os saberes necessários à manutenção da cultura, do trabalho e do poder de participação nas decisões coletivas do grupo (voz e voto), sejam exercitadas pelos mais velhos. A dinâmica de transmissão de conhecimento pode se dar tanto no exercício/observação das ações do trabalho, como nas conversas ao cair da tarde ou nas rodas de cantorias.

O ensino-aprendizado não se dá com o objetivo de acúmulo de conhecimentos ou a especialização em qualquer atividade cotidiana. Não se aprende para ser o caçador da tribo, mas para sustentar sua família. Nesses grupos sociais a educação tem, em geral, por objetivo formar/preparar para a participação nas atividades que caracterizam a identidade do próprio grupo, tais como: os saberes repassados às mulheres, sobre o preparo de vasos e jarros de barro, a confecção de adornos e artefatos artesanais, assim como é ensinado aos homens sobre a sua responsabilidade de manter a família, através do exercício da caça, da pesca e do plantio, além de protegê-la e honrá-la. Ou ainda, aos jovens – meninos e meninas, adolescentes, que passam por rituais de iniciação à vida adulta. A cultura indígena é ensinada e aprendida em termos de socialização integrante.

A valorização do individual, em detrimento do coletivo (Capra, 1998), possibilita o surgimento das especialidades, entre elas: de saber e de ensinar. A pedagogia representa a transferência da responsabilidade pela educação, que antes era assumida por “todos”, passando a ser conduzida pelo educador (Brandão, 1988).

Com a figura do educador, os espaços de aprender e ensinar são limitados às escolas. A educação passa a exercer um papel social correspondente às necessidades impostas pela hegemonia dos sistemas político-econômico-religiosos, o que corresponde à própria dinâmica de auto-organização da ciência que é “construída sobre a diferenciação do contingente e do necessário” (Lévi-Strauss, 2002, p.37).

A linguagem matemática e a leitura da realidade

No processo de contextualização da matemática escolar, é fundamental uma ampla visão da realidade em estudo. Porém, definir realidade não é uma tarefa muito fácil, haja vista que o próprio conceito é relativo e mutável, concebido, em geral, de forma diferenciada por cada grupo/segmento/indivíduo, pertencente a um ou mais contextos sociais.

Nesse sentido, também devemos considerar que professores e estudantes possuem mecanismos próprios de leitura, interpretação e representação do real, vivenciados em suas famílias, escolas, trabalhos e lazer. Esses mecanismos que pertencem ao âmbito das estruturas culturais (música, língua, dança, pintura, entre outras) são muito úteis num momento de negociação de significados.

Assim, a construção coletiva de uma visão da realidade, gerada no diálogo das diferenças, a partir do trabalho de investigação etnográfica, aplicada à compreensão das dinâmicas de sala de aula, possibilita elaborar um retrato do contexto sócio-cultural ao qual pertencem educandos e educadores, considerando-se a amplitude das suas singularidades.

Uma outra característica dessa construção é a utilização de linguagem comum, democrática e abrangente. Por isso, identificamos a linguagem matemática como catalisadora das potencialidades pedagógicas e das relações interpessoais e interculturais que ocorrem entre educandos e educadores e destes entre seus pares.

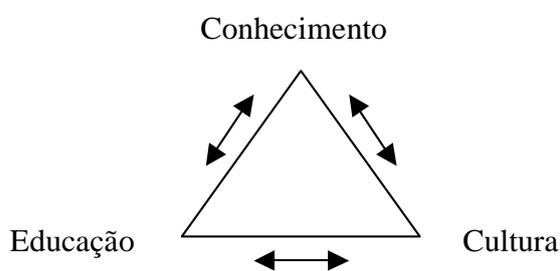


Figura 2

*É nessa perspectiva que visualizamos as relações, dinâmicas e de mútua interferência, entre conhecimento, educação e cultura (figura 2), que transformam a sala de aula em um micro-mundo de exercício da negociação de significados, tendo como suporte os saberes adquiridos por educandos e educadores, seja nas tradições culturais e/ou nas ciências, que num estado de cumplicidade compõem novas estratégias de*

*compreensão da realidade e de como nela se podem interferir.*

Realidade e cultura influenciam-se mutuamente, gerando uma intensa dinâmica de auto-regulação, que obedece às concepções de mundo características de cada grupo/segmento/indivíduo. Dessa dinâmica

[o] mundo se apresenta com uma nova face cada vez que mudamos em nossa perspectiva sobre ele. Conforme a nossa intenção ele se revela de um jeito, em linguagem filosófica, dir-se-ia que as coisas adquirem estatutos distintos segundo as diferentes maneiras da intencionalidade humana, segundo as diferentes formas de a consciência se postar frente aos objetos (Duarte. 1986, p. 11).

Assim, compreendemos que a realidade é o resultado do conflito das diversidades, lendo-se conflito não como embate, mas como diálogo das diferenças, podendo-se, assim, registrar em um mesmo contexto múltiplas leituras e interpretações (diferenças ópticas), integradas entre si.

Para atuar sobre a realidade, o homem utiliza saberes e ferramentas (ao seu alcance e/ou adaptados às suas possibilidades) tornando-se construtor do mundo – edificador da realidade construída/forjada no encontro incessante entre os sujeitos humanos e o mundo onde vivem (Duarte, 1996). A realidade, portanto, mesmo sendo resultante de um conjunto de diversidades, “é o terreno firme que pisamos em nosso cotidiano” (Duarte, 1986, p. 8), dotado de diferenças que devem ser consideradas quando o propósito é a compreensão da vida cotidiana, pois esta apresenta-se como o ‘lugar’ onde se compartilham conhecimentos, códigos de conduta, crenças, valores, enfim, apresenta-se como uma realidade interpretada e subjetivamente dotada de sentido para os homens e que é geradora de procedimentos (Monteiro, 1998, p. 72).

Queremos aqui chamar atenção para a complexidade da idéia de cultura que incorpora entre seus elementos a linguagem: oral, escrita ou pictórica (desenhos), como representação simbólica da realidade, que se desenvolvem desde as primeiras manifestações da necessidade de transmitir os saberes adquiridos aos demais membros do grupo e/ou às futuras gerações.

Essa leitura da realidade perpassa pela compreensão e domínio de linguagens (signos e códigos) e instrumentos (técnicas e tecnologias) que possibilitem o registro daquilo que é reconhecido/compreendido (significado), a partir da auto-regulação da própria realidade (significante).

A linguagem, a pintura e a matemática são três sistemas simbólicos quase universais, disponíveis à leitura, interpretação e representação da realidade, necessários à sobrevivência e produtividade humanas (Gardner 1994, p.22). A leitura matemática da realidade requer o domínio dos signos (algarismos, elementos geométricos) e das sintaxes (algoritmos, axiomas) que proporcionam relacioná-los a partir de contextos aos quais se aplicam, num significado específico, numa expressão matemática.

A linguagem matemática não fica isenta da dinâmica de (re)equilibração, haja vista que,

[c]omo produto cultural, a matemática tem sua história. Ela nasceu sob determinadas condições econômicas, sociais e culturais e desenvolveu-se em determinadas direções; nascida noutras condições, ela desenvolve-se noutras direções. Em outras palavras, o desenvolvimento da matemática não é linear. (Ferreira, 1997, p.16-17).

Certamente não veremos surgir uma Matemática que se distancie das bases sedimentadas pela matemática clássica, que é base de sustentação para a matemática escolar. Portanto, uma imediata reestruturação do ensino-aprendizado da matemática não significa a elaboração de uma nova simbologia Matemática, nem tampouco uma nova sintaxe operacional, mas de uma nova atitude quanto as diferentes maneiras de se expressar matematicamente e da revisão do rigor científico e dos objetivos de ensinar e aprender Matemática.

### Matemática como um conhecimento para explicar e compreender

Em seu livro “Um horizonte de possíveis: sobre uma educação matemática viva e globalizante”, a matemática, teóloga, psicopedagoga e pensadora Tereza Vergani argumenta que no ensino da Matemática “não existe, de fato, nenhum corpo teórico coerente que justifique normas ou metodologias às quais possamos aderir com confianças e certezas cegas” (Vergani, 1993, p. 11); pois há, a cada momento da prática escolar da Matemática, uma série de ações pedagógicas levadas a contento em função das múltiplas tendências surgidas contemporaneamente e que, muitas vezes, são geradas por intuições, reflexões, modas, sugestões, experiências, e interrogações partilhadas. “Isso significa que um professor de Matemática não poderá deixar de assumir pessoalmente a validação das articulações pedagógicas pelas quais opta na sua própria prática de ensino”. (Vergani, 1993, p. 11). Os pontos abordados pela autora nos fazem questionar a função cognitiva, educativa e científica da Matemática. Cabe-nos, então, buscar articulações conceituais que nos permitam compreender alguns aspectos desse questionamento.

Se recorrermos ao sentido etimológico da palavra *Matemática*, iremos nos deparar com dois vocábulos – *tica* e *matema* – que se conectam de modo a significar algo como *técnica e forma de se conhecer e explicar*. De acordo com Mendes (2001), essas *ticas* de *matema* correspondem às maneiras de explicar e conhecer os fenômenos que ocorrem nos contextos naturais, sociais e culturais, visto que esse conhecimento, admitido como Matemática, expressa quantitativamente tais processos cognitivos. Ubiratan D’Ambrosio apresenta a seguinte concepção: (...) vejo a disciplina *matemática* como uma estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo de sua história para explicar, para entender, para manejar e conviver com a realidade sensível, perceptível, e com o seu imaginário, naturalmente dentro de um contexto natural e cultural. (1996, p. 7)

O conhecimento matemático resulta das interlocuções estabelecidas com os elementos culturais do contexto no qual é produzido. Quando assumido como linguagem, torna-se um recurso fundamental no exercício de leitura da realidade, voltadas à elaboração de soluções aos problemas cotidianos na caminhada pela melhoria da qualidade de vida.

A Matemática que com frequência se afirma estar presente em todos os momentos de nossas vidas, em geral, aprendida com a vivência escolar, vem enfrentado inúmeros bloqueios de aprendizado, pois uma grande parcela da população estudantil afirma não gostar de Matemática. As conseqüências são as mais variadas; desde a falta de compreensão dos conceitos até o desenvolvimento de traumas devido a castigo físico. Por outro lado, outros afirmam que encontram na Matemática um desafio, uma forma de superar seus limites, ou mesmo, encontram nessa ciência a beleza das relações humanas.

#### Novos rumos para o ensino-aprendizagem da Matemática.

Na sua caminhada a humanidade desenvolveu diferentes maneiras de interpretar os fenômenos naturais e a própria condição humana, além de compor estrutura de sistematização desses conhecimentos referentes aos aspectos e situações específicas da realidade. Surgem assim, as ciências e entre elas a Matemática que, na Antigüidade, quando começa a se compor enquanto área do conhecimento ganha relevante importância, principalmente na economia (na comercialização e no armazenamento de produtos, assim como na medição e distribuição de

terras férteis, além da produção de instrumentos agrícolas), tornando-se uma ciência nobre, restrita àqueles que a utilizavam em seus ofícios.

Assim, a iniciação aos domínios da matemática estava reservada às classes privilegiadas, detentoras de poder e riquezas (Miorim, 1998). Além de suas atribuições práticas ao cotidiano do comércio e de outras atividades profissionais (arquitetura, arte da guerra entre outras), a Matemática também foi aplicada ao desenvolvimento do intelecto, sendo amplamente utilizada pelas diferentes correntes filosóficas da Antigüidade. Nesse sentido, Mendes afirma que “a Matemática, como qualquer área do conhecimento humano, tem seu desenrolar evolutivo capaz de caracterizá-la como uma ciência que também se desenvolve a partir da sua própria história”. (Mendes, 2001, p. 17).

O conhecimento matemático, portanto, resulta de um processo histórico de interação do homem com o meio e com o outro, criando linguagem, instrumentos e técnicas de interpretação da realidade e de superação de situações-problema, surgidas dessas interações. A esse respeito Ubiratan D’Ambrosio, em seu livro *Educação Matemática: da teoria à prática* (1996), caracteriza como conhecimentos ou saberes todas as formas de lidar e conviver com a realidade natural e sócio-cultural, originadas dos modos de comunicação e das línguas, religiões, artes, ciências e matemáticas. Afirma, ainda, que a aquisição e elaboração do conhecimento se dão no presente, como resultado de todo um passado, individual e cultural, que visa modificar a realidade e incorporar a ela novos fatos, isto é, *artefatos* e *mentefatos*.

Num tempo de crise das ciências e da proposição de uma ciência pós-moderna, torna-se inevitável questionar: qual o papel da Matemática, nesse cenário que se configura? Um caminho nessa direção é a Educação Matemática composta por programas de pesquisa e ensino-aprendizagem como a Etnomatemática, a Modelagem Matemática, o uso de jogos, a resolução de problemas e a História da Matemática. Em todas essas novas perspectivas, o aluno e sua cotidianidade recebem considerável importância, sendo reconhecido como ator e autor das suas visões sobre o mundo, assim como o contexto social no qual está inserido.

Novas tendências para o ensino-aprendizado da matemática no Brasil

O movimento da Educação Matemática surgido no Brasil, na década de 1960, deu um novo rumo para o ensino da matemática escolar, centrando-se, essencialmente, na pluri-interdisciplinaridade, constituindo-se de pesquisas e trabalhos dos mais diferentes tipos, tendo como preocupação as possíveis contribuições que podem ser dadas pela Matemática na formação integral do cidadão (Mendes & Fossa, 1998).

As novas estruturas metodológicas para o ensino da Matemática, (re)significadas pelo movimento da Educação Matemática, segundo Mendes e Fossa (1998), abordam o uso de jogos, materiais concretos, a resolução de problemas, a modelagem, o uso da História da Matemática, além de recursos computacionais, estudos psicológicos e da pesquisa etnográfica, a partir da Etnomatemática. Com essa nova dinâmica, o ensino da Matemática dá um salto quântico no sentido de dinamizar as relações da matemática escolar com a realidade vivenciada pelo educando.

No III Congresso Internacional de Educação Matemática (ICME-3), realizado em Karlsruhe, na Alemanha, em 1976, Ubiratam D'Ambrosio (1993) destaca aspectos sócio-culturais e políticos como fatores fundamentais para se responder uma questão que se mostra até hoje, essencial: "Por que Ensinar Matemática?" O que se busca é a apropriação do conhecimento matemático por parte daqueles que seriam, em outros momentos, rotulados como "incapazes", de "níveis menos elevados", "desprivilegiados", que não são dotados de um "melhor espírito", aqueles que são "menos destacados". Uma alternativa para se buscar responder a essa questão é compreender e assimilar a diversidade de expressões presentes em sala de aula.

Para tanto, a Etnomatemática que é mais do que um conjunto de idéias matemáticas culturalmente definidas e se aproxima de uma teoria do conhecimento, uma arte ou técnica de explicar e conhecer (Ferreira, 1997), vem se apresentando como alternativa que se desenvolvendo desde os anos 80, conquistando espaços como disciplina acadêmica e campo de pesquisa.

Etnomatemática: (re)significando o aprender a aprender matemática

Iniciamos por um resgate de contexto da situação do ensino da matemática escolar. Por isso, nos remetemos a Teresa Vergani, que nos recorda sobre a insistência dos conteúdos programáticos, refletida nas falas de muitos professores de matemática quando afirmam que “o tempo não é suficiente para cumprir o programa” (2000, p. 25). Fica a surpresa diante desses argumentos, quando se sabe que “na escola o fulcro das dinâmicas básicas do ensino compõe-se pela *Literacia* (alfabetização)/*Matemacia* (matematização), acrescentando-se a esse binômio, atualmente, a *Tecnacia* (Tecnologia) ampliando os horizontes eletrônicos globalizados (Vergani, 2000).

Isso fica caracterizado pela diferenciação das cargas horárias dispensadas para o ensino da língua materna e da Matemática, bem superior àquelas oferecidas às demais disciplinas curriculares. Todavia, mesmo privilegiada, a carga horária de Matemática torna-se ínfima quando, nas aulas e depois delas, são impostas longas listas de exercícios, o que muito contribui com o discurso pragmático que ecoa nas salas de aula, em questões como: “para que eu tenho que aprender isso, professor?” “Como isso vai ajudar na minha vida?” Ou ainda, “em que momento da minha vida eu vou utilizar meus conhecimentos matemáticos?”

Esses questionamentos nos remetem ao desafio proposto no início desse estudo: aproximar a Matemática da compreensão das nossas ações cotidianas, buscando superar a dicotomia escola-realidade, conteúdo-cotidiano, Matemática para além da sala de aula.

Nesse contexto, nos identificamos com a tentativa de conceituação do Programa Etnomatemática, proposto por D’Ambrósio e descrito por Sebastiani Ferreira, cuja amplitude metodológica do programa “(...) focaliza a institucionalização e a difusão dos conhecimentos – e é no difundir que entra a parte da educação”. (Ferreira, 1997, p. 24), considerando que: cada grupo sócio-cultural constrói a sua etnociência no seu processo de leitura do mundo; *etno* refere-se ao sistema de conhecimento e cognição características de uma cultura; a sala de aula é um espaço de exercício/encontro cultural.

A Etnomatemática investiga as culturas tradicionais, guardando-lhes respeito e conferindo-lhes dignidade, sem que sejam identificadas como *literacia*, matemática “primitiva” ou de “3º mundo” (Vergani, 2000).

A Etnomatemática inaugura uma proposta alternativa que vai além da multi ou da interdisciplinaridade: abre largamente os horizontes da transdisciplinaridade e assume um novo paradigma holístico caracterizado pelos princípios de (Vergani 2000, p. 35):

- não dualidade (superação de disjunções redutoras)
- não separatividade (desenvolvimento do espírito de síntese)
- indissociabilidade espaço/energia
- interação dos contrário (flexibilidade, aceitação de incertezas)
- interação do sujeito (participação do ser na sua incerteza)
- relativismo consciencial
- associação do quantificável ao qualificável
- reconhecimento dos valores éticos
- equilíbrio das funções dos dois hemisférios cerebrais
- criatividade como processo psicoemocional e cognitivo
- equilíbrio entre metodologias Leste-Oeste e Norte-Sul
- procura de axiomas comuns entre disciplinas.

(Vergani, 2000, p. 35)

Vergani (2000, p.24) encerra, afirmando de forma brilhante, que o potencial etnomatemático vocaciona uma aliança fecunda com a prática escolar, através de:

- uma metodologia culturalmente dinâmica
- um enraizamento na “realidade real”
- uma observação vivificante das práticas comportamentais
- uma ação autenticamente sócio-cognitiva

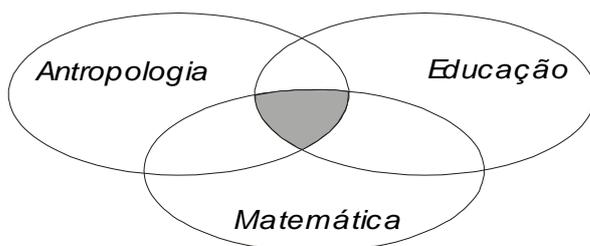
Retomando o binômio *Literacia/Matemacia*, Vergani (2000) encontra correspondências nas obras de Paulo Freire no domínio da “Alfabetização” e Ubiratan D’Ambrosio, na “Matematização”, considerando a mesma consciência, o mesmo caráter criador de vias alternativas e o mesmo desejo de justiça autenticamente abrangente.

Partimos, então, para a configuração de uma *Educação Etnomatemática* que, numa perspectiva antropológicamente dinâmica (figura 3), Vergani (2000, p. 31-32), situa a antropologia nas “Ciências Sociais e Humanas” e a(s) matemática(s) nas “Ciências Exatas e Tecnológicas”, conduzindo-nos a uma representação do tipo:



Figura 3

A Matemática distanciada da Antropologia, por manter-se alheia às suas dimensões sociais, é considerada por alguns educadores uma ciência desprovida de humanidade e de restritas aplicações às leituras e interpretações das dinâmicas sócio-culturais, tornando-se tão somente, a “*Ciência dos Números*”.



*Numa situação mais aberta ao intercâmbio de áreas do conhecimento (mono, multi, inter, trans, disciplinares), a matemática é incorporada a um conjunto de saberes que consideram, como seus símbolos e suas regras operacionais, muito mais que as estruturas específicas à própria Matemática, (figura 4).*

Figura 4

Essa postura do ensino da Matemática também suscita muitas críticas relacionadas à falta de um suposto rigor no seu processo de ensino-aprendizagem. O “rigor”, ainda presente, seja nessa ou em qualquer outra configuração que relacione a Matemática às demais áreas do conhecimento, é ressignificado às necessidades de cada situação. Grande parte dos professores de Matemática fica, de certa forma, temerosos quanto à perda de uma “pureza” da Matemática, quando os conhecimentos (conteúdos) ensinados-aprendidos nas salas de aula não são avaliados através de provas (testes), ou de demonstrações.

A Etnomatemática tende a representar a Matemática incorporada à Educação e esta à Antropologia de forma inequivocamente globalizante (figura 5). A educação como uma atitude de transmissão de um conhecimento construído às futuras gerações, resguarda, assim, a sua condição social, enquanto que a Matemática encerra um conjunto de *ticas* de *matemas* que compõem um conjunto de estratégias úteis à superação de situações problema.

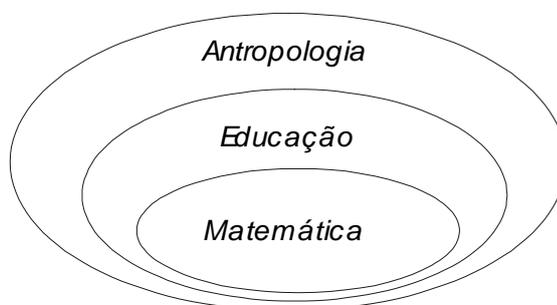


Figura 5

Sebastiani Ferreira (1997), descrevendo as primeiras tentativas de conceituação da etnomatemática, recorda a definição retirada do primeiro Newsletter do IGSEm. (figura 6): “zona de confluência entre a matemática e a antropologia cultural”.

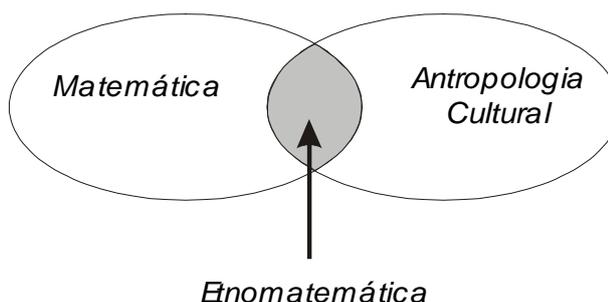


Figura 6

A partir dessa configuração conceitual, muitos autores passaram a divergir quanto ao lugar da Etnomatemática que, para uns pertence ao campo da Matemática, enquanto que para outros pertence ao campo da etnologia e para outros, ainda, pertence à educação (Ferreira, 1997), visão com a qual manifestamos afinidade.

Etnomatemática passou a ser, para mim, um novo método de ensinar matemática – chamei-a de matemática Materna. E desse modo, considerando o último conceito expresso por D’Ambrosio, podemos escrever que a Matemática se constituiu numa parte da Etnomatemática. Assim, teríamos: (Ferreira, 1997, p.17)

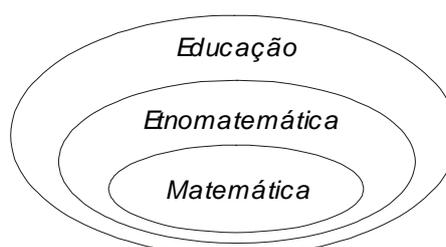


Figura 7

Nesse aspecto, de configuração de uma Educação Etnomatemática, acreditamos estarmos respondendo ao nosso primeiro questionamento, que se refere às influências das estruturas culturais nas nossas formas de conceberem leituras da realidade. Quanto ao segundo

questionamento, que trata das leituras de mundo de determinados grupos culturais, encontrar resposta considerando que

[a] dupla necessidade da espécie homo sapiens de ter que lidar com situações da realidade propõe, para poder sobreviver e ao mesmo tempo para procurar transcender “a sua própria existência através de explicações e de criações (ou criatividade como comumente se diz), está presente em todas as civilizações e sistemas culturais através dos tempos. (...) Algumas dessas “técnicas de matemáticas” utilizam números de uma forma, outros de outras formas, (...) estruturam seus modos de pensar, inventam lógicas, generalizam e geram modelos, criam processos de modelagem, sempre, obviamente, a partir da realidade e mediante processos cognitivos extremamente complexos. Mas sempre convergindo para dois focos: a sobrevivência e a transcendência, ou seja, o imediato terremoto, ou o fazer e o saber, o prático e o teórico, o concreto e o abstrato, a ação e a reflexão, (...) partindo respectivamente do local para o global e do global para o local (René Thon *Apologie du logos*, Hachete, Paris 1990; p. 332). (D’Ambrosio, 1993, p. 9)

A reflexão sobre as diferentes concepções de realidade, possibilita discutir a construção negociada de conhecimentos significativos a partir do diálogo das diferenças e numa perspectiva Etnomatemática de leitura das interferências/influências culturais voltada à ressignificação dos objetivos da matemática escolar. Assim, buscamos no contexto do projeto Etnoastronomia do Planetário do Pará, na interface entre a Matemática e a Astronomia, a partir da investigação etnográfica, estabelecer diálogos com a cultura dos índios Tembé-Tenetebara<sup>8</sup>, da Aldeia Teko Haw<sup>9</sup>, quando registramos parte dos seus referenciais astronômicos de interpretação dos fenômenos naturais, a observação das constelações próprias daquela cultura, o resgate dos seus calendários relacionando com o céu, o clima, a fauna e a flora da região amazônica.

A partir dessas interpretações, apoiadas em um complexo conjunto de referências do ambiente natural Tembé-Tenetebara, procuramos compor relações com a cotidianidade dos alunos do ensino fundamental, nos centros urbanos tendo como suporte a linguagem matemática. Essas relações entre os saberes Tembé-Tenetebara e a matemática escolar, no ensino fundamental, foram estabelecidas a partir da elaboração de estratégias metodológicas, de caráter transdisciplinar, exercitadas do âmbito do Planetário do Pará através da realização

---

<sup>8</sup> Os TEMBÉ-TENETEBARA (Verdadeiros homens da floresta) pertencem ao tronco Tupi, estando distribuídos por diversas tribos nos estados do Pará e Maranhão.

<sup>9</sup> A aldeia TEKOHAW (nova morada) está situada na reserva indígena Alto Turiaçú, na margem paraense do Rio Gurupi, região que inclui parcelas dos municípios de Paragominas.

de oficinas, palestras, exposições e nas aulas das disciplinas Metodologia Específica da Matemática e Prática Docente, além da orientação de Trabalhos de Conclusão de Curso (monografias), nos curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Federal do Pará – UFPA.

A partir desse estudo, esperamos contribuir com o processo de ressignificação das práticas pedagógicas para o ensino-aprendizagem da matemática, fomentando a idéia de considerar as práticas de um contexto cultural específico, como legítimas ações de um pensamento matematizante. Esse será, então, um primeiro e significativo passo na direção de compormos novas visões sobre a realidade que vivenciamos, reconstituindo nossa memória histórica, repensando um novo projeto de homem, de mundo e de sociedade, considerando um conhecimento, ao mesmo tempo *local e total* (Santos, 1998), que “avança à medida que o seu objeto se amplia, ampliação que, como a da árvore, procede pela diferenciação e pelo alastramento das raízes em busca das novas e mais variadas interfaces” (Santos, 1998, p. 65).

Para efetivarmos um estudo que considere as estruturas culturais de um grupo social, apresentaremos, a seguir, a cultura Tembé-Tenetehara de leitura e interpretação dos fenômenos naturais, enfatizando suas técnicas de compreensão dos ciclos da natureza, aplicando-os às suas ações cotidianas de plantio, colheita e festas religiosas, além da construção das casas do cacique e de orações, além do enterramento dos mortos.

O estudo sobre a cultura Tembé-Tenetehara resulta do curso de Etnoastronomia Tupi-Guarani e Arqueoastronomia Brasileira, ministrado pelo Prof<sup>o</sup> Dr. Germano Bruno Afonso, do Departamento de Física da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Esse curso objetivou aproximar as ações do Planetário do Pará, das práticas culturais dos povos da Amazônia a partir do projeto Etnoastronomia. O contato com a cultura Tembé-Tenetehara ampliou visões sobre o saber e o fazer dos povos Amazônicos a e as influências das suas tradições nas nossas formas de ler o mundo.

## II

# Representações Etnográficas da Cosmologia

## Tembé-Tenetehara



Foto: O . Barros / Julho/2001 – Alunos do curso de Licenciatura em Matemática – Alamiira / PA

## Representações Etnográficas da Cosmologia Tembé-Tenetehara

**A** observação e interpretação dos fenômenos naturais, a partir da leitura do céu, estiveram na base do conhecimento de todas as sociedades antigas, influenciando suas estruturas culturais (Caniato, 1990). A confiabilidade na precisão dos desdobramentos cíclicos: períodos de claridade e escuridão, as fases da lua e as estações do ano, impulsionaram a elaboração de diferentes calendários, organizados de acordo com as atividades econômicas e religiosas, como é o caso da agricultura, cujos ciclos, de preparo da terra (queimada), plantio e colheita, obedecem ao “comportamento” dos astros que povoam os céus: o sol, a lua, as estrelas, a via-láctea e as constelações.

Preocupados com a necessidade de promover a perpetuação dos conhecimentos relativos aos movimentos dos corpos celestes e suas influências sobre as atividades cotidianas, as antigas civilizações basearam o repasse desses saberes, na oralidade e na personificação das manifestações da natureza. Surge assim, a mitologia, que representa um duplo do pensamento: a busca de leis naturais, imutáveis, que em nenhum lugar, como no céu, aparecem de forma tão evidente, e a tentação de colocar no céu, aparentemente inacessível à primeira vista, seres sobrenaturais e todo-poderosos (Verdet, 1991, p. 14).

Num contexto de criação e organização do mundo, os Tembé-Tenetehara

[s]ão descendentes dos primeiros homens, seres homens-animais, sem cultura, que foram transformados em seres culturais através de ações transformadoras de Maíra, o Divino, o Encantado, coadjuvado por seu filho. Maíra-yr, junto com seu irmão gêmeo, Mykura-yr, o filho do Gambá. (Gomes, 2002, p. 54).

A compreensão dos ciclos sazonais e das suas relações com a cotidianidade, na cultura Tembé-Tenetehara, estão relacionadas à leitura de elementos simbólicos inspirados

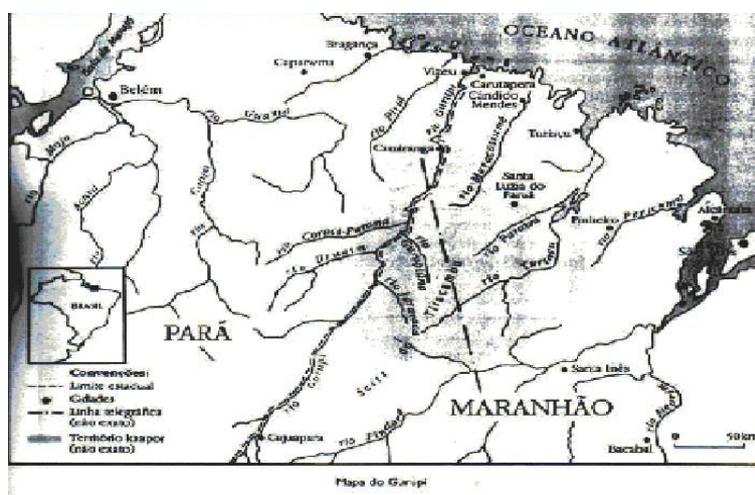
da fauna amazônica: aves, animais da terra e outros que povoam os rios. A partir do aprendizado desses códigos, é possível reconhecer os períodos que marcam o início da estação das chuvas e da seca, assim como os ciclos das cheias dos rios.

Nesse capítulo que trata da Astronomia dos Tembé-Tenetebara, aplicadas às leituras e interpretações dos fenômenos naturais e de suas implicações aos fenômenos sociais (econômicos, políticos e religiosos), estaremos discutindo como se estruturam as relações entre signos e significados, norteadores pelo saber-fazer (*matema*), a partir do uso de técnicas e tecnologias (*tica*) próprias da cultura Tembé-Tenetebara (*etno*), que reconhecemos como legítimas representações (etno)matemáticas da realidade. Iniciamos, então, por um breve resgate de contexto da identidade Tembé-Tenetebara, com o propósito de compreender as relações entre os elementos cosmológicos e a cotidianidade da aldeia Teko Haw.

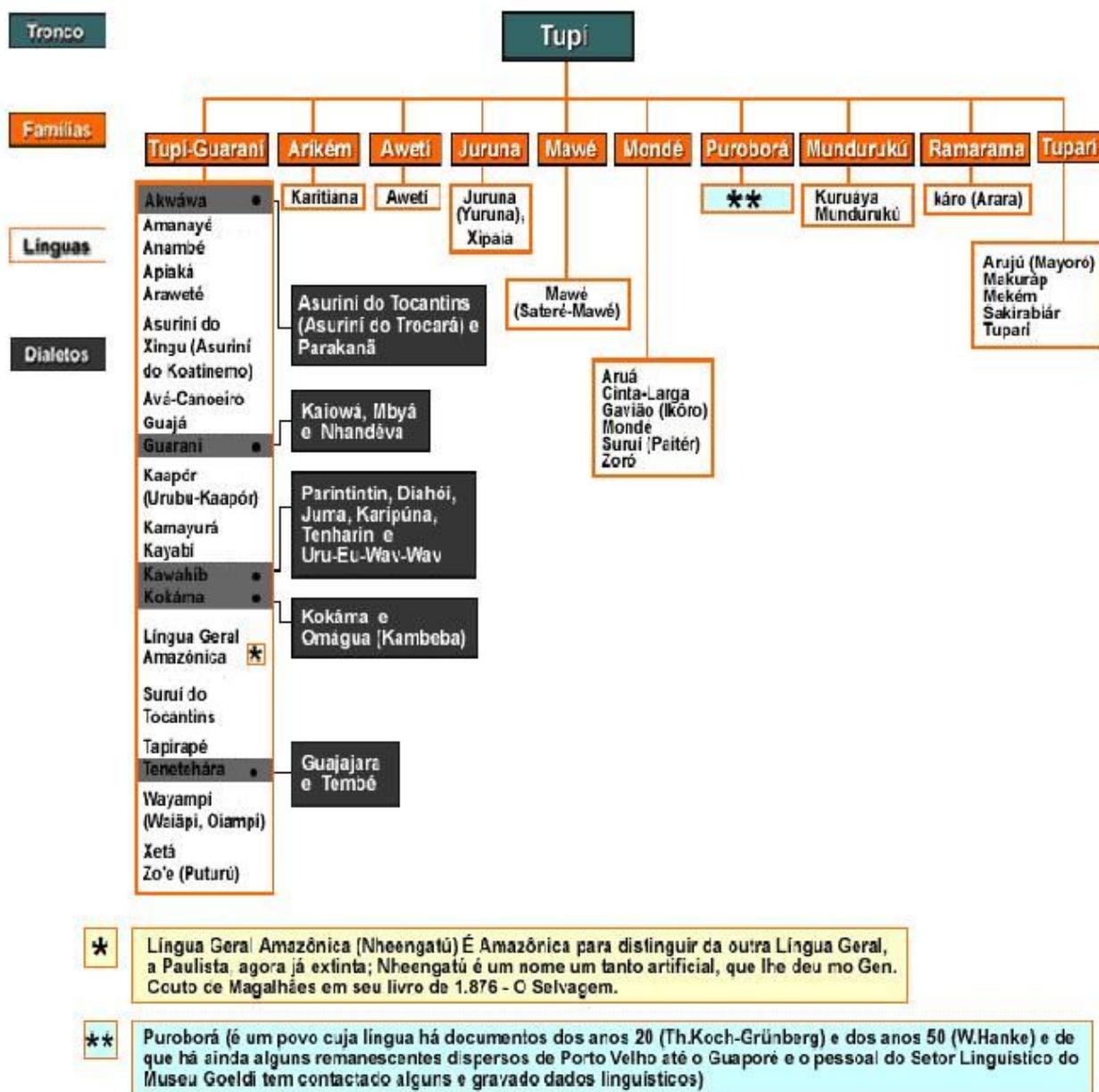
### Os Tembé-Tenetebara.

O povo Tembé-Tenetebara, da família Tupi-Guarani, subdivisão dos Tenetebara (tabela 1) é formado por caçadores, pescadores, coletores e agricultores, vivendo na Amazônia, em três núcleos: o primeiro, à margem direita do rio Guamá, na Colônia Indígena Alto Rio Guamá, no Pará; o segundo, no vale do Rio Gurupí, na Área Indígena Alto Turiacu, no Maranhão; e o terceiro, na área indígena Tembé (mapa 1), na região do rio Acará Miri, no Pará, juntamente com os Turiwára.

A aldeia Teko Haw, por nós visitada, está localizada no vale do rio Gurupí (na margem paraense, da divisão com o Maranhão), próximo ao município de Paragominas, no Pará.



Mapa 1  
(Ribeiro, 1998, p. 13)



Um precioso relato sobre a trajetória dos Tembê-Tenetehara pode ser encontrado no livro de Mércio Pareira Gomes, intitulado “O Índio na História: o povo Tenetehara em busca de sua liberdade”, da editora vozes (2002), no qual o autor conta que:

*Por volta da terceira década do século XIX, desencadeou-se a migração de grupos Tenetehara rumo oeste, para o rio Gurupi, na atual fronteira entre os estados do Maranhão e do Pará, e além, para os altos curso dos cursos dos rios Capim e Guamá, e então eles ganharam o nome de Tembê, que significa simplesmente “lábio” na fala tupi da época, provavelmente em relação ao hábito de furar o lábio inferior para colocar um Tembetá que podia ser um cilindro de resina ou uma taquarinha. Ainda hoje, os Tenetehara são conhecidos por Tembê nessa região e no Pará, embora há mais enfeite labial. (Gomes, 2002, p.49).*

Sobre esse movimento de migração, o índio Patico Tembé (Chico Rico) narra, abaixo, a sua trajetória de idas e vindas, do Pará ao Maranhão, até fixar-se na aldeia Teko Haw.

**Barros** - *O Tekohaw, é o local onde vocês moram hoje, mas como é que vocês passaram a morar lá?*

**Patico** -*Eu morava no Garapé Grande, lá que é a aldeia do meu pai, lá que eu fui nascido e criado.*

**Barros**- *Como é o nome dessa aldeia?*

**Patico** -*Garapé Grande. (...) do lado do Pará. Então se mudaram pra cá pro posto que era lá em cima que era Jararaca, cabo posto Marassumé, e o pessoal que moravam lá perto, aí foi se acabando, também, acabo a metade. Aí se mudo só o restinho. Aí viemo pará no, ... aí decemo. Aí o velho morreu também, aí fiquei...*

**Barros**-*Desceram o Gurupí?*

**Patico** -*Aí decemo aqui no...no Canindé. (...) Lá eu fiz um casa, lá, pra morar lá, fiquei morando lá, até que o velho morreu...aí chegou o Lourivalzinho, também (atual cacique da aldeia Teko Haw, marido da Capitôa Verônica), chegou o Lourivalzinho com os pessoal dele lá também a velha Verônica, não era de lá, nesse tempo é que ela ficou.*

**Barros**- *A Dona Verônica era de onde?*

**Patico**- *Ela era da cabeceira do rio.*

**Barros**- *Da cabeceira do Gurupí?*

**Patico**- *É da cabeceira do Gurupí, lá perto do Açailância, perto de Imperatriz. É. Entô, ela ficô. Entô, aí tivemo, ... fizêmu otra aldeia lá no Soldado, aí não deu certo, aí aatrassemo pro... pro Maranhão, pra uma aldeia que chamava até Ceará, lá, aí não deu certo, vortemo pro canindé, aí do Canindé, vortemo pra...pra cima, pra fazê, Garapé de Pedra. Aí moremo lá na boca desse Garapé de Pedra. Moremo lá mais cinco ano lá e comecêmo, aí os capitão comecaram assim, a fala com o vovô (avô do Chico) né, aí nós também: bóra travessa pra pra nossa área também? Aí atrevessemo aqui pra nossa área que é aqui no Pará.*

(Entrevista concedida em janeiro de 2003, na Casa do índio, em Belém)

A partir da fala do índio Patico, percebemos que, ao contrário da idéia que se tem, da fácil adaptação dos grupos indígenas aos ambientes naturais, as necessidades nem sempre são supridas, haja vista que mesmo sendo um povo formado principalmente por caçadores, pescadores, coletores e agricultores, os Tembé necessitam ter acesso a um rico e variado ecossistema, fundamental ao fornecimento de provisões para aldeias com diversas famílias, porém são também necessários conhecimentos e condições para que esses recursos sejam

utilizados adequadamente. Infelizmente, a maioria das aldeias Tembé encontram-se em ambientes cujos recursos tornam-se cada vez mais escassos ou ameaçados pela extração de madeira, a expansão de fazendas e pela mineração.

Para o melhor aproveitamento desse ambiente, do qual os Tembé se consideram como uma parte integrante, não só é importante saber o que, onde e como caçar, pescar e colher, mas também quando as condições são mais favoráveis.

Assim, percebendo que suas atividades de pesca, caça, coleta e plantio obedecem a flutuações sazonais (períodos do ano e influências climáticas), eles procuram entender essas variações cíclicas da natureza e as utilizam principalmente para a sua subsistência. É partindo dessa significação dos fenômenos naturais na cotidianidade Tembé-Tenete'hara<sup>10</sup>, que agora relatamos parte de seus referenciais etnoastronômicos, através da compreensão dos movimentos aparentes da Lua e do Sol e suas aplicações na construção de calendário dos períodos sazonais e na determinação do local e posicionamento, onde devem ser construídas as casas do cacique e de orações.

### Os Elementos do Céu.

Na cultura Tembé, são conhecidos: ZAHY (A lua), KWARAHY (o sol), e ZAHITATA (as estrelas), que podem ser observados isolados ou em grupo, formando a constelação que, além de serem referências de determinação do início e o término dos períodos sazonais, também são ornamentos da noite.

As constelações Tembé-Tenete'hara seguem padrões diferenciados daqueles utilizados pelas civilizações do Mediterrâneo. Em geral, são formadas por partes claras e escuras da Via-Láctea, conhecida por eles como TAPI'IRAPE (o Caminho da Anta).

Para um melhor desencadeamento da representação das relações entre os elementos da cosmologia Tembé-Tenete'hara e a sua cotidianidade, partiremos da composição dos calendários mensais, baseados nas fases da lua, seguindo pelos referenciais de orientação, a partir da representação dos movimentos aparentes do sol, finalizando com a configuração de uma carta celeste das constelações Tembé.

---

<sup>10</sup>Para a realização desse estudo sobre a astronomia Tembé-Tenete'hara, adotamos como referencial o trabalho do antropólogo Eduardo Galvão que visitou os Tembé na década de 1970, fazendo os primeiros registros da sua cosmologia, no livro *Diário de Campo* (Museu do Índio/ FUNAI, 1996). Outras registros, foram obtidos por meio de entrevistas realizadas com o índio Patico Tembé, também chamado Chico Rico e com a capitã Karapi Puku (peixe pequeno), Verônica Tembé, uma das maiores divulgadoras da cultura Tembé e figura central no resgate da língua materna daquela etnia, tornando obrigatória o uso da língua entre as mulheres e da reestruturação das bases morais na aldeia Teko Haw, enfrentando o alcoolismo entre os "parentes", principalmente entre os jovens.

### ZAHY (a Lua)

A Lua, assim como o Sol, que para os Tembé e para a maioria dos índios brasileiros são do sexo masculino, são utilizados como referência na contagem do tempo. O calendário Tembé-Tenetehara tem correspondência com o mês lunar.

A primeira unidade de tempo utilizada pelos índios Tembé foi o dia, medido pela alternância de claridade e escuridão. Depois veio o mês, contado a partir de duas aparições consecutivas da mesma fase da Lua.

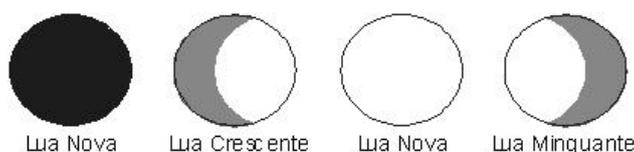


Figura 8

*O aspecto da Lua se modifica diariamente. O fenômeno das fases da Lua é proveniente da variação da posição relativa da Lua, do Sol e da Terra*

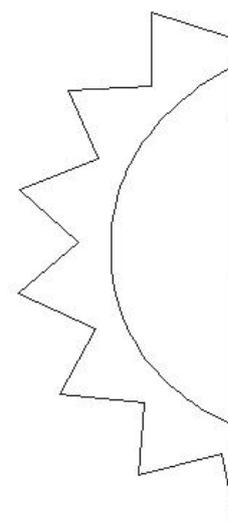
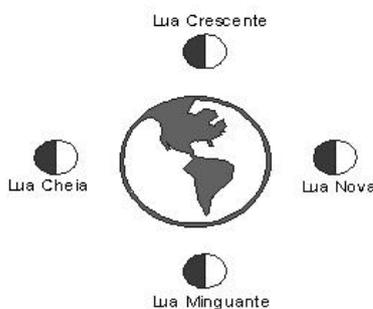


Figura 9

*O ciclo lunar corresponde a 29 dias e meio, denominado evolução sinódica ou lunação (Mourão, 2002, p. 204)*

O ciclo lunar, para os Tembé-Tenetehara, é composto por duas fases: nova, quando a lua não é visível no céu noturno e cheia, quando ela se mostra exuberante, iluminando as noites estreladas. Os períodos de transição entre uma fase e outra, que compreendemos crescente (passagem da lua nova para a cheia) e minguante (da cheia para a nova), não são consideradas fases, por serem apenas as mudanças entre as fases cheia e nova. Assim, no

calendário Tembé não existem as semanas, as fases, nova e cheia, são marcos do início e meio do mês.

### Quando inicia o mês para os Tembé?

O mês, na cultura Tembé, inicia no primeiro dia após a lua nova (figura 10), quando aparece o primeiro filete de claridade, logo depois do pôr-do-sol. O mês tem um período oscilava entre 29 e 30 dias.

*Nas regiões próximas ao equador, onde vivem os Tembé, a lua, quando aparece no lado oeste, apresenta-se na forma de um sorriso.*



Figura 10

Nesse período é muito comum observarmos, próximo à lua, uma estrela muito brilhante, ZAHY IMIRIKO (a mulher da lua). Essa estrela é conhecida por nós como Estrela Vesper, que aparece no final do período vespertino (fim da tarde). Contudo, esse astro não é uma estrela, mas o planeta Vênus, o astro que, depois da lua, é o mais brilhante do céu noturno.

### ZAHY-TATA-HU (a estrela da manhã) e ZAHY-IMIRIKO (a mulher da Lua)

As estrelas ZAHY-TATA-HU e ZAHY-IMIRIKO são, para os Tembé, duas estrelas visíveis em momentos distintos, a primeira surge antes da alvorada, por isso sendo conhecida por nós como estrela D'Alva. a segunda, é visível no ocaso, para nós a Estrela Vesper. ZAHY-TATA-HU e ZAHY-IMIRIKO, podem ser observadas, cada uma, por cerca de 263 dias. Servem, também, como referências de orientação, pois a primeira, matutina, está sempre perto do horizonte leste, enquanto a segunda, do horizonte oeste.

ZAHY-TATA-HU é a estrela que anuncia o Sol (figura 11), sendo que, entre a maioria dos grupos indígenas brasileiros, também é chamada de Estrela D'Alva. Esta intercultural associação é resultado das relações entre os indígenas e os ribeirinhos da região

☆

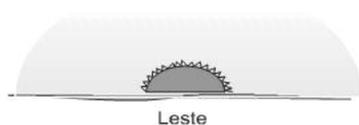


Figura 11

*Devido a sua proximidade ao sol (2º planeta em afastamento), Vênus é visto no céu sempre próximo à nossa estrela, antes do amanhecer, sendo conhecida como Estrela D'Alva.*

### ZAHY-IMIRIKO (a mulher/esposa da Lua)

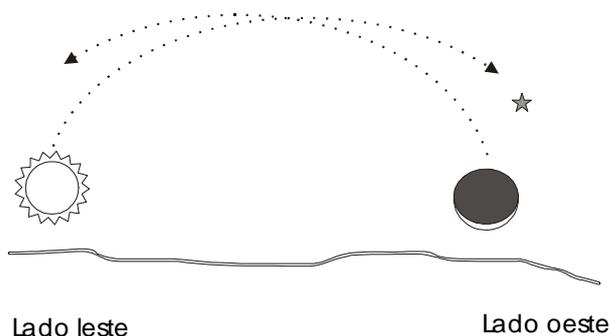
Ela é uma mulher muito linda, que só deseja ficar perto do seu marido, ZARY, enquanto ele é jovem, por esse motivo é vista como uma mulher ingrata. Na lua nova, ZAHY-IMIRIKO, aparece próximo à lua (figura 12), mas a medida que o tempo passa e a lua muda para sua fase para cheia, a estrela se afasta de seu marido. Por isso é chama de ingrata. Na próxima lua nova, os dois voltam a se encontrar.

*Quando surge no fim da tarde, Vênus é chamado de Estrela Vesper.*



Figura 12

O Mito de ZAHY-IMIRIKO procura explicar o movimento que a lua faz, deslocando-se no sentido de oeste, para leste, ao contrário do sol.



*Quando os caminhos do sol e da lua se cruzam, acontecem os eclipses.*

Figura 13

Podemos observar esse fenômeno dos deslocamentos aparentes do sol e da lua, sabendo que quando a lua está na sua fase nova, ambos estão no mesmo horizonte e quando a fase é cheia, os dois astros estão em horizontes opostos (figura 13).

Os Tembé se utilizam dos conhecimentos sobre as fases da lua, principalmente na caça e na pesca. Consideram que a melhor época para essas atividades é o período entre as fases cheia e nova, quando a lua está diminuindo (minguando) e a superfície iluminada, tornando as noites mais escuras. Devido à escuridão, os animais saem de seus abrigos com mais frequência, tornando-se mais vulneráveis.

## O Mito de ZAHY

A maioria dos mitos associados às estrelas e constelações foram criados para ajudar o homem a identificá-las e serviam como um método mnemônico para passar o conhecimento do céu de geração à geração e ensinar condutas morais. Um mito que nos foi contado pelos Tembé, se refere às manchas que aparecem na Lua (crateras lunares):

*Num tempo em que as noites eram muito escuras pois só existiam as estrelas, o jovem Zahy se introduzia, tateando no escuro, na casa de sua tia, irmã de seu pai, para tentar dormir com ela. Para saber quem era o pretendente que todas as noites se aproximava, a índia preparou uma tigela de genipapo, que como o urucum é usado para as pinturas corporais. Quando ele se aproximasse ela passaria o genipapo em seu rosto que pela manhã estaria marcado e todos poderiam descobri-lo.*

*Caindo na armadilha da tia, Zahy correu para o rio e foi tentar tirar o genipapo. Sem sucesso ela sabia que seria descoberto e traria grande vergonha para seu pai. Decidiu, então, fugir para o céu, que era o lugar mais distante que conhecia.*

*Assim, para tirar as manchas de sua face, a lua, todos os meses desce até o rio, na lua nova, para tentar tirar as manchas do genipapo. Mas quando retorna para o céu noturno, e a lua chega na fase cheia, percebe que as manchas não desapareceram e numa nova tentativa, faz chover para tentar tirar as manchas que ficara.*

Narra do pelo índio Patico Tembé, na aldeia Tekohaw

Na Amazônia é muito comum se dizer que uma chuva rápida durante a noite, é sinal da “saída da lua”, que ilumina as límpidas noites povoadas de miríades de estrelas.

## O Encarcamento

No primeiro dia da lua cheia, os mais velhos costumam apresentar seus filhos e netos, ainda pequenos, para a lua, apertando suas articulações (joelhos, cotovelos) e cinturas, gritando e cantando, pedindo para que Zahy os abençoe e os façam crescer fortes e saudáveis. Esse é o ritual do Encarcamento, nele as mulheres também participam, mostram suas tapiocas (espécie de Bejú) pedindo para que a massa cresça e sejam saborosas. As árvores menores são sacudidas pelo tronco para que dêem frutos sadios e gostosos, os animais pequenos, nascidos há poucos dias, são carregados nas danças para que possam dar leite, carne e couro para todos.

Os Tembé acreditam que quando Zahy inicia o seu ciclo, favorece o crescimento das crianças, das plantas e dos animais domésticos. O calendário mensal dos Tembé-Tenetebara, não considera as fases da lua como as conhecemos, porém o seu ciclo é cumprido com o encerramento da fase nova, quando é feito o encarceramento.

### KWARAHY (O Sol ) e o seu movimento diário

KWARAHY é responsável pela claridade e o seu movimento aparente, no céu, chamado KWARAHY KAMY (caminho do sol) é referência na determinação do alinhamento onde devem ser construídas a casa do cacique e a casa de orações.

O Sol descreve dois movimentos aparentes que podem ser facilmente observados: um movimento diário, no sentido leste-oeste e outro na linha do horizonte, a cada dia, mais ao norte ou mais ao sul. Dessa maneira, os movimentos aparentes do sol são adotados como referência na contagem do tempo diário e do início e término das estações do ano.

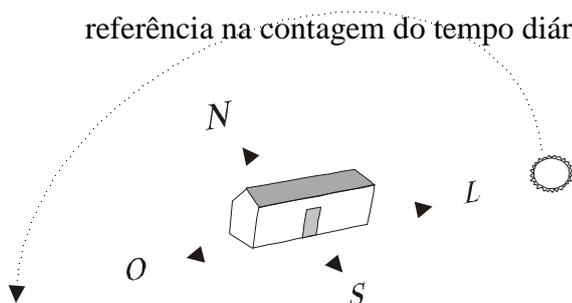


Figura 14

*A linha imaginária que descreve o movimento do Sol é conhecida, na astronomia científica como Eclíptica (figura 14). O Sol é ascendente pela manhã (antes do Meridian) e descendente na tarde (pós-Meridian).*

A região do céu, próxima ao hemisfério sul é rica em estrelas, e por esse motivo, em geral, a frente da casa do cacique fica voltado para o sul.

O surgimento diário do sol, no horizonte leste, é chamado KWARAHY-HEM-HAW (o sol no início do dia) e ao final do dia, no crepúsculo, temos o Sol se pondo no horizonte oeste, KWARAHY-WIXW-HAW (o sol que encerra o dia).

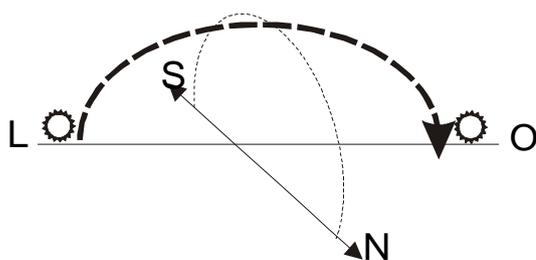


Figura 15

*A linha imaginária que descreve o movimento do Sol é conhecida, na astronomia científica como Eclíptica (figura 15).*

### O Sol e as estações do ano

A alvorada acontece sempre para o lado leste. Contudo, não é correto afirmar que o sol surge todos os dias no mesmo lugar, no ponto cardinal leste. Esse fato é conhecido pelos Tembé que observam o deslocamento do sol, a cada dia, no horizonte leste, como técnica de reconhecimento do início ou término dos períodos sazonais.

Em relação aos pontos cardiais Leste e Oeste, ele surge e desaparece, a cada dia, mais para o lado norte (extremo ao norte) no início da estação da seca e mais para o lado sul (extremo ao sul) no início da estação da chuva. Assim, os Tembé identificam quando iniciam as estações observando o sol na alvorada ou no ocaso (figura 16).

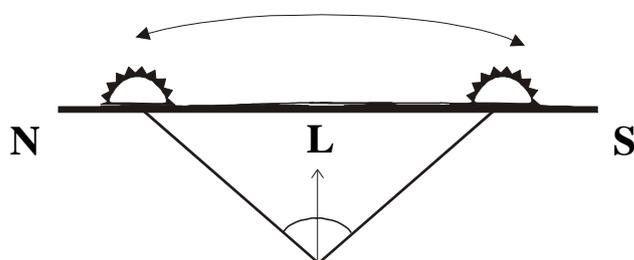


Figura 16

*O Sol nasce exatamente no ponto cardinal Leste e se põe no ponto cardinal Oeste nos dias que marcam o meio da estação da seca e o meio da estação das chuvas.*

O tempo gasto pelo sol para nascer/surgir (ou se pôr) duas vezes, construtivas, num mesmo ponto extremo (para o norte ou para o sul) é de um ano. Esse ponto extremo é atingido no dia do início da estação da seca ou no dia do início da estação da chuva.

Para materializarem esse calendário, os índios Tembé usam como referencial, árvores, hastes de madeira, pedras amontoadas ou de dimensões significativas para marcar as direções do nascer e do pôr-do-sol, em cada período sazonal.

### O calendário Tembé das estações do ano

O clima da região onde moram os Tembé, é caracterizado por duas estações: KWARAHY (seca), que inicia próximo aos dias 21 ou 22 de junho e AMAN (chuva), iniciando entre os dias 21 ou 22 de dezembro (Barros, 2004).

As áreas próximas à linha imaginária do equador, recebem forte influência climática do hemisfério norte, por isso é evidente alguns contrastes com as demais regiões do Brasil, como por exemplo: a partir do mês de junho, quando ocorre o solstício<sup>11</sup> de inverno para o hemisfério sul (figura 17), os rios da Amazônia apresentam seus níveis mais baixos, formando assim, grandes extensões de praias, favorecendo o turismo, facilitado pelo período das férias escolares e conseqüentemente as “férias de verão”.

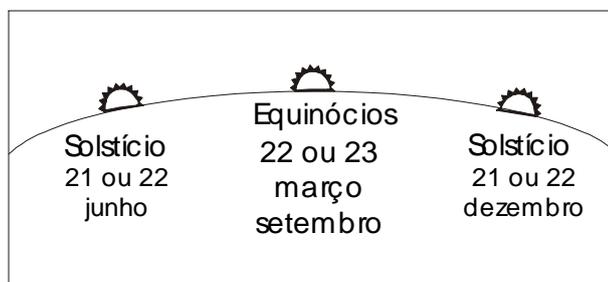


Figura 17

Tendo em vista que assim como na astronomia científica, a cultura Tembé marca os seus respectivos períodos sazonias, praticamente nas mesmas datas, de acordo com as posições relevantes ocupadas pelo sol em sua trajetória anual, no horizonte, podemos compor leituras desses períodos de acordo com os solstícios de inverno e verão, e os equinócios<sup>12</sup> de primavera e outono.

Vale ressaltar que na cultura Tembé, duas são as estações: AMAN (as chuvas) e KWARAHY (a seca) (tabela 3), que iniciam em dezembro e junho, respectivamente. Na astronomia científica, os solstícios marcam o inverno e o verão, que para o hemisfério sul, onde se localiza a maior parte do território brasileiro, iniciam nos meses de junho (21 ou 22) e dezembro (21 ou 22), respectivamente. Entre essas duas estações de variações extremas de temperatura (muito frio ou muito quente), acontecem as estações de transição, do calor para o frio, o outono, para o hemisfério sul no mês de março (22 ou 23) e do frio para o calor, a primavera, em setembro (22 ou 23).

Estação do Ano		Período Aproximado
Kwarahy (seca)	Início	dia 21 de junho (inverno no Hemisfério Sul)
	Término	dia 22 de setembro (primavera no Hemisfério Sul)
Aman (chuvas)	Início	dia 22 de dezembro (verão no Hemisfério Sul)
	Término	dia 21 de março (outono no Hemisfério Sul)

Tabela 2

<sup>11</sup> Sol Invicto, o dia (claridade) que vence a noite. O Solstício refere-se ao verão, quando os dias são mais longos que as noites.

<sup>12</sup> No Equinócio o dia e a noite tem a mesma e ocorre em dois momentos durante o ano, em março e setembro.

Os dias que marcam o início das estações do ano no calendário Tembé são coincidentes com os do calendário ocidental (inverno e o verão), porém com características periódicas diferenciadas. Enquanto que as estações Tembé demoram cerca de um semestre, as estações ocidentais são trimestrais.

No inverno, a vida dos Tembé se torna mais difícil, devido a enchente dos rios, grandes áreas são alagadas e as florestas submersas passam a ser uma fonte de nutrientes para a vida marinha, o que provoca a migração dos peixes e conseqüentemente a escassez da pesca, o mesmo acontecendo com as caças, que procuram terras mais altas. A proliferação de mosquitos é outro fator negativo, elevando o número de casos de malária<sup>13</sup> entre os habitantes da região. Algumas frutas como o uxi, rico em proteínas, é típico dessa estação (Shanley e Medina, 2004 ).

O verão é a estação da fartura, pois é quando acontecem as colheitas. Nesse período de muita prosperidade são programadas as festas religiosas e os rituais de iniciação de moças e rapazes à vida adulta. Entre as riquezas da época estão as frutas: caju, açaí, manga, laranja, mangaba e piqui. Entre o pescado: traíra, cascudo, cará e o sarapó.

### Constelações: primeiros passos nos saberes sobre o céu

A língua materna é um dos principais recursos úteis à nossa comunicação, contudo a linguagem não se restringe aos símbolos alfa-numéricos, na sua forma oral ou escrita. As estruturas simbólicas nos acompanham a todos os lugares e em todos os momentos, sempre guardando em si, todo um contexto de significação própria. Como por exemplo, podemos citar os sinais de trânsito, as mímicas, as figuras de linguagem, a poesia, entre outras. A escolarização formal, portanto, não pode e não deve restringir-se à compreensão da linguagem formal (alfa-numérica), mas dos contextos aos quais se aplicam.

A maioria dos povos primitivos não possuía escrita, mesmo assim, tais povos se utilizaram de representações simbólicas, nas pinturas corporais e as pinturas rupestres, para representar a sua cotidianidade. Uma outra maneira de representar, simbolicamente a cotidianidade, muito comum entre os povos primitivos e presente na cultura da grande maioria dos povos indígenas, é a observação do céu. Além dos movimentos aparentes do sol e da lua, a composição de figuras, reconhecidas/lembradas em grupos de estrelas, as

---

<sup>13</sup> Malária é uma doença tropical, hepática, muito comum na Amazônia, principalmente no período do inverno. A carência de atendimento médico, tem ocasionado a morte e muitos velhos e crianças, acometidos dessa doença.

constelações, possibilita a compreensão dos ciclos naturais, úteis na decisão dos momentos mais propícios à realização de determinadas tarefas cotidianas.

As estrelas ensinam sobre o ciclo da vida, os preceitos morais, em geral, construídos nos primórdios mitológicos do próprio grupo, haja vista que assim como o céu se repete indefinidamente, as tradições devem ser guardadas e transmitidas às futuras gerações, seja para a manutenção da ordem cósmica/universal, seja para que se encontre um estado de equilíbrio, após um momento de mudanças.

A observação dos movimentos cíclicos das constelações deve obedecer a regras básicas: adotar como ponto, ou área de observação, uma pequena parcela do céu, em geral, próximas ao horizonte leste; o horário das observações deve ser sempre o mesmo.

As constelações indígenas, diferentemente das constelações ocidentais, se utilizam da Via-láctea para formar figuras, que nem sempre representam uma imagem completa, mas auxiliam na compreensão de situações, como é o caso de algumas constelações da cosmologia Ticujna<sup>14</sup>, na qual algumas partes escuras da Via-láctea representam as pegadas deixadas pela anta ao passarem por aquele lugar<sup>15</sup>. Compreende-se, então, que a anta não está naquela parte do céu, mas podemos sabe-la pela pegada deixada na Via-láctea, como num leito seco de rio. Entre os Tembé, a constelação TAPI'I HAZYWER (o queixo da anta), representa somente o crânio do animal.

No seguimento deste capítulo, estaremos representando as constelações Tembé, que correspondem ao período de transição entre a estação das chuvas e a seca (período de maio a julho), destacando o dia 22 de junho, quando ocorreu o início da seca (equinócio de inverno para o hemisfério sul).

Para uma melhor configuração e apresentação dos resultados, dividimos as constelações em dois grupos, de acordo com os hemisférios norte e sul. Ao final da representação dessas constelações, comporemos alinhamento de orientação para facilitar a localização das constelações, no céu natural.

## Constelações do hemisfério Sul

---

<sup>14</sup> Os Ticuna são habitantes da região que compreende o alto Solimões, nos estados do Amazonas e Acre, além de áreas próximas à fronteira entre o Brasil e o Peru.

<sup>15</sup> Narrado pelo índio Pedro Ticuna, no Planetário do Pará, durante visita em 2002.

A região sul celeste é rica em estrelas, o que facilitou a identificação de figuras que lembram a fauna amazônica, integradas ao contexto social por meio da descrição de situações vivenciadas por esses animais e que ganham destaque ao serem projetadas na cotidianidade da aldeia.

#### WIRANU: A Ema que come ovos

A fauna está muito presente nas formações estelares, sejam estes, animais da terra, da água ou do ar. Entre as representações de aves, a maior é a da Wiranu, a Ema. Como dissemos anteriormente, as constelações indígenas agrupam estrelas e partes claras e escuras da Via-Láctea.

A WIRANU (figura 18) é formada por partes de, pelo menos, de três constelações ocidentais, entre elas o Escorpião, as patas do Centauro e a constelação da Mosca, além da nebulosa escura do Saco de Carvão, situada logo abaixo da Cruzeiro do Sul.

Quando WIRANU, é vista no céu, logo ao anoitecer, para o lado sudeste, é sabido que a estação da seca esta iniciando. Trazendo um período de farturas, festas e muita prosperidade, pois é a época das colheitas.



Figura 18

*WIRANU caminha pelos campos em busca de ninhos de outras aves, se alimentando daqueles que se encontravam desprotegidos. Esse é um sinal de alerta de deve ser considerado, para que não se perca o período da colheita, pois a produção pode se perder apodrecendo, ou mesmo ser consumida pelos animais da floresta.*

A cabeça da Ema é formada pela nebulosa escura do Saco de Carvão. Logo abaixo, nas asas da Mosca, encontramos dois ovinhos que a ema parece querer engolir. No pescoço da ave, um prolongamento da Via-Láctea, localizam-se dois outros ovos, as estrelas Alfa e Beta do Centauro (nas patas do Centauro), que já foram engolidos pela ave.

A constelação do escorpião, com seu grande “S” forma a perna do animal. A parte inferior do corpo da Ema é formada pela estrela Beta da constelação Triângulo Austral

(Triangulum Australe), por estrelas da constelação da Altar (Ara) e por uma faixa branca da Via Láctea. A cauda da constelação da Ema é formada por estrelas da garra da constelação do Escorpião (Scorpius). Um de seus pés é formado pela cauda do Escorpião.

#### AZIM – A pequena siriema que carrega os ovos na cabeça

Essa pequena ave tem sobre a cabeça um penacho que lembra um ninho e por esse motivo, os Tembé afirmam que ela carrega sobre a cabeça, os seus dois ovinhos, para que a ema não os coma. Azim, simboliza a prudência e torna-se visível a partir do mês de setembro, quando termina o período da colheita e inicia o preparo de outras áreas, destinadas a um novo roçado.

Essa constelação localiza-se um pouco abaixo da Ema. Azim é constituída por manchas claras e escuras da Via Láctea e por partes das constelações de Escorpião, Sagitário e Coroa Austral (Corona Australis) (figura 19).



*A cabeça da siriema, localizada no final da calda do escorpião, no seu ferrão e as estrelas Chaula e Versate representam dois ovos que a ave traz sobre a cabeça em um pequeno ninho.*

entre Figura 19 céu, ao anoitecer, no lado sul, mais para o leste,  
proximidades do meio da estação da seca. Nesse  
período iniciam-se, em geral, os preparativos para a Festa da Moça Nova, um ritual de  
iniciação das moças e rapazes que se preparam para a vida adulta.



Figura 20

As constelações Cruzeiro do Sul, Wiranu (ema) e Azim (siriema) são tidas como referenciais para a observação das estações do ano. Funcionando como o mostrador de um grande relógio celeste, essas constelações se movem no sentido leste para oeste, a partir de um ponto central, localizado no pólo sul celeste (figura 20).

### Duas cruzes no céu

Na cosmologia Tembé-Tenetehara, são reconhecidas duas cruzes: a primeira WIRAR KAMY (caminho da cruz), localizada na constelação do Órion, o gigante caçador e a segunda é o Cruzeiro do Sul.

Wirar Kami, a cruz que caminha também é chamada de a cruz dos mortos (figura 21), devido ao seu deslocamento pelo céu, iniciar exatamente sobre o ponto cardeal leste e terminar sobre o ponto cardeal oeste, desenhando o “Caminho dos mortos” (linha equatorial).

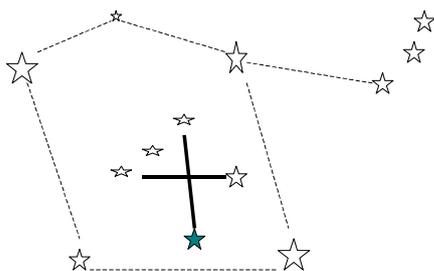


Figura 21

*O nome cruz dos mortos, é referente à linha do enterramento dos mortos, determinada pelos deslocamentos do Sol.*

A cruz dos mortos é formada por um grupo de estrelas muito conhecidas no Brasil pelo nome de “As três Marias”, que estão, por sua vez, localizadas na constelação do Órion, o gigante caçador. Além delas, a Nebulosa M43 (nebulosa de Órion), compõe o pé do braço maior da cruz.

A segunda cruz, é a constelação do Cruzeiro do Sul (figura 22), uma bela formação de quatro estrelas brilhantes dispostas em cruz.

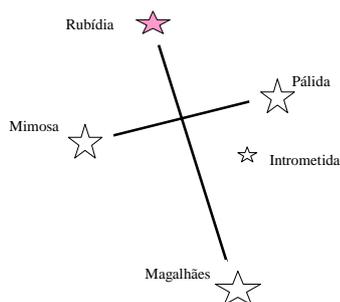


Figura 22

*Essas estrelas, pela ordem crescente de brilho, são conhecidas popularmente como Magalhães, Mimoso, Rubídea, Pálida e Intrometida. Magalhães (a mais brilhante) e Rubídea (avermelhada) formam o braço maior da cruz; Mimoso e Pálida formam o braço menor. A Intrometida (a menos brilhante) não pertence aos braços da cruz.*

A constelação do Cruzeiro do Sul, na astronomia científica é muito utilizada como referência de localização do pólo sul celeste. Logo abaixo, entre Magalhães e Mimosa, situa-se uma das diversas manchas escuras da Via-Láctea, uma nebulosa chamada Saco de Carvão.

### O Cruzeiro e os Períodos Sazonais

O calendário das estações do ano (períodos sazonais) pode ser composto a partir da visualização da constelação, sempre num mesmo horário após o anoitecer. Dependendo do dia e da hora, a cruz pode estar deitada, voltada para o leste e depois para o oeste, ou de pé. Seu movimento compõe um movimento circular, em torno do Pólo Sul Celeste (figura 23).

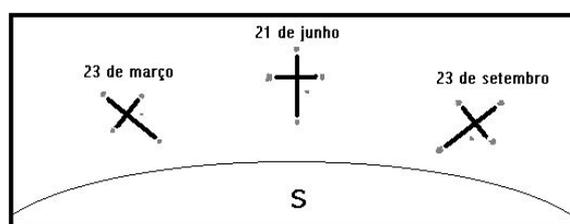


Figura 23

Os dias que marcam o início das estações do ano no calendário Tembé são coincidentes com os do calendário ocidental (inverno e o verão), porém com características periódicas diferenciadas. Enquanto as estações Tembé demoram cerca de um semestre, as estações ocidentais são trimestrais.

### MAINUMY: o beija-flor que voa alto no céu

Entre as constelações localizadas para o lado sul, uma delas se encontra praticamente no ponto mais alto desse hemisfério, é a MAINAMY (figura 24), o Beija-Flor que fica a meio caminho entre o lado sul e o lado norte.



Figura 24

*Essa constelação é formada por estrelas da constelação ocidental do corvo. Para encontrarmos o posicionamento do Beija-Flor, no céu, deveríamos recorrer ao cruzeiro do sul.*

MAINAMY, que se apresenta no formato de um quadrilátero, realiza o mesmo deslocamento do cruzeiro do sul, sendo vista inicialmente no mês de maio e desaparecendo no mês de setembro.

### Constelações do Hemisfério Norte

Um outro grupo de constelações pode ser observado para o lado norte, que por não ser tão rico em estrelas como o hemisfério sul, tem na Via-Láctea o suporte para a maioria de suas constelações.

YAR RAGAPAW, a canoa e o barquinho.

Os Tembé conhecem uma constelação semelhante ao desenho de uma canoa e que chamam Yar Ragapaw.

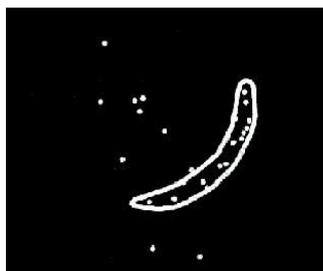


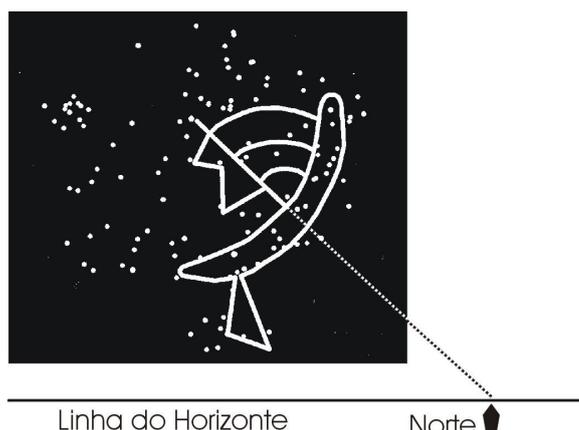
Figura 25

*Ela é formada por partes das constelações de Ursa Maior (Ursa Major) e Leão Menor (Leo Minor).*

Antes de partirmos para nossa excursão ao Teko Haw, conversamos com alguns pescadores da cidade de Vigia, no Pará, que nos contaram sobre uma constelação chamada barquinho (figura 26). Essa constelação é usada como referência de orientação, na navegação em alto mar. Quando os pescadores saem para o seu ofício, em alto mar, no período de março a setembro, apontam a proa da embarcação na direção do barquinho. Para retornar, “proam” para o Cruzeiro. Porém, nenhum dos pescadores soube nos informar, naquele momento, onde aparecia essa constelação, somente que era para o lado norte.

A partir das informações fornecidas pelo índio Chico Rico e com a observação do céu noturno, identificamos o barquinho na calda da Ursa Maior. No entanto, a explicação sobre a saída dos pescadores, apontando a proa para o barquinho, só seria encontrada no Planetário do Pará, quando, a partir de simulações do movimento do céu.

Concluimos que o alinhamento entre a estrela que representa a parte superior do mastro e o centro do casco do barco, prolongando-se até o horizonte, determina, na região equatorial, o local exato do ponto cardeal norte.



*Quando sai para a pescaria em alto mar, o pescador “aponta” a proa da embarcação para a constelação do Barquinho, seguindo mar adentro e para retornar, em sentido contrário, como se retornasse sobre suas próprias pegadas, “aponta” para o Cruzeiro, haja vista que praticamente todo o litoral brasileiro se encontra para o hemisfério sul da Terra.*

*O Mastro do Barquinho projeta no horizonte o local onde se encontra o ponto cardeal norte*

Figura 26

### TAPI'I HAZYWER, o queixo da anta

Os índios Tembé chamam de Tapi'i Hazywer, o queixo da anta (figura 27), uma constelação localizada na mesma região das Híades (na cabeça do Touro), com o formando letra V (foto 8).



Foto 8 - Constelação Tapi'i Hazywer encontramos Aldebaran, uma estrela vermelha e a mais brilhante da constelação do Touro. Quando Tapi'i Hazywer aparece no lado leste, ao anoitecer, inicia a estação das chuvas, mais ou menos por meados de novembro. Nesse período já ocorrem as queimadas que preparam a terra para o novo plantio, que se estende de dezembro a fevereiro.

Figura 27

Na constelação Tapi'i Hazywer encontramos Aldebaran, uma estrela vermelha e a mais brilhante da constelação do Touro. Quando Tapi'i Hazywer aparece no lado leste, ao anoitecer, inicia a estação das chuvas, mais ou menos por meados de novembro. Nesse período já ocorrem as queimadas que preparam a terra para o novo plantio, que se estende de dezembro a fevereiro.

### ZAUXIHU RAGAPAW, o Jabuti da terra

Uma constelação semelhante ao desenho de um Jabuti (figura 28), visto de cima, é chamada de ZAUXIHU RAGAPAW. Está localizada na região da constelação da Coroa Boreal (Corona Borealis). Essa constelação se localiza no lado norte.



Figura 28

### ZAHY TATA PI'I PI'I, as estrelas reunidas

Zahy Tata Pi'i Pi'i é conhecida na astronomia científica como as Plêiades, uma nebulosa com centenas de milhares de estrelas, na sua maioria azuis, parecendo formar uma pequena chave, é considerada um berçário de estrelas (foto 9). A olhos desarmados, podemos ver sete dessas estrelas e por isso as Plêiades são conhecidas também como o sete estremo ou as sete irmãs. Elas se localizam na constelação que chamamos do Touro (Taurus).

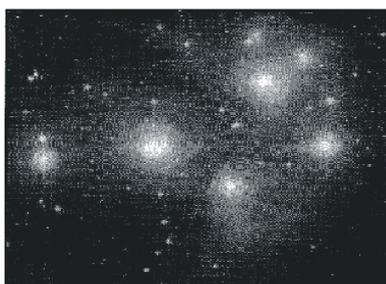


Foto 9

Fonte: [www2.uepa.br/planetariodopara](http://www2.uepa.br/planetariodopara)

*Zahy Tata Pi'i Pi'i (estrelas reunidas), também conhecida como as Sete Estrelas, carrega uma "mandinga" (maldição): aquele(a) que conseguir contar as sete estrelas, nesse dia, morrerá.*

No dia 08 de junho elas começam a aparecer, um pouco antes do nascer sol. Nessa ocasião, os Tembé afirmam que a estação da seca está se aproximando. Perto do dia 10 de novembro, elas começam a aparecer no lado leste, agora ao anoitecer. Nessa ocasião, os Tembé afirmam que a estação das chuvas está para chegar, como chega, efetivamente, poucos dias depois.

No início da estação da seca, Zahy Tata Pi'i Pi'i nasce e se põe no mesmo lugar onde o sol nasce e se põe. Então, ela constitui uma visualização da trajetória diurna do Sol no dia do início dessa estação, servindo, além de calendário, também como orientação.

### TAPI'I, a anta

A constelação da Anta (figura 29) é uma das mais belas constelações dos Tembé.



Fig. 29

*Ela é formada em sua maior parte por manchas claras e escuras da Via Láctea, localizada na região das constelações de Andrômeda (Andromeda), Lagarto (Lacerta), Dragão (Draco), Cefeus (Cepheus) e Cassiopéia (Cassiopea). As regiões próximas da linha do equador são privilegiadas na observação dessa constelação.*

### TAPI'IRAPE, o caminho da anta.

Tapi'i Rape, por nós chamada Via-Láctea, aparenta uma faixa esbranquiçada facilmente visível no céu noturno. Para os índios Ticuna, as manchas escuras representam as pegadas deixadas pela anta, como num leito seco de rio.

A Via Láctea muda de posição de acordo com o passar das estações observada em horários diferentes. No mês de março, no meio da estação da chuva até o meados da estação da seca (setembro), ao anoitecer, a Via-Láctea fica sobre a cabeça do observador, no sentido sudeste para noroeste, de setembro a março, de noroeste para sudoeste. Assim, ela também é utilizada como calendário anual de orientação. A maioria das constelações Tembé estão localizadas na Via Láctea.

### A organização do céu dos Tembé- Tenetehara e a astronomia científica

O posicionamento das constelações, estudado por muitos séculos na cosmologia de praticamente todas as civilizações, tem como propósito mais que a contemplação do céu, como podemos perceber na representação das constelações Tembé-Tenetehara. Os agrupamentos de estrelas correspondem a funcionalidades específicas e para que seus posicionamentos e significados sejam plenos de aplicação, úteis como recursos de leitura e interpretação dos fenômenos naturais, por vezes, tornam-se necessários alguns instrumentos de identificação dessas posições.

Um desses instrumentos, na cultura indígena é a roda de teto (foto 10), na qual ficam representados seres sobrenaturais presentes na “mitocosmologia indígena”(SILVA, et al., p.80).

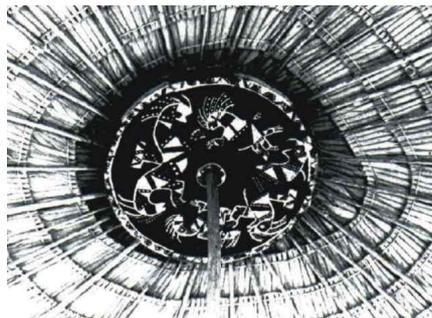


Foto 10

Detalhe do teto da casa de recepções e festividades dos índios Wayana. Na língua indígena a roda de teto é designada Maruana e nela estão representados os seres sobrenaturais que constituem o cosmo Wayana. (SILVA, et al., 2001, p. 78).  
Foto: Lúcia Van Velthem.

Na Astronomia ocidental temos a carta celeste que segundo VIEIRA (1996, P.58), entre as “cartas celeste com mais detalhes temos quatro cartas com projeção Mercator e duas polares” e recomenda que, “(...) Para a localização de objetos “próximos” ao equador (até 50°) deve-se utilizar as Mercator; já para objetos próximos ao pólo devemos recorrer às polares. Caso não se tome cuidado, os agrupamentos ficam deformados e os alinhamento não correspondem à realidade”.

O posicionamento das constelações Tembé-Tenetehara, obedecem a alinhamentos que podemos facilmente representar por meio de uma carta celeste, porém, não é nossa intenção afirmar que essa seja uma prática daquela cultura, pois desejamos, com isso, aproximar a identificação das constelações Tembé, das técnicas utilizadas pela astronomia científica, visando facilitar seu estudo e aplicações aos conhecimentos discutidos nos ambientes escolares.

As constelações do Cruzeiro do Sul, Beija-flor e Canoa, fazem um alinhamento que auxilia na determinação dos pontos cardeais norte e sul, estando o Beija-flor, a meio caminho de cada uma dessas constelações.

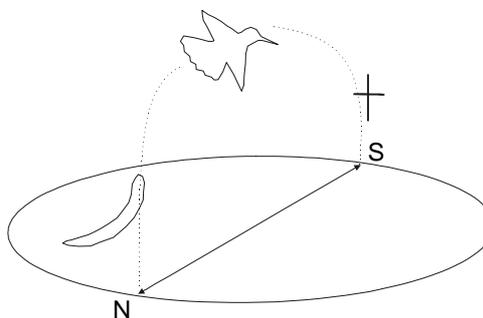


Figura 30

A Cruz que caminha descreve, por sua vez, o alinhamento chamado caminho do sol, onde são construídas a casa do cacique e a casa de orações (figura 31).

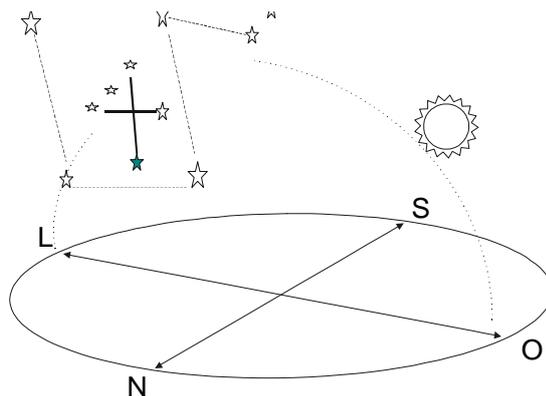


Figura 31

A construção e leitura de uma “carta celeste” Tembé-Tenetehara é um desafio, pois não basta compreender o posicionamento das constelações, precisamos, antes de tudo, observar as relações que estabelecem entre essas representações simbólicas e os significados que lhes são atribuídos. Não devemos perder de vista a necessidade de nos desarmarmos de preconceitos e estruturas de comparação que possam desconfigurar a estrutura matemática presente nessas relações.

Assim, para nos aproximarmos de uma boa compreensão e aplicação desses significados à cotidianidade de educandos e educadores, nos ambientes escolares, nos utilizamos da interface entre a matemática escolar e a astronomia científica, com o propósito de buscarmos aproximações às leituras de mundo dos Tembé-Tenetehara. Para tal, realizamos experiências de ensino aprendido com estudantes do ensino fundamental e futuros professores de Matemática, utilizando os conhecimentos da astronomia Tembé-Tenetehara, para introduzirmos conceitos matemáticos, tendo como pano de fundo a astronomia científica. Essas experiências, apresentamos a seguir, no terceiro capítulo desse nosso estudo.

# III

## Matemática, Astronomia e Identidade: Metodologias e Descobertas



Foto: O . Barros / Julho/2001 – Alunos do curso de Licenciatura em Matemática – Altamira / PA

## Matemática, Astronomia e Identidade: Metodologias e Descobertas.

**N**

a realização desse estudo, nossa preocupação primeira centra-se na elaboração de estratégias metodológicas de ensino-aprendizado da matemática escolar, visando contribuir com a diminuição do distanciamento entre os conteúdos escolares e a cotidianeidade. Nesse sentido, procuramos integrar nossas ações como professor-pesquisador na coordenação de Astronomia do Planetário do Pará e como professor substituto, no curso de formação de professores de Matemática da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Assim, materializamos essa proposta, apresentando um breve relato da nossa prática pedagógica junto aos estudantes do ensino fundamental das escolas públicas e privadas de Belém, visitantes ao Planetário do Pará e aqueles pertencentes ao curso de Licenciatura Plana em Matemática, da Universidade Federal do Pará nos campi de Altamira, Bragança e Belém. As atividades realizadas com os estudantes da UFPA efetivaram-se nas disciplinas Metodologia Específica da Matemática e Prática Docente. Ainda como resultado dessas atividades, orientamos a elaboração de três Trabalhos de Conclusão de Curso TCC (monografias), que tiveram como foco as interfaces entre a matemática e as Astronomia.

Nas atividades propostas procuramos centrar as discussões no tripé: movimentos aparentes do sol e da esfera celeste, coordenadas geográficas e celestes e características do Sistema Solar. Como resultados dessas interferências, foram construídos instrumentos, teias de conhecimentos que serão assim discriminados: Medidas do Sistema Solar; compreendendo implicações no gnômon; descobertas matemáticas na prática docente e monografias interdisciplinares: interfaces entre matemática e astronomia.

## Matemática e Astronomia: interface mediada pela interculturalidade

Num contexto histórico de organização do conhecimento sobre o homem e suas interações com o meio, o desenvolvimento de modelos que procuram explicar a realidade, extraídos das nossas concepções de mundo, em cada época e dentro do limite do próprio conhecimento em construção, refletem os aspectos que aproximam a Astronomia e a Matemática. Elas também são facilmente reconhecidas como “as mais antigas das ciências”, interlocutoras à outras áreas do conhecimento, mas pouco suscetíveis a interferências internas, como bem descreve Tignarelli, quando fala da relação entre a astronomia e as ciências físicas:

A Astronomia está tão intimamente ligada às ciências físicas que é quase impossível dizer, em muitos casos, quando um tipo de trabalho deve ser considerado como pertencente em maior grau a uma ciência do que à outra. Entretanto, o inverso não ocorre: nem todos os temas de física são, necessariamente, astronômicos. (Tignarelli, et al., 1998, p.66)

Esse mesmo argumento, de reciprocidade limitada entre as ciências, também encontra-se presente na fala de muitos profissionais de educação que atuam com o ensino da matemática, quando afirmam que “a matemática encontra-se presente em todas as ciências, mas nem todas as ciências encontram-se inseridas na matemática”. Outro exemplo de diálogo entre a matemática e a astronomia, data da antiguidade, com a organização do conhecimento necessário à formação do intelecto, defendida pelos sofistas, como Hípias de Élis (c.460-399a.C), que afirmava aos jovens, a necessidade de estudar a fundo as quatro disciplinas propostas pelo pitagorismo: aritmética, geometria, música e astronomia (Miorim, 1998, p.16). A esse grupo disciplinar, denominou-se *quadrivium*.

Um exemplo mais recente dessa interlocução está contida nas leis estabelecidas por Kepler (movimento dos corpos celestes), Newton (gravitação universal) e Einstein (relatividade), que proporcionaram a criação, na matemática, por exemplo, do cálculo e de leituras geométricas não euclidianas. Ao mesmo tempo, essas novas representações matemáticas possibilitaram a elaboração de modelos que tornaram possíveis, especulações sobre os corpos celestes até então impensáveis, como os buracos negros e as estrelas de neutrons, ou mesmo o envio de sondas espaciais e missões tripuladas à Lua, assim como o desejo de visitar outros planetas do Sistema Solar.

A astronomia, assim como a matemática, está presente no desenvolvimento de todas as civilizações, incorporadas à cotidianidade, seja de forma implícita ou explicitamente. O reconhecimento do fluxo e refluxo das marés, relacionados às fases da lua e das estrelas, a sucessão incansável dos dias e das noites e a duração do tempo civil (semanas, meses, anos) (Tignarelli et al., 1998, p.57). Contudo, assim como na Matemática, os conhecimentos sobre o Cosmos também são permeados de “mitos”, interpretações equivocadas ou mesmo, sujeitas a bloqueios de entendimentos, devido a conflitos ideológicos, como é o caso da temática que aborda a gênese do universo.

TIGNARELLI nos acena como possibilidade desse distanciamento, o fato de que

[o]s assuntos astronômicos aparecerem *diluídos* em outros centros de interesse dos programas, como conteúdo de outras ciências afins ou não. Isso talvez seja o resultado de uma má interpretação do seu alto grau de *interdisciplinaridade*, qualidade singular da astronomia que poderia ser aproveitada benéficamente em sala de aula como um elemento de conexão entre as diferentes ciências que nela confluem. (Tignarelli et al., 1998, p.58-59).

Percebemos, então, que nossa proposta de interface entre essas duas ciências aplicadas às aproximações entre conteúdo e cotidianidade, carecia de um elemento catalisador.

Tendo em vista que nossos estudos sobre a Educação Matemática, proporcionaram contatos com as novas tendências do ensino-aprendizagem dessa área do conhecimento, como é o caso da Etnomatemática e que, a partir da proposta do Planetário do Pará, de leitura das técnicas de observação do céu, próprias dos povos da Amazônia, que nos aproximou da cosmologia Tembé-Tenete-hara, partimos para a utilização do diálogo intercultural, como matriz de compreensão das representações matemático-astronômicas

e suas interações com a cotidianidade, no sentido de gerarmos leituras mais humanas da realidade.

Incentivamos esse diálogo entre as tradições e as ciências, por acreditarmos que a sala de aula seja um espaço de negociação de significados. Assim, estruturamos nossas proposições metodológicas baseadas no diálogo com o público que visita o Planetário do Pará e de forma mais sistemática, junto aos estudantes do curso de licenciatura plena em matemática da Universidade Federal do Pará.

### Experiências interdisciplinares no Planetário do Pará

A divulgação dos conhecimentos astronômicos, é uma das premissas do Planetário do Pará na realização de diversas atividades com a participação do seu público visitante. Entre as atividades: a observação do céu, palestras, cursos e exposições, além do atendimento escolar que ocorre semanalmente de segunda-feira a sexta-feira em dois horários (manhã e tarde). Não há restrições quanto à faixa etária ou a escolaridade dos visitantes. Essa diversidade do público é um desafio, pois as ações pedagógicas precisam ser diferenciadas considerando a singularidade de cada grupo, tendo sempre como recursos uma atitude de investigação e o diálogo, a partir das aproximações entre ciência e tradição.

Em um desses momentos de diálogos e descobertas, foi trabalhado um assunto muito comum aos livros didáticos: a ordem de afastamento dos planetas do Sistema Solar, em relação ao Sol. Essa atividade<sup>16</sup> foi realizada no Laboratório de Estudos da Astronomia (LEA) e no hall de exposições do Planetário do Pará, um espaço com cerca de 500m<sup>2</sup> de área livre.

Como material didático, foram usados modelos de isopor dos planetas do Sistema Solar, o que possibilitou aos estudantes terem uma idéia da proporcionalidade entre os planetas (mesmo que o material estivesse fora de escala) e a relação entre o tamanho de cada astro e seu distanciamento ao Sol, considerando-se que os planetas mais próximos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) são denominados rochosos e os mais distantes (Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão), gasosos.

A partir dessa relação distância-estrutura, foram levantados alguns tópicos para discussão: todos os planetas possuem superfície e atmosfera? Por que os planetas mais distantes possuem grandes concentrações de gases na sua atmosfera? Por que os planetas

---

<sup>16</sup>A atividade ocorreu no período de 22 a 26 de março de 2004, atendendo turmas de 15 estudantes por sessão, em quatro horários: pela manhã às 9h e 10h e 30min e pela tarde às 12h 30min e 16h.

mais próximos do sol têm menos gases na atmosfera, ou nenhuma atmosfera, como é o caso de Mercúrio? Como o Sol é visto dos planetas mais distantes? Estas, entre muitas outras, são questões que relacionam as características dos planetas e sua proximidade ou afastamento da nossa estrela.

A complexidade dos assuntos discutidos é diversificada de acordo com o diálogo estabelecido com cada grupo visitante. A abordagem dos tópicos não se restringe, porém, ao campo disciplinar, haja vista que entre suas diretrizes, o planetário evidencia o caráter interdisciplinar e a criatividade pedagógica, como os mais significativos.

A temática relacionada ao Sistema Solar é, segundo Tignarelli (1998), o foco dos estudos sobre a Astronomia, presente na maioria dos programas curriculares. Tignarelli destaca os tópicos trabalhados no período de 1<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup> séries:

Para os primeiro e segundo ciclos básicos (1<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup> séries)

<i>Astros</i>	<i>Fenômenos Astronômicos Associados</i>	<i>Medida De Tempo</i>	<i>Movimento Espacial</i>
T	Céu e planeta		
So	Luz e estrela		
T + So	Nascer e pôr	Dia e noite	Relativo
T + So	Dia e noite	Dia	Rotação
T + So	Órbita	Ano	Translação
T + Lu	Planeta e satélite		Translação
Lu + So	Dia e noite lunar	Dia e ano lunar	Rotação/ Translação
T + So + Lu	Fases lunares	Mês semana	Rotação/ Translação
Pl + So	Dia e noite	Dia planetário	Rotação
So	Manchas	Dia solar	Rotação

Tabela 3

Referências: “T”: Terra; “So”: Sol; “Lu”: Lua; “Pl”: planeta. (Tignarelli et al., 1998, p.61)

Iniciamos a atividade no laboratório, exibindo trechos de um vídeo sobre o Sistema Solar, discutimos sobre as unidades métricas e suas transformações, além de utilizarmos um material impresso do ambiente, trazendo informações sobre o desenvolvimento da atividade e um passatempo (dominó de letras) com os nomes dos planetas.

Na discussão sobre a distância, para introduzir a compreensão das Unidades Astronômicas (UA) de medidas, utilizamos como argumento a cotidianidade dos índios

Tembé que, assim como muitos povos tradicionais da Amazônia e de outras regiões do Brasil, ao se referirem às distâncias, em geral, se utilizam da contagem do tempo, como por exemplo: três dias de canoa, um dia de caminhada. O mesmo esquema de raciocínio é utilizado na compreensão do ano-luz, que é o espaço percorrido pela luz (com velocidade de 300.000 Km/s), no período de um ano.

Em seguida, com as medidas convertidas de Km para metros e centímetros, passamos ao posicionamento dos planetas em um barbante esticado no hall de exposições. Duas equipes são destacadas à medição, a primeira, utilizando uma régua de 50 cm, posiciona os planetas rochosos, a segunda, com uma régua de 1 m, os planetas gasosos. Dois estudantes, um em cada equipe, são destacados para relatar o que aconteceu de significativo no desenvolvimento do trabalho.

Cada planeta é posicionado por um estudante, que fica ao lado desse planeta até o final dessa etapa do trabalho. Ao final, é passada uma mensagem escrita para o estudante que posicionou o planeta Terra. A mensagem diz: “Viemos em Paz”. Essa mensagem deve ser passada pelo estudante aos demais planetas. As dificuldades enfrentadas para a transmissão dessa mensagem serão discutidas ao final do trabalho.

Outra situação é o tempo de deslocamento de uma suposta nave espacial que parte do planeta Terra, em direção aos outros planetas. Aqui, os estudantes podem contar as distâncias em passos e marcar o tempo necessário para que cheguem aos planetas mais próximos ou mais distantes.

Além dos conceitos relativos à astronomia, estaremos discutindo as relações entre grandezas, seja numa mesma grandeza identificando suas oposições: próximo e distante, pequeno e grande, além das relações entre grandezas diferentes: tempo, espaço e velocidade (se o espaço é o mesmo; quando ando mais rápido, chego mais cedo, ou então, se vou mais devagar, chegarei mais tarde e assim por diante). A partir dessa estrutura podemos introduzir os conceitos de relação direta e inversamente proporcionais.

A proporcionalidade entre o tamanho dos planetas e suas relações às suas distâncias, ao sol, nos possibilita discutir outra situação matemática que é a perspectiva. Ao se considerar a posição de um observador, em relação ao fenômeno estudado, ou seja, o ponto de vista do observador, estaremos relativizando a proporção de um planeta em relação aos

outros astros. Questões do tipo: como pode o planeta Júpiter ser tão maior que a Lua, parecer no céu, com um brilho muito pequeno? Daí estaremos discutindo a visão aparente, a ilusão de óptica e extrapolando as ciências exatas, a visão de cada indivíduo e o respeito à sua opinião e a tolerância às diferenças. Como exemplo, para esta última situação, relembramos estudiosos importantes, que no seu tempo, afirmavam verdades depois superadas, como a idéia de que a Terra tinha forma achatada ou que o nosso planeta era o centro do universo.

A visualização das distâncias dos planetas (em escala), estando o mais próximo a menos de 40cm do Sol e o último, distante cerca de 49m, levantou questionamentos, do tipo: onde estaria a estrela mais próxima (sem ser o sol)? Viajando mais rápido que um carros de Fórmula 1, levamos quanto tempo para chegar em Plutão?

Para responder a esses questionamentos, poderíamos nos utilizar de um mapa para saber a distância das cidades mais próximas e a partir daí compor relações de comparação entre as cidades e os sistemas estelares. Na nossa situação de estudo, com o sol posicionado do hall de exposições do Planetário do Pará (Belém), seria uma grande surpresa saber que a estrela mais próxima estaria em uma cidade como Marabá, ou Altamira. Quanto ao tempo de deslocamento, (segunda questão), uma sugestão seria medir o tempo gasto por um aluno para caminhar da posição do planeta Terra até o Planeta Plutão. A partir dessa referência, levantar outros questionamentos: e se ele fosse correndo, de bicicleta, de carro, avião ou de foguete?

Um outro indicativo para debates são as influências do sol sobre os planetas mais próximos e os mais distantes, assim como a percepção de como o sol pode ser visto de cada um desses planetas, variando de uma grande bola incandescente (como na Terra), para um ponto brilhante, visto de Plutão.

Retornando ao laboratório, os estudantes registram suas impressões por meio de desenhos, textos, poesias. A análise desses registros nos levaram às seguintes reflexões: seus entendimentos sobre o Sistema Solar se reduzem à ordem dos planeta, em distância ao sol (ordem de afastamento); os planetas são identificados a partir das suas características mais evidentes: Saturno tem anéis, Júpiter é o maior, a Terra é azul, Marte é vermelho, Mercúrio é o menor e Plutão é o mais distante. Os demais, são representados de forma

aleatória, em tamanho e cor. Esses entendimentos resultam de generalidades trabalhadas, principalmente, pelos livros didáticos e pela mídia.

As descobertas dos alunos das 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> séries que dialogaram no Planetário, não se restringe a essa escolaridade, o que permite ao educador variar argumentos e indagações de acordo com o público interlocutor. Com estudantes do nível médio, ou mesmo do superior, é possível aprofundar alguns tópicos de discussão: quais as condições de sobrevivência do homem em outros locais do Sistema Solar? Que motivos nos impulsionam à conquista do espaço sideral e nos distanciam das necessárias mudanças de atitude relativas à preservação do nosso planeta, a Terra? Essas questões suscitam discussões sobre a nossa própria condição humana.

Outro trabalho que desenvolvemos no Planetário do Pará, também direcionada ao público visitante, escolar e não escolar, é a apresentação eletrônica (multimídia), produzida no programa *Power Point*<sup>17</sup>, quando ainda pertencíamos ao ambiente da Matemática e Tecnologia, relatando nossa viagem à aldeia Teko Haw dos índios Tembé-Tenetebara. Essa multimídia foi exibida no hall de exposições do Planetário, no período de setembro de 2000 a junho de 2001.

A mídia foi concebida no formato de quiosque e teve como foco, apresentar o ambiente onde moram os Tembé, na floresta amazônica, o modo de vida dos indígenas, suas formas de se relacionar com a natureza e de identificar as mudanças sazonais (estações do ano) a partir da observação das constelações.

Buscando ampliar nossos espaços de diálogo e divulgação das interfaces entre astronomia e matemática, voltadas ao ensino–aprendizado da matemática escolar, levamos essa proposta de trabalho para nossa prática docente na Universidade Federal do Pará, no curso de Licenciatura Plena em Matemática.

Compreendendo o Gnômon: implicações geométricas na determinação dos pontos cardeais.

Em julho de 2001, na disciplina Metodologia Específica da Matemática, do curso de Licenciatura Plena em Matemática, no campus da cidade de Altamira, foi construído um Gnômon, visando a introdução de conceitos geométricos.

---

<sup>17</sup> Programa de apresentação multimídia do pacote Office do Windows 98.

Para um melhor aproveitamento didático do tema, o trabalho foi dividido em três momentos: inicialmente com a apresentação do Gnômon, com uma abordagem histórica de sua utilização, tanto na cultura grega como na indígena; no segundo momento, formamos duas equipes que estariam construindo seus aparatos em dois tipos de terreno, uma em terreno horizontal e a outra, em terreno inclinado; após a demarcação das sombras, num momento final, analisamos os resultados de cada equipe, listando os conceitos que podem ser discutidos a partir do desenvolvimento da atividade em ambientes escolares.

Assim como na atividade desenvolvida com os futuros professores de matemática de Altamira, vamos iniciar com a apresentação do gnômon e em seguida, os resultados obtidos com as tarefas de cada equipe.

## O Gnômon

Já na Antigüidade, gregos e romanos utilizavam esse dispositivo para marcar a passagem do tempo, nos dias ensolarados. Conseguiram saber, a partir da sombra da haste projetada no chão, qual a duração dos períodos matutino e vespertino, separados pelo meio dia solar (quando o Sol está sob a linha imaginária do Meridiano Astronômico do Lugar – MAL).

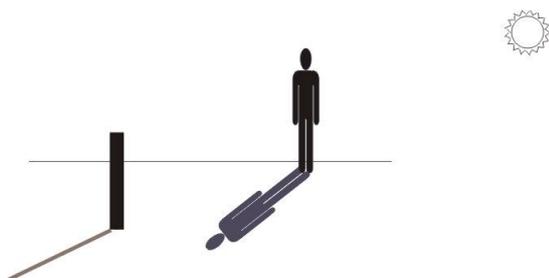


Figura 32

*O gnômon, que consiste em uma haste vertical, feita em geral de madeira ou pedra, deve ser fixado em um terreno bem horizontal e liso. Para que a haste fique o mais ortogonal (90° - noventa graus) possível em relação ao solo, se usa um fio de prumo (figura 32).*

Para que a haste fique o mais ortogonal (90° - noventa graus) possível em relação ao solo, se usa um fio de prumo. O instrumento deve estar em local aberto para que a luz do Sol possa projetar, no chão, a sombra do gnômon pela manhã e pela tarde (Caniato, 1990, p.16-18).



*Os índios Tembé-Tenetahara se utilizam desse instrumento, basicamente para determinar os pontos cardeais e traçar Kwarahy Kami (caminho do sol), conhecido na astronomia científica como Eclíptica, ligando os lados leste e oeste, sob a qual serão construídas a casa do cacique e a casa de orações. Nesse mesmo alinhamento, são enterrados os mortos, obedecendo sempre a disposição de serem colocados com a cabeça para o nascente e os pés poente. De acordo com os mais velhos, os espíritos se levantam com o Sol, para serem por ele conduzidos até onde vivem os bravos e dignos. Este lugar é chamado, pelos índios Guarani, de "Terra Sem Males".*

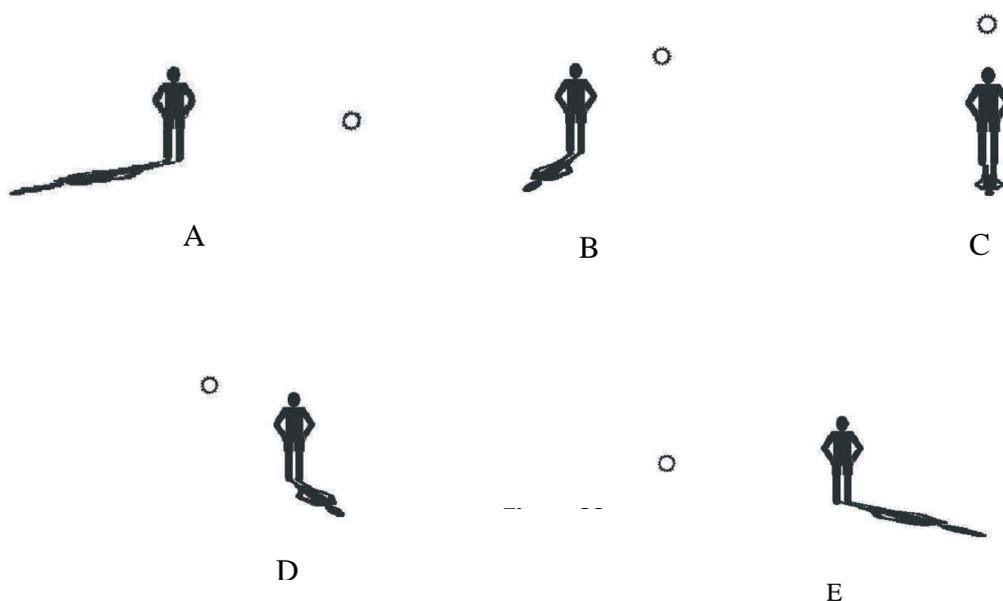
Foto 12 – Fonte: Coord. de Astronomia do Planetário do Pará - O. Barros – junho/1999

Com o auxílio do Gnômon podemos determinar as principais linhas de coordenadas: linha equatorial e linha meridional, além dos pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste).

### Determinação das linhas de coordenada e pontos cardeais

O movimento aparente que o Sol descreve no céu, é chamado de Eclíptica e é conhecido pelos Tembés como “Kwarahy Kamy”. O Sol eleva-se do horizonte leste, pela manhã, até atingir sua altura máxima no meio dia solar. Depois descreve um movimento descendente até que atinge o horizonte oeste.

Pela manhã, a sombra projetada é sempre muito alongada, na direção contrária ao posicionamento do sol (figura 33-A). Na medida em que o sol se eleva no céu, a sombra diminui de tamanho (figura 33-B), atingindo seu tamanho mínimo, ao meio dia solar (figura 33-C), quando isso ocorre dizemos que o Sol passou pelo Meridiano Astronômico do Lugar – MAL . Durante a tarde as sombras descrevem posições e tamanho simetricamente opostos em relação ao período matinal (figura 33-D e figura 33-E).



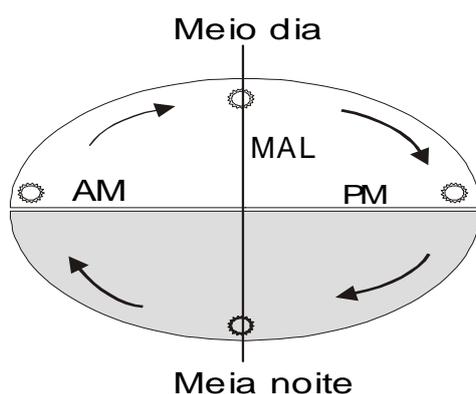
Ao observarmos o deslocamento do sol durante um dia, podemos perceber claramente as relações de simetria entre sua altura aparente e o tamanho da sombra de um objeto (gnômon). Enquanto que a altura, pela manhã, é ascendente, pela tarde é descendente. Isso nos possibilita introduzir discussões sobre: oposição, simetria e proporções direta e inversas. (figura 34).



Figura 34

*Os arcos descritos pelo “movimento” da sombra e do sol, são simétricos entre si, a ascendência do sol e a decrescência do tamanho da sombra da haste. A relação entre esses dois entre, a sombra e o sol, é inversamente proporcional.*

O Meridiano é a linha imaginária que divide o céu visível, em duas partes. O lado



□ Céu diurno  
 ■ Céu noturno

MAL - Meridiano Astronômico do Lugar

*Meridiam* (Anterior ao Meridiano), voltado para o leste é o *Anti-* e o lado voltado para o oeste é o *Pós-Meridian* (Posterior ao Meridiano). Assim, o Sol surge na alvorada próximo às 6:00h AM (seis horas da manhã) e se põe no ocaso, próximo das 18:00h, ou 6:00h PM (seis horas da tarde).

Figura 35

A Eclíptica é a linha imaginária pela qual desfilam o Sol, os Planetas e a Lua, num movimento ascendente, quando antecedem a passagem pelo Meridiano (Anti-Meridian-AM) e descendente, após passarem pelo Meridiano (Pós-Meridian-PM).

Para os Tembé, basta simplesmente observar a sombra, quando o sol está prestes a atingir o meio dia. Nesse instante a sombra deve ser marcada e o ponto de marcação é ligado ao centro da haste. Assim, a linha traçada entre os dois pontos é a linha que liga os pontos cardeais norte e sul, descrevendo a linha imaginária do meridiano do lugar.

### Construindo o Gnômon: experiências de ensino-aprendizado na licenciatura em matemática

A partir dessas informações, os estudantes formaram duas equipes de trabalho. Cada equipe construiu um gnômon, posicionados em terrenos diferentes, para cada situação. Uma das equipes trabalhou em um terreno que apresentava inclinação (foto 13). Sob essa condição o grupo teria dificuldades que implicariam nos registros da sombra projetada pelo aparato (figura 34).



*Podemos perceber a inclinação do terreno pelo posicionamento do estudante da esquerda.*

*Como conclusão, foi percebido que o funcionamento do gnômon estaria comprometido, haja vista que o tamanho das sombras seriam irregulares. Pela manhã as projeções da sombra, na parte alta, seria ligeiramente menores do que as da tarde, na parte mais baixa do terreno.*

Foto 13 – Fonte- Coord. de Astronomia do Planetário do Pará - O. Barros – 06/2001

Assim, mesmo o terreno sendo liso e a haste esteja apumada, não teríamos garantida a simetria dos registros e por conseguinte, a determinação da linha norte-sul, objetivo da atividade.

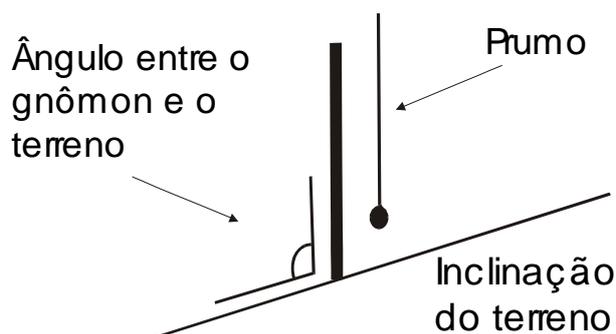


Figura 34

A partir dessa situação é possível introduzir o conceito de projeção de um ponto sobre uma superfície e estudar o ângulo de inclinação entre essa projeção e a superfície na qual o ponto é projetado.



Foto 14 – Fonte: Coord. de Astronomia do Planetário do Pará - O. Barros - junho/2001

A segunda equipe, por sua vez, escolheu a quadra de esportes do campus, considerada pelos estudantes, um terreno sem inclinação, portanto, horizontal (foto 14). Nessa busca pelo espaço mais adequado, os estudantes já exercitavam a diferenciação entre plano horizontal e plano inclinado, a partir do simples reconhecimento visual, sem a necessidade de instrumentos específicos como o nível.

Com a ajuda de um fio de prumo (figura 34), fixaram com facilidade o gnômon e passaram a registrar as variação de tamanho da sombra ao longo da manhã (foto 8).

*O paralelismo entre a sombra da haste e o fio de prumo é um dos fatores que garantem a ortogonalidade do Gnômon, em relação ao plano horizontal, o outro fator é o posicionamento da haste em relação ao fio esticado pela massa (pedra amarrada ao fio).*



Foto O. Barros – julho/2001

Foto 8

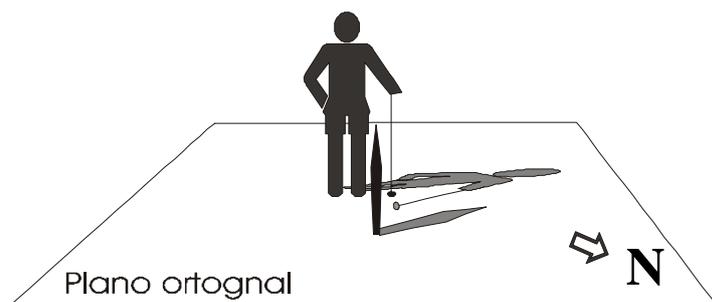


Figura 35

**Com base nos estudos de Caniato (1990), sobre os registros do deslocamento aparente do sol, no decorrer do dia, a partir dos registros da sombra do gnômon, construímos um modelo desse deslocamento, usado para a determinação do Meridiano Astronômico do Lugar (MAL) e a identificação de Kahary Kamy (o caminho do Sol).**

### **Analizando a sombra do gnômon**

Iniciamos a análise dos resultados, pelo trabalho da equipe que fixou o gnômon, na quadra de esportes. Foram feitos três registros no anti-meridian e seus simétricos no pós-meridian. Nesse momento de marcação das sombras, os estudantes discutiam sobre quais os conceitos matemáticos que poderiam ser trabalhados com a experiência. Assim, foram pontuados os seguintes tópicos de estudos:

- ◆ *Noção de circunferência:* com o registro da primeira sombra, pela manhã, a necessidade de marcar uma circunferência, trouxe a tona o reconhecimento dos elementos que compõem essa figura: a sombra é o raio, e o centro da circunferência é o local onde se encontra fixa a haste (gnômon).

A marcação da circunferência, representa o deslocamento da extremidade da sombra por todo o entorno do centro, ou do Gnômon. Com a proximidade do meio dia, outras marcações produzem circunferências menores, mas com o mesmo centro e que por isso, os pontos de encontro da sombra com as circunferências, depois do meio dia, determinam aberturas angulares iguais (figura 36).

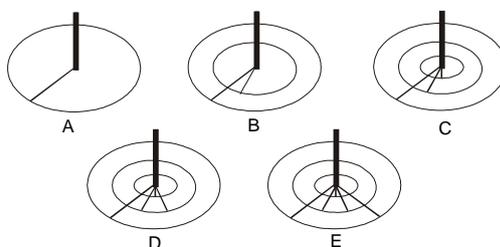


Figura 36

Na sequência de registro das sombras A e B são anotadas pela manhã (anti-meridiam), C corresponde ao momento em que o sol ultrapassa a linha meridional (meio dia solar), D e E são os registros simétricos das anotações da manhã (pós-meridiam).

- ◆ **Definição da Bissetriz:** Semi-reta interna de um ângulo, com a origem em seu vértice, e que divide em dois ângulos adjacentes e congruentes (Gonçalves Júnior, 1991, p. 29). A partir do reconhecimento e da determinação da bissetriz é possível desenvolver operações com os valores correspondentes às aberturas angulares.

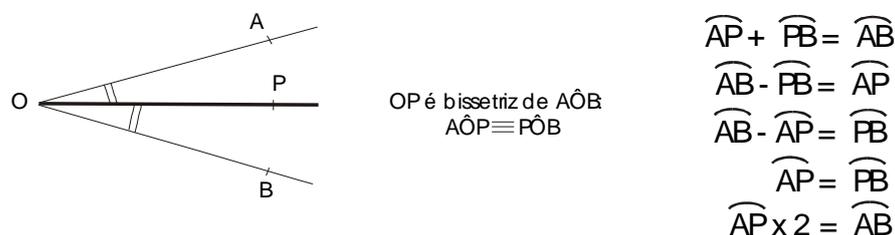


Figura 37

*Sabendo-se que cada parte da abertura pode ser reunida, teremos:*

**Observando a sequência a seguir, podemos compreender o processo de determinação das bissetrizes de cada abertura angular, que se encontram coincidentes sobre a mesma reta suporte.**

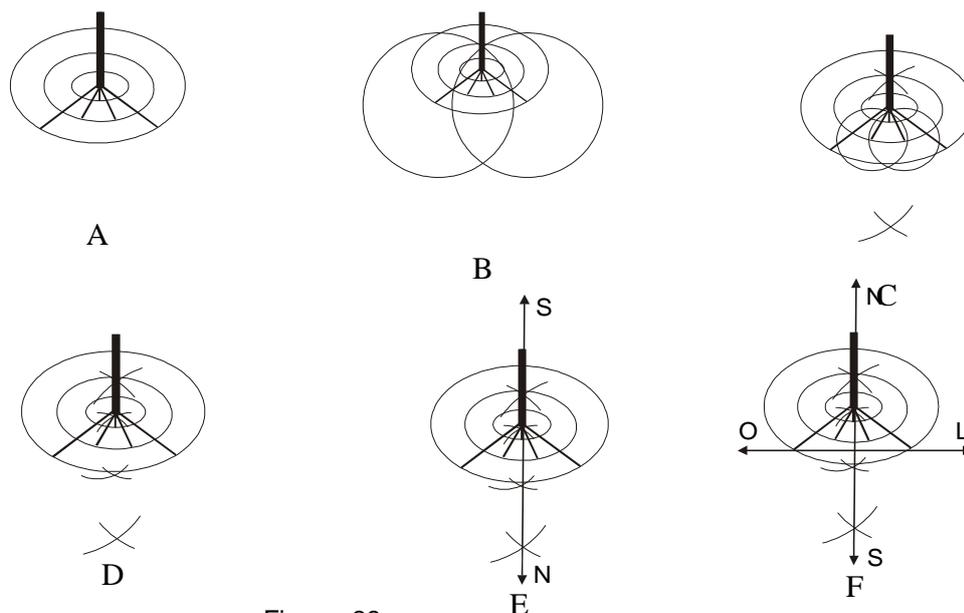


Figura. 38

*A sequência da figura 38 nos dá uma visão da utilização do compasso e da aplicação do conceito de circunferência.*

Nas figuras B e C os pontos coincidentes das circunferências geradas a partir da extremidade de cada raio (tamanho da sombra), revelam o posicionamento de pontos sobre uma reta (figuras D e E). A partir dessa situação, podem ser realizados inúmeros exercícios de desenho geométrico (desenho técnico).

- ◆ *A linha meridional como suporte das bissetrizes:* O uso do compasso, nesse processo é fundamental. Com a linha meridional determinada, é possível, por métodos de desenho técnico/geométrico, traçar a linha equatorial, ou leste-oeste, que é ortogonal à meridional.

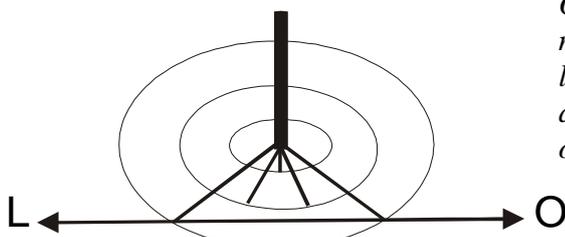
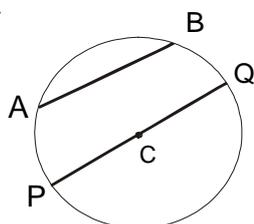


Figura 39

*Os Tembê-Tenetebara usam outro método, mais simples para marcar a linha meridional, muito semelhante ao método de cordas, da matemática ocidental.*

- ◆ *Introdução do conceito de corda:* Segundo Gonçalves Júnior (1991, p.90), a corda de uma circunferência é um segmento cujas extremidades são pontos da circunferência.



AB e PQ são cordas  
A corda que passa pelo centro é chamada diâmetro.  
PQ é diâmetro.

Figura 40

*O corte de corda é muito utilizado na óptica para a construção de lentes convexas.*

- ◆ *O uso de instrumentos e conceitos matemáticos:* O compasso, na sua forma mais primitiva (barbante com uma das extremidades centrada em um ponto e a

outra se deslocando para formar circunferências) pode ser usado para o reconhecimento do processo histórico de construção do conhecimento matemático e a aplicação de tecnologias (régua, esquadro, entre outros) para este fim. Além dos conceitos matemáticos, outros temas para discussão, referem-se às técnicas e tecnologias utilizadas para a realização de um determinado trabalho, possibilitando um resgate histórico dos instrumentos de orientação, como: a bússola, o sextante, oitante, as cartas celestes e marítimas e mais atualmente, o GPS (sinal gerado por satélite).

Sabendo onde estão localizadas as linhas meridional e equatorial, podemos indicar no horizonte os pontos cardeais, que dividem, por sua vez, o horizonte em quadrantes: Noroeste – entre o norte e o oeste; Sudoeste – entre o sul e o oeste; Sudeste –entre o sul e o leste e Nordeste – entre o norte e o leste. Esses quadrantes podem ainda ser subdivididos formando oitantes. Esse processo resulta na construção de uma legenda de orientação chamada Rosa dos Ventos, que deve estar presente em todo e qualquer mapa ou planta baixa, pois sem ele não é possível saber qual o posicionamento em relação aos pontos cardeais.

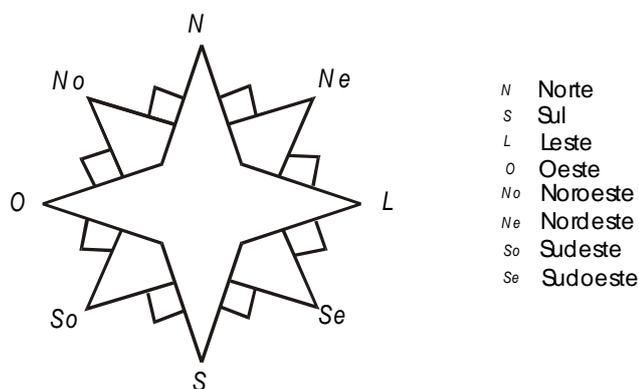
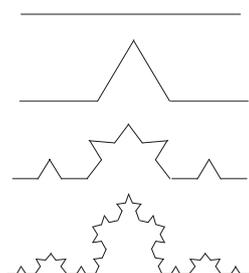


Fig. 40

Um belo estudo da história da Bússola e da Rosa dos Ventos pode ser encontrada no livro *Bússola. A invenção que mudou o mundo*, do grego Amir D. Aczel (Zahar, 2002).

- ♦ **Introdução aos Fractais: ao estudarmos a construção da Rosa dos Ventos, é possível introduzir conceitos matemáticos mais recentes como os Fractais. Uma boa referência de aplicação dos fractais ao contexto da sala de aula, pode ser encontrado no livro Descobrendo a geometria dos Fractais – para a sala de aula, de Ruy Madsen Barbosa (Belo Horizonte, Autêntica, 2002).**



#### **Ilhas de Koch**

*Iniciando um polígono regular e construindo sobre cada lado da curva de Koch, teremos o que se chama Ilha de Koch. Merece especial atenção a figura obtida a partir do triângulo equilátero, que aparenta um floco de neve, uma formação cristalina, daí ser denominado “Floco de Neve” (Barbosa, 2002, p.39).*

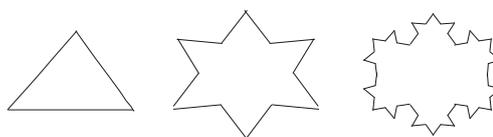


Figura 41

#### **Aprendendo com nossos erros**

A equipe que estudava o gnômon fixado em um terreno inclinado, enquanto realizava a tarefa de fixação da haste, discutiu a possibilidade de não dar continuidade à tarefa, optando por pontuar quais as dificuldades que não permitiriam a boa realização da demarcação da linha meridional.

O primeiro ponto de discussão foi a inclinação do terreno, que não permitiria a uniformidade dos registros das projeções de sombra do gnômon. As circunferências construídas obedecem às relações entre a sombra da haste projetada no terreno e o deslocamento aparente do sol (haja vista que deveriam ser construídas circunferências a partir das sombras e a inclinação do terreno, em relação à linha do deslocamento do sol (figura 42). Pela manhã, o sol (ponto A) projeta uma sombra, que a partir do seu tamanho, é

marcada a 1ª circunferência. Contudo, para que a sombra alcance a borda dessa circunferência, pela tarde, o sol na posição B, não se encontraria no ponto de simetria (ponto C), o que ocasionará erros na determinação das aberturas angulares e consequentemente, a marcação incorreta da linha meridional.

A partir da análise da situação, podemos introduzir o conceito de projeção de um ponto sobre uma superfície qualquer, conceituando também as medidas angulares: ortogonal (ângulo reto), acutângulo (menor que ângulo reto) e obtusângulo (maior que o ângulo reto) (figura 43).

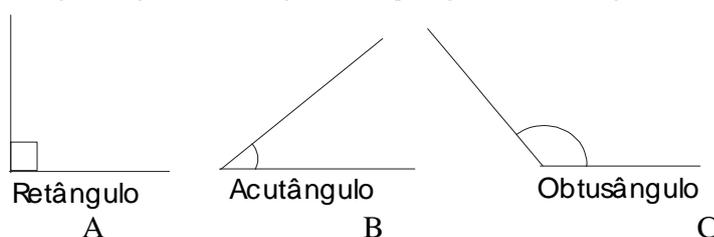


Figura 43

A compreensão do conceito de projeção se dá a partir do entendimento das forças físicas que atuam sobre o fio de prumo: Força peso (massa e aceleração da gravidade). O fio, esticado na direção da superfície do terreno, devido a ação da gravidade sobre o lastro (corpo preso na extremidade do fio), representa a projeção de um ponto sobre essa superfície. Em superfície plana, teremos a projeção em um ângulo reto (retângulo) (figura 44-A), para terrenos inclinados a incidência da projeção pode ser interpretada de duas maneiras: Acutângular em relação ao ponto mais alto do terreno ou Obtusângular, em relação ao ponto mais baixo (figura 44-B).

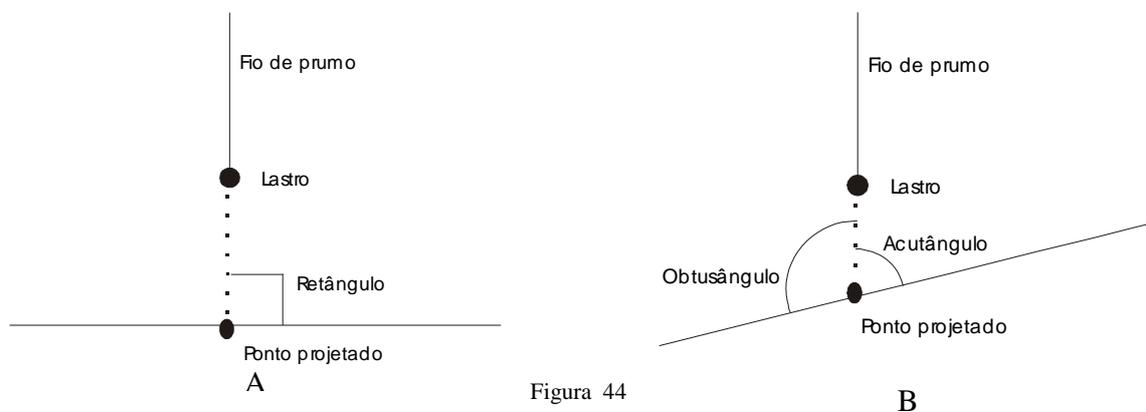


Figura 44

*A força peso que atua sobre a massa do fio de prumo forma um ângulo de incidência com a superfície, significadamente matematicamente pela projeção de um ponto em uma superfície qualquer. Essa projeção não significa, necessariamente, uma incidência ortogonal.*

Nessa mesma situação, iniciamos a discussão sobre paralelismo, haja vista que a função do prumo, que é a de aferir a posição ortogonal da haste, só pode ser cumprida a partir do paralelismo das sombras desses dois instrumentos (figura 45).

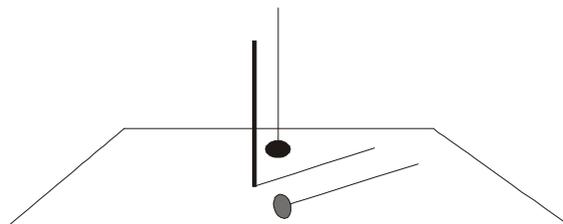


Figura 45

Na perspectiva de discutir os motivos que dificultaram a realização de uma tarefa, como foi feito pela equipe que trabalhou com o gnômon no terreno inclinado, é possível, também, fazer um resgate histórico dos processos de construção de instrumentos e técnicas, a partir do método a descoberta, valorizando o processo de tentativa e erro, que fazer parte da história da própria ciência. Descobrir, por exemplo, que a tecnologia, tão presente em nosso cotidiano, não resulta de uma ação natural, nem tampouco divina, mas do espírito investigativo e da necessidade de superação das adversidades encontradas pela humanidade no seu caminho de luta pela melhoria da qualidade de vida.

No aprofundamento do estudo dos planos inclinados e horizontais, uma possibilidade é a discussão sobre a necessidade de horizontalizar os espaços, cujos terrenos apresentam inclinações, seja pelo uso de palafitas (figura 46-A) ou pela retirada de excedentes (figura 46-B).

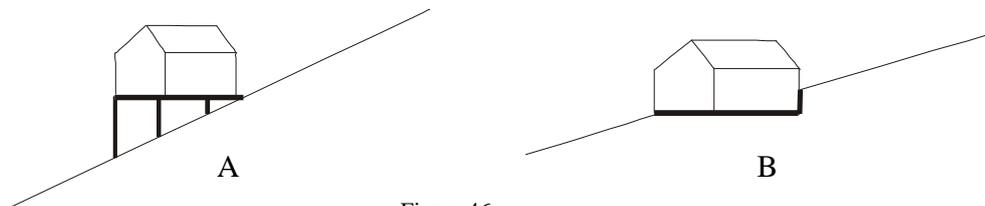


Figura 46

Nesse processo de descobertas, podem-se, também, discutir questões referentes à especulação imobiliária e a ocupação de morros nas grandes cidades, caracterizada pela densidade demográfica que ocasiona o aparecimento de favelas, onde são comuns as construções em planos inclinados.

## A observação do céu e as dificuldades de aprender matemática

A partir da nossa experiência no campus de Altamira, buscamos novas formas de diálogos com os graduando do curso de matemática do campus de Bragança. Nosso objetivo era sensibilizar aqueles futuros professores quanto as dificuldades enfrentadas pelos estudantes quando estudam matemática. Para tanto, organizamos uma aula-passeio à praia de Ajuruteua, cerca de 20 km do município, para observarmos o céu noturno, sem a interferência das luzes da cidade.

Iniciamos nossa conversa por levantar os conhecimentos que os futuros professores tinham sobre as constelações e suas relações com os sistemas de orientação, já que aquela é uma região conhecida pela destreza de seus pescadores. A maioria só ouviu falar de algumas constelações ou de algumas estrelas especificamente, como: Cruzeiro do Sul, as Três Marias, a Estrela D'Alva. Quando perguntamos se alguma dessas poderia ser vista no céu naquele momento, nenhum deles conseguiu identificá-las no céu estrelado. O trabalho se deu num clima de descobertas que denominamos de alfabetização sobre o céu, fazendo alusão ao próprio aprendizado da matemática.

Um retrato dessa situação de descobertas é a fala do Sr. Roberto Tavares (graduando de Matemática, com experiência de 9 anos de magistério): "eu pensei que tudo isso era uma coisa só, mas é diferente".

Após a observação do céu, na sala de aula, discutimos quais os conteúdos que poderiam ser trabalhados em sala de aula. Assim, foram apresentadas as seguintes propostas:

- ◆ Estudos das linhas, retas e segmentos, a partir da formações estelares (constelações): resgatando a brincadeira de ligar os pontos para formar uma figura, os estudantes oportunizam o reconhecimento das diferentes formas de representação de um linha: reta, curva, pontilhada, traço-ponto, entre outras classificações. Além desse reconhecimento, eles podem criar suas próprias constelações e para justificá-las, produzir textos que contem uma história sobre o desenho (mitologia), além de relacioná-lo com uma funcionalidade cotidiana. Outra representação/aplicação das linhas e retas é a descrição de estradas, linhas ferroviárias ou rotas de aeronaves e curso dos rios, descritos nos mapas.

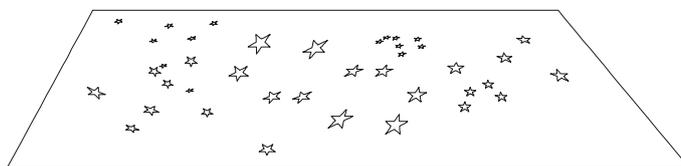


Figura 47

*Desenhadas no chão, de forma aleatória, as estrelas começaram a representar objetos ou animais, extraídos da imaginação dos estudantes, que posteriormente estarão construindo um contexto “mitológico” que os justifiquem. O texto produzido e a organização do contexto, revelam o olhar dos estudantes sobre o mundo em que vivem.*

A atividade pode ser desenvolvida em uma quadra de esportes ou no chão da sala de aula. Todos desenham estrelas aleatoriamente, sem a preocupação com formas, tamanhos e cores. A seguir, formam figuras, ligando as estrelas e buscam significados que subsidiarão suas produções escritas. Nessa atividade, os estudantes estarão experimentando outras formas de manifestação do conhecimento matemático, tais como: a perspectiva e as relações entre signos e significados. Essa perspectiva reforça nossos argumentos que visam modificar a visão que se tem sobre a matemática, superando a idéia de ser a “ciência dos números”, para ser uma linguagem ou a ciência das relações.

- ◆ Compreendendo o Plano Cartesiano, a partir do Azimute e da Altura: A leitura de valores e suas relações em gráfico ou tabela, é um grande desafio para a grande maioria dos estudantes, haja vista que não temos o habito da leitura dessas representações matemáticas. Utilizando os conceitos de Azimute e Altura, que estão relacionados ao sistema chamado *Horizontal* ou *local* (figura 48), no qual o azimute é contado a partir do ponto cardeal sul, no horizonte, formando um ângulo no horizonte, enquanto que a altura é a linha descrita a partir do horizonte até o posicionamento do astro, no céu (Caniato, 1990, p.24).

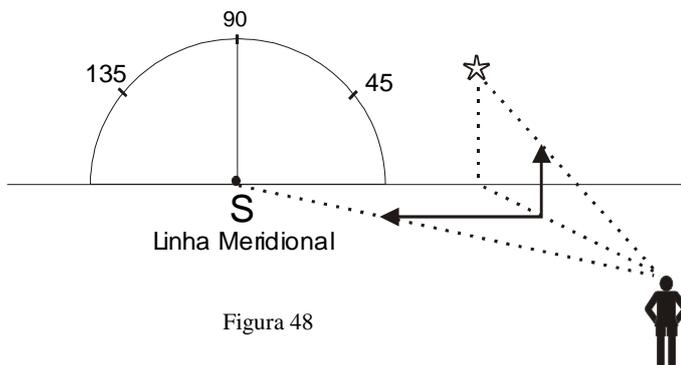
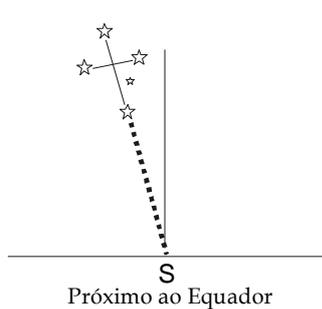


Figura 48

*A abobada celeste descreve um movimento aparente de leste para oeste, o que faz com que nos lugares próximos aos pólos celestes, os*

Uma maneira muito simples de determinar a latitude de um lugar é a partir do cruzeiro do sul. O prolongamento da linha imaginária que representa o eixo maior da cruz, até atingir o horizonte, partindo de Rubídea para Magalhães, identifica o local exato do ponto cardeal sul.

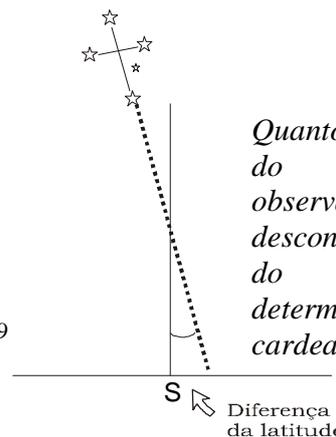
Essa é uma situação que só é possível nos locais que encontram-se próximos a linha imaginário do Equador (figura 49-A), como é o caso da região onde moram os Tembé. Para outras latitudes, no hemisfério sul, devemos descontar a diferença da latitude (figura 49-B).



A

*Nas regiões próximas ao equador, basta prolongar o eixo maior da cruz até o horizonte.*

Figura 49



*Quanto mais distante do equador, o observador deve descontar a latitude do lugar para determinar o ponto cardeal sul.*

B

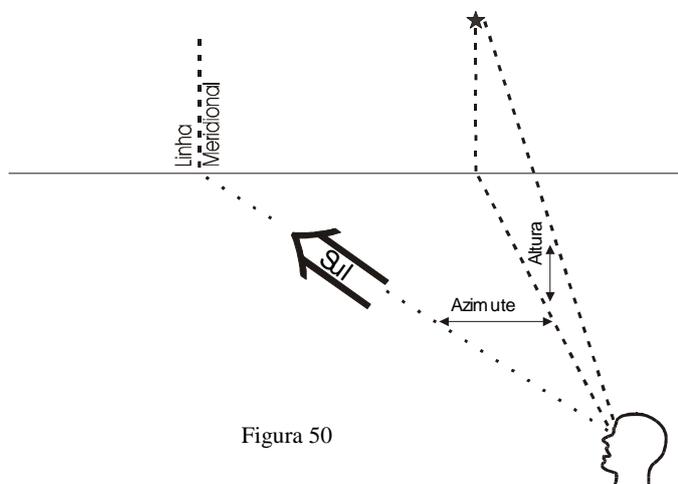
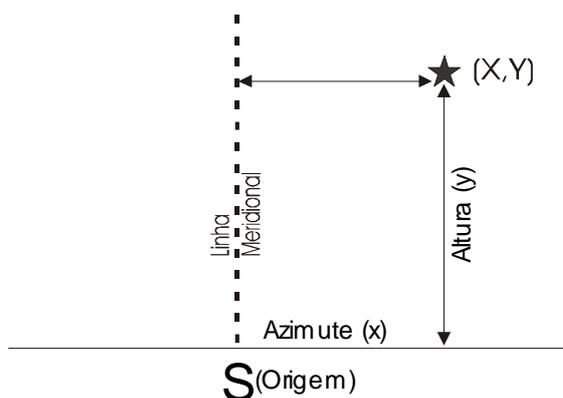


Figura 50

*O azimute é a distância medida a partir da projeção do objeto estudado, sob a linha do horizonte, até o ponto cardeal sul (no horizonte).*

“Todos os pontos que estão sobre o plano do horizonte têm  $0^\circ$  de *altura*. Assim, os astros, ao nascerem (horizonte leste) e ao desaparecerem (horizonte oeste), têm  $0^\circ$  de altura. O *zênite* (ponto mais alto sobre a cabeça do observador) tem  $90^\circ$  de *altura*” (Caniato, 1990)



*Nas relações desses referenciais com o Plano Cartesiano, podemos estabelecer o posicionamento do astro a ser observado, de acordo com as coordenadas de abscissa (x) e ordenada (y). Essas coordenadas são determinadas a partir de unidades numéricas simples.*

Figura 51

Para se determinar o azimute (abscissa) e a altura (ordenada), utiliza-se o grau, que nos possibilita resgatar os instrumentos e técnicas utilizadas para este fim, como o sextante, o oitante, o transferidor e as medidas feitas com as mãos, como nos mostra Vieira (1996) em seu livro *Identificação do Céu*: “Utilizando somente os braços esticados e as mãos (figura 52), pode-se fazer estimativas dos ângulos entre os astros. Por exemplo: o palmo equivale a 20 graus, a chave a 15, três dedos médios colocados lado a lado a  $5^\circ$  (cinco graus), etc” (1996, p.104-105).

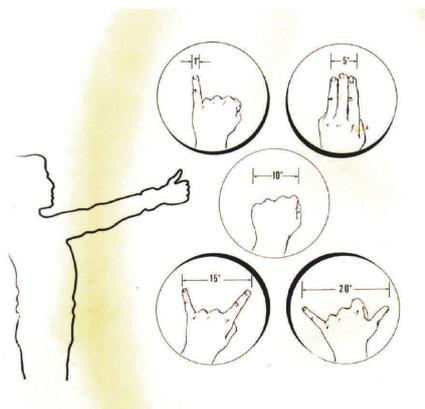


Figura 52

### *Um modelo dos movimentos aparentes do sol*

A Modelagem, assim como a Etnomatemática é uma das tendências do movimento da Educação Matemática, que centra-se, essencialmente na pluralidade e interdisciplinaridade, constituindo-se de pesquisas e trabalhos dos mais diferentes tipos, tendo como preocupação as possíveis contribuições que podem ser dadas pela Matemática

na formação integral do cidadão (Mendes e Fossa, 1988, p.11). Porém, o Modelo Matemático, que segundo Rodney Carlos Bassanezi (2002, p. 20), “é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”, no nosso entendimento, não se restringe a aplicação de algoritmos para descrever situações cotidianas, a construção de maquetes também é uma situação matemática, que quando utilizado como recurso metodológico é acessível: pela necessidade de serem levantados os conteúdos significativos à sua construção e por despertar grande interesse nos estudantes de todos os níveis do ensino.

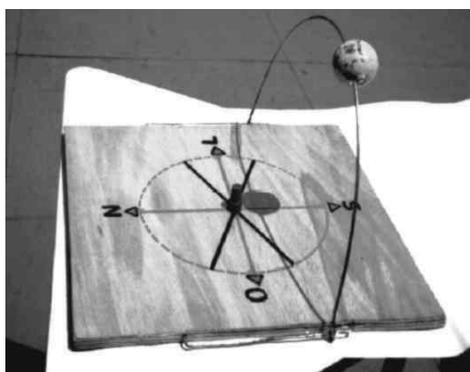


Foto 9 – Fonte: Coord. de Astronomia do Planetário do Pará - O. Barro – novembro / 2003

*O modelo dos movimentos aparentes do sol, é uma adaptação feita no Planetário do Pará, do material usado pelo professor João Batista Garcia Canalle (Oficina de Astronomia. Rio de Janeiro, instituto de Física, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Mimeografado. 1996). Este material foi utilizado inicialmente no projeto PLANETÁRIO SESC, do SESC CIÊNCIA, em março de 2003.*

Utilizamos esse modelo para trabalhar com estudantes do curso de Matemática (UFPA), na disciplina Prática Docente, do curso de matemática do campus de Belém, num primeiro momento, no Planetário do Pará e depois, no Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico (NPADC), considerando as relações entre a cultura Tembétenehara e os conhecimentos científicos sobre os fenômenos naturais. Além de trabalharmos com o modelo dos movimentos aparentes do sol, também apresentamos aos estudantes a réplica de um gnômon que auxilia na determinação dos períodos sazonais.

A partir das nossas explicações sobre o funcionamento do aparelho, discutimos alguns conceitos matemáticos que podem ser discutidos em aulas de matemática, tais como: ascendência e descendência, para descrever o movimento do sol; esfera e semi-esfera, explicando a abóbada celeste e o céu visível ao observador, entre outros.

### Atividades do NPADC

Os estudos da Astronomia continuaram no Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico (NPADC), na UFPA, quando foram levantadas algumas questões referentes à construção de conceitos matemáticos. A primeira questão tratava da orientação em relação aos pontos cardeais.

- ◆ perguntamos se todos reconheciam o lado leste, para onde o sol aparece pela manhã. Percebemos que os estudantes, na sua totalidade, identificavam com facilidade o lado do nascente (foto 12).



Foto 12 – Fonte: Coord. de Astronomia do Planetário - O . Barro – novembro / 2003

Os alunos afirmaram saber qual o lado leste (para onde o sol surge pela manhã) devido serem estudantes do horário da manhã. Quando perguntamos se os alunos dos outros turnos poderiam identificar o leste, responderam que os da tarde (vespertino), provavelmente, mas o do horário noturno, dificilmente, pois não teriam o sol como referência.

A partir dos estudos feitos no Planetário sobre o uso do gnômon, levantamos nosso segundo questionamento: que estratégias matemáticas podemos elaborar para fixarmos o gnômon e assim utilizá-lo à determinação das linhas de orientação: linha meridional e linha equatorial.

Assim, formaram-se quatro equipes com o propósito de elaborar soluções para a fixação ortogonal da haste do gnômon em relação ao solo. Poderiam ser utilizados todos os instrumentos ou técnicas disponíveis aos grupos. Seria possível, então, observar como os

estudantes do curso de licenciatura plena em matemática montam suas estratégias de intervenção matemática na realidade.



Foto 13 – Fonte: Cood. de Astronomia do Planetário do Pará  
O . Barro – novembro / 2003

#### *Proposta 1: A pirâmide de base quadrada*

O primeiro grupo procurou garantir a ortogonalidade da haste do gnômon, a partir das relações de simetria entre triângulos retângulos. Primeiramente trabalharam em um terreno irregular (levemente inclinado) (foto 14), mas logo perceberam que a simetria dos triângulos fariam com que a haste também ficasse inclinada (foto 15).



Foto 14 - Fonte: Cood. de Astronomia do Planetário do Pará  
O . Barro – novembro / 2003

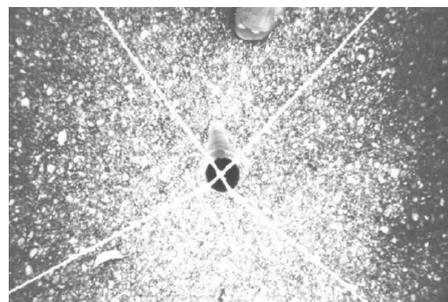


Foto 15 – Fonte: Fonte: Cood. de  
Astronomia do Planetário do Pará O . Barro –  
novembro / 2003

A irregularidade do terreno foi considerada e a equipe decidiu se transferir para outra superfície mais “horizontal”. Após decidirem pela troca de terreno, finalizaram a proposta a partir da simetria de quatro triângulos retângulos, formando uma pirâmide com base quadrada (foto 16).



Foto 16 - Fonte: Cood. de Astronomia do Planetário



(visão superior do modelo)

Foto 17 - Fonte: Cood. de Astronomia do Planetário do Pará - O. Barro – novembro / 2003

O princípio que rege cada um dos triângulos é o Teorema de Pitágoras e as relações entre os triângulos se dá a partir da altura comum (gnômon), como centro da simetria dos triângulos, cujos lados adjacentes, ou bases dos triângulos formam quadrantes que lembram o eixo cartesiano (foto 17).

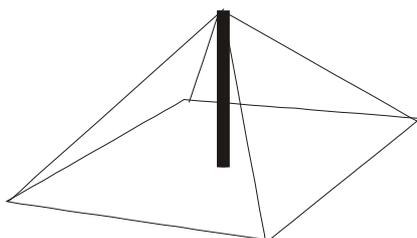


Figura 53

A estrutura escolhida pelo grupo assemelha-se a uma pirâmide de base quadrado, como as do antigo Egito (figura 53).

*Internamente, são formados ângulos ortogonais, à haste, opostos e adjacentes entre si, garantindo, assim, a ortogonoalidade da haste (figura 54)*

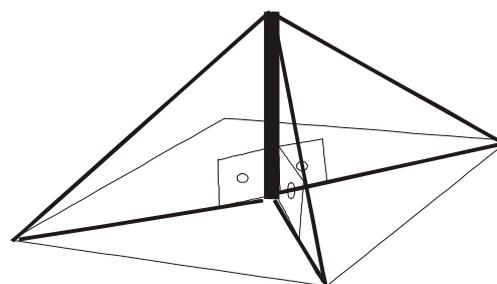


Figura 54

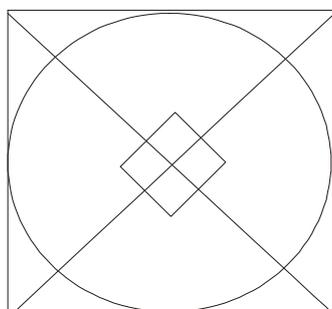


Figura 55

*A partir da observação superior da estrutura (foto 17), podemos inscrever uma circunferência à base da pirâmide (figura 55), o que seria muito útil na introdução aos estudos da trigonometria.*

**Proposta 2: Usando o ângulo reto de pedreiro**

O segundo grupo decidiu trabalhar com um dos instrumentos utilizados pelos pedreiros pra determinar um ângulo reto, o esquadro (foto 18), supondo, assim, chegar facilmente à solução do problema, sem contudo considerar outros fatores pertinentes à situação, tais como: a irregularidade do terreno ou erros de aferição do instrumento.

É muito comum a situação de conferirmos total confiança aos instrumentos de medição (régua, fitas métricas, balanças, calculadoras, caixas de super mercado, entre outros), acreditando que a imparcialidade que representam seja necessária e suficiente à solução de qualquer impasse. Essa “confiança” resulta da credibilidade dispensada à própria ciência moderna que se caracteriza pela imparcialidade nos estudos dos fatos e pela objetividade matemática no processo de quantificação dos dados referentes aos fatos em estudo.



Foto 18 - Fonte: Cood. de Astronomia do Planetário O . Barro – novembro / 2003

### Proposta 3: usando a unidade métrica e o triângulo 3,4,5.

Partindo da unidade métrica, representada por um tala de 20 cm (fotos 20 e 21), o terceiro grupo decidiu usar o princípio do teorema de Pitágoras, a partir da representação do triângulo: três, quatro, cinco (cateto oposto, cateto adjacente e hipotenusa) (figura 56). Os estudantes nos lembraram que este é o esquema utilizado pelos pedreiros, quando precisam erguer uma sala, cujas paredes formam ângulos retos entre si.



*A partir da unidade de medida representada pelo graveto, são distribuídas três unidades no cateto menor, quatro no cateto maior e cinco na hipotenusa, formando o triângulo três quatro cinco (triângulo retângulo ou Pitagórico).*

Foto 20 - Fonte: Cood. de Astronomia do Planetário O . Barro – novembro / 2003

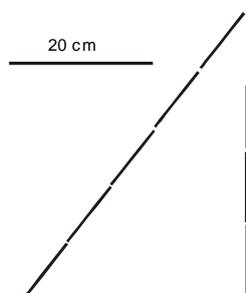


Fig. 56

Foto 22 - Fonte: Cood. de Astronomia do Planetário  
O . Barro – novembro / 2003Foto 23 - Fonte: Cood. de Astronomia do Planetário  
O . Barro – novembro / 2003

#### *Proposta 4: Usando o fio de prumo de pedreiro*

Assim como a segunda equipe, essa também se utilizou de um instrumento consagrado, o fio de prumo de pedreiro, usado para nivelar paredes em construção. Nessa proposta foram considerados vários fatores que poderiam favorecer ou dificultar a tarefa.

A primeira constatação foi a de que a utilização do prumo, como é feita na construção civil. Como exemplo, utilizaram um poste de iluminação pública para demonstrar que as irregularidade do objeto, no caso o gnômon, poderiam influenciar na aferição do aparato (foto 24).



Foto 24 - Fonte: Cood. de Astronomia do Planetário O . Barro – novembro / 2003

*Nessa situação, o poste não poderia ser tomado como referência de medição da ortogonalidade, mesmo com o uso do prumo, devido sua estrutura ser próxima de um trapézio (fig. 57).*

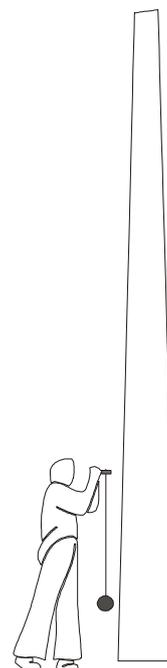


Figura 57



Foto 25 - Fonte: Cood. de Astronomia do Planetário O . Barro – novembro / 2003

*Quando foi proposto que uma pessoa fosse o gnômon (foto 25), percebeu-se o mesmo tipo de problema, haja vista que, o paralelismo entre a sombra do fio de prumo e a sombra da pessoa, não é fácil de ser determinado, devido a falta de um parâmetro de comparação entre as duas sombras. Onde seria a linha do corpo, no seu centro e como determiná-lo?*

Após a apresentação das propostas e argumentos de cada grupo, retornamos à sala de aula para discutir quais fatores que influenciaram na elaboração das estratégias e os conteúdos/conceitos que poderiam ser discutidos/introduzidos nas aulas de matemática.

Assim, foi percebido que dominar os conteúdos não é o suficiente para uma boa aplicação do conhecimento matemático à situações reais, haja vista que nas salas de aula, em geral, as aplicações se restringem à situações ideais, nas quais muitos fatores são desconsiderados, em prol do sucesso da resolução do problema.

Essa situação foi percebida na proposta do grupo quatro, quando tentaram estabelecer o paralelismo entre o poste e o fio de prumo, assim como a pessoa e o fio. As características (forma) do poste e da pessoa são fatores influentes na realização ou não da atividade.

Outro fator é a utilização de instrumentos consagrados, como no caso dos grupos dois e quatro, respectivamente com o triângulo retângulo (esquadro) e o fio de prumo. Nessas situações o usuário tende, necessariamente, a crer que a aferição do instrumento é determinante para que as medições sejam corretas. Caso contrário, mesmo durante a realização de atividades práticas, estaremos trabalhando com situações hipotéticas, já que não será necessário conferir os dados obtidos por meios de outros instrumentos, como no caso do grupo dois, que simplesmente aceitou a situação ideal de posicionamento do esquadro em relação solo.

A unidade métrica, exercitada pelo grupo três proporcionou uma visão diferenciada do triângulo retângulo, sem contudo, desprezar suas relações métricas e o teorema de Pitágoras. Nessa mesma perspectiva, analisamos a proposta do grupo um que também utilizou conceitos referentes ao triângulo montaram uma estrutura piramidal de base quadrada.

A partir das situações experimentadas, os estudantes do curso de matemática, futuros professores, oportunizaram a aplicação dos seus conhecimentos matemáticos, dando outras dimensões ao rigor matemático, priorizando o significado resultante das

soluções dos problemas. Nessa perspectiva de ressignificação e diálogo, e leitura intercultural, foram orientados três monografias (Trabalhos de Conclusão de Curso-TCC), cujos temas tratam: dos movimentos aparentes do Cruzeiro do Sul e a construção de um calendário dos períodos sazonais, visando introduzir o estudo do produto cartesiano; o segundo, determinando as coordenadas geográficas de latitude e longitude (fusos horários) e as relações trigonométricas e o terceiro, partindo do uso do Gnômon, para introduzir a divisão espacial em quadrantes e os estudos sobre a esfera.

A construção/orientação desses Trabalhos de Conclusão de Curso, assim como as experiências no Planetário do Pará e nos campi da UFPA, foram determinantes para que pudéssemos melhor compreender que uma das principais barreiras que distanciam os estudantes dos conteúdos matemáticos, refere-se aos critérios disciplinares muito rígidos, aplicados ao estudo dessa ciência. Esse fator impossibilita, também, que professores e estudantes encontrem estratégias diferenciadas de ensino-aprendizado. Porém, entendemos que não basta uma renovação metodológica, torna-se cada vez mais necessário compreendermos que

[e]nsinar é um ato coletivo: pode-se ensinar a um grande número de pessoas presentes numa aula ou numa conferência, etc. Quem ensina procura transmitir informações que julga relevantes, organizadas do modo que lhe parece mais razoável, para que seus ouvintes aprendam algo que deseja transmitir.

Aprender é um ato individual: cada um aprende segundo seu próprio metabolismo intelectual. A aprendizagem não se processa paralelamente ao ensino. O que é importante para quem ensina pode não parecer tão importante para quem aprende. A ordem da aprendizagem é criada pelo indivíduo, de acordo com sua história de vida e, raramente, acompanha passo a passo a ordem do ensino. (CAGLIARI, 1999,p.36).

O conhecimento matemático, sob uma nova óptica do ensinar e do aprender, reflete as relações sistêmicas entre homem e meio, em suas múltiplas possibilidades: extrativista, de mutualidade, auto-sustentável entre outras, e nas relações intra-interpessoais,

proporciona, também, diferentes leituras e interpretações dos fenômenos naturais, seja pelo uso de técnicas e/ou tecnologia específicas, ou pela introdução/desenvolvimento de códigos de linguagem e seus processos de codificação.

O empenho desses futuros professores na busca da compreensão dos processos de construção de soluções matemáticas, promoveu reflexões sobre as limitações de educandos e educadores, sensibilizando-os quanto às necessidades de considerar suas crenças, suas incertezas e suas formas singulares de ver o mundo e de interferir na realidade.

### Considerações Finais

Iniciamos este trabalho levantando alguns questionamentos, que no decorrer desse estudo, procuramos responder sem o compromisso com verdades ou certezas, mas para levantar outros questionamentos e vislumbrar novos horizontes para o ensino da Matemática. Assim, caminhamos por espaços escolares e não escolares, dialogando com diferentes sujeitos e suas identidades culturais, observamos suas maneiras de matematizar o mundo em que vivem.

Em nossas caminhadas e diálogos compreendemos que a cultura é fator preponderante no processo de ensino aprendizagem de todas as áreas do conhecimento e que não há espaços pré-determinados, nem tampouco conteúdos específicos que assumam para si a responsabilidade da formação cognitiva ou político-cultural do cidadão, ou mesmo que garantam a cidadania.

A educação, a cultura e o conhecimento co-respondem (em mutualidade) à dinâmica de construção da própria identidade dos sujeitos. Nesse processo de construção, os códigos/linguagens são fundamentais na divulgação e perpetuação do conhecimento. Assim, a Matemática como forma de ler e interpretar e interferir nas situações reais, não pode ser vista como imune ou alheia às interferências das dinâmicas socio-culturais. A partir da linguagem matemática podemos representar/compreender o mundo e sua diversidade, projetando situações ideais visando compreender situações reais, além de promover diálogos entre diferentes formas de conhecimento.

A partir do diálogo intercultural e interdisciplinar, estudamos a cosmologia Tembé-Tenetehara de interpretação dos fenômenos naturais, observando o movimento das constelações e dessas leituras da realidade Tembé, propusemos ações metodológicas para o ensino da matemática escolar através da sua interface com a astronomia.

Dialogamos, também, com estudantes de diferentes níveis sobre nossas formas de interferir na realidade e aplicar os conhecimentos matemáticos às situações-problema, sem a preocupação com a linearidade dos conteúdos e uma avaliação rigorosa dessas aplicações, já que em nossas experiências, consideramos fatores que normalmente não são levantados, relativizando as possíveis respostas a serem obtidas. Experimentamos o prazer das descobertas e a liberdade criativa num processo de ensino aprendizagem da matemática escolar.

Estamos convencidos de que a matemática, antes de tudo, não está restrita ao estudo e operacionalização das representações numéricas (ciência dos números), é, pois,

uma linguagem, aplicada à compreensão das relações entre sujeitos e objetos, mediadas pelas necessidades de superação de problemas específicos a cada contexto.

As aproximações entre a cosmologia Tembé-Tenetehara e as interfaces entre a Astronomia e a matemática escolar, nos revelaram outras formas de construir calendários e registrar a passagem do tempo a partir dos afazeres diários ou do ciclo das festas religiosas ou períodos escolares.

Essas aproximações nos permitiram compreender como a cultura pode contribuir para uma reestruturação do ensino da matemática escolar, haja vista que a identidade dos estudantes e professores, nos ambientes escolares, podem ser tomadas como ponto de partida para o desenvolvimento de diálogos e negociações de significados que considerem essa diversidade de leituras de mundo.

Na interface com a astronomia científica, encontramos indicativos de como articular estratégias de ensino-aprendizado da matemática, a partir de ações metodológicas de caráter interdisciplinaridade, própria dessas duas ciências.

Sabemos que este estudo encontra-se no seu início e que muitas outras possibilidades de interface entre a matemática e outras áreas do conhecimento estão sendo experimentadas, assim como a leitura de outras formas de manifestações tradicionais, que ainda, timidamente são discutidas ou aplicadas aos contextos escolares.

Esperamos então, com esse trabalho, contribuir com a revisão das práticas docentes de Matemática, pois não acreditamos que seja necessário aos professores: visitar uma aldeia indígena, ou mesmo viajar por terras distantes, bastando a esse educador, se permitir e aos seus educandos, a expressão espontânea e criativa de suas visões sobre o mundo em que vivem, pois a sala de aula deve ser compreendida e exercitada como um espaço de diálogo das diferenças, um universo em expansão, um campo de negociação de significados.

Se num momento de auto-crítica nos questionamos: as atividades que exercitamos podem se dar sem considerar a dimensão cultural? Muito provavelmente responderemos que sim. Contudo, nós educadores sempre buscamos a contextualização da matemática com afirmação do tipo: *João foi à feira e comprou 20 laranjas...* – porque existe uma feira e que João pode ser qualquer um, ou seja, uma suposta situação real de aplicação contextualizadas da matemática. Porém, o que nos importa, é saber para quê João comprou tantas laranjas, ou mesmo em que feira foi comprar?

Conhecer o João, a utilidade das laranjas e quais os motivos que o fizeram comprar em uma feira livre, ao invés de num super-mercado, nos levam a outras descobertas matemáticas que expressam as relações de custo-benefício, do mais barato em oposição ao mais caro, entre outras.

Nesse exercício de contextualização da matemática escolar a partir do reconhecimento do contexto e da identidade cultural, estaremos também, revendo nossa própria condição como cidadãos e assim contribuir com a construção de um novo projeto de homem/mulher, de sociedade, de vida.

## Bibliografia

- ACZEL, Amir D. Bússula. A invenção que mudou o mundo. Rio de Janeiro, Zahar, 2002.
- ALMEIDA, Maria da Conceição. Complexidade e Cosmologia da Tradição. Belém, EDUPA, 2001.
- ANDRÉ, Marli E. D. Afonso de. Etnografia da Prática Escolar. 2. ed. Campinas, Papirus, 1995.
- ANDREY, Maria Amélia P. Abid...et al. Para Compreender a Ciência: Uma Perspectiva Histórica. Rio de Janeiro. Espaço e Tempo, São Paulo, EDUC, 1999.
- BARBOSA, Ruy Madsen. Descobrimos a geometria dos Fractais – para a sala de aula. Belo Horizonte, Autêntica, 2002.*
- BARROS, Osvaldo Santos. Astronomia indígena dos Tembê-Tenetejara, col. Introdução à Etnomatemática, Editor Geral Bernadete Barbosa Morey, Natal, RN, 2004.
- BASSANEZI, Rodney Carlos. Modelagem Matemática, São Paulo, 2002.
- BOFF, Leonardo. A águia e a Galinha. 26 ed., São Paulo, Vozes, 1998.
- BRANDÃO Carlos Rodrigues. O que é Educação. 22. ed. São Paulo, Brasiliense, 1988.
- CAGLIARI, Luis Carlos. Alfabetização sem o Ba, be, Bi, Bo, Bu. Scipione, São Paulo, 1999.
- CANIATO, Rodolfo. A Terra em que Vivemos. 5. ed. Campinas, 1990.
- CANIATO, Rodolfo. O Céu. São Paulo, Ática, 1990.
- CANIATO, Rodolfo. O que é Astronomia – Série Primeiros Passos, São Paulo, Brasiliense, 1981.
- CAPRA. Fritjof. O Ponto de Mutação: A Ciência, a Sociedade e a Cultura Emergente. São Paulo, Cultrix, 1998.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. ETNOMATEMÁTICA: Elo entre as tradições e a modernidade. Col. Tendências em Educação Matemática. Belo Horizonte, Autêntica, 2001.
- \_\_\_\_\_. & DOMITE, Maria do Carmo S.. Anais Primeiro Congresso Brasileiro de ETNOMATEMÁTICA, São Paulo, 2000.

- \_\_\_\_\_. Educação Matemática: da Teoria à Prática. Campinas, Papirus, 1996.
- \_\_\_\_\_. ETNOMATEMÁTICA. Educação Matemática Em Revista. Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM – Ano I- Nº 1 - 2º Sem, 1993.
- \_\_\_\_\_. ETNOMATEMÁTICA: Arte ou técnica de Explicar e Conhecer. São Paulo, Ática, 1990.
- DUARTE, João-Francisco Jr. O que é Realidade, Col. Primeiros Passos nº 115, 3.ed., São Paulo, Brasiliense, 1986.
- ELIADE, Mircea. Mito e Realidade, série Debates – Filosofia. Perspectiva, São Paulo, 1994.
- FAVACHO, Ivone A. C. e GONÇALVES. M<sup>a</sup>. Rocio R. Projeto de ação Pedagógica – Planetário do Pará: Espaço, Ciência e Educação. Universidade do Estado do Pará, 1998.
- FERREIRA, Eduardo Sebastiane. ETNOMATEMÁTICA: uma proposta metodológica. Rio de Janeiro, MEM/USU, 1997.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. 14 ed. São Paulo, Paz e Terra, 2000.
- GALVÃO, Eduardo. Diário de Campo, Rio de Janeiro. Museu do Índio / FUNAI, 1996.
- GARDNER, Howard. Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas. Porto Alegre, Artes Médicas, 1994
- GOMES, Mércio Pereira. O ÍNDIO na História: o povo Tenetehara em busca de liberdade. Petrópolis, RJ. , Vozes, 2002.
- GONÇALVES Júnior, Oscar. Geometri Plana e Espacial, Matemática por Assunto – v.6 , 2.ed. São Paulo, Scipione, 1991.
- GRUPION, Luís Donizet Benzi (org). Índios no Brasil. 3. ed., São Paulo, Global, Brasília, MEC, 1998.
- GUATTARRI, Félix. As Três Ecologias. 3 ed. Campinas, Papirus, 1991.
- HECK, Egon & PREZIA, Benedito. Povos Indígenas: terra é vida. São Paulo, Atual, 1999.
- KHUN, Thomas S. A Estrutura das Revoluções Científicas. São Paulo, Perspectiva, 1991.
- LÉVI-STRAUSS, Claude. O Pensamento Selvagem, 3 ed., Campinas, 2002.
- MACHADO, Nilson José. Matemática e Língua Materna: Análise de uma impregnação mútua. 2. ed., São Paulo, Cortez: Autores Associados, 1991.

- MAGALHÃES, Lázaro JR. (et al.). O Céu do Índios Tembé, 2. Ed., Belém, IOE, 2000.
- MATSURA, Oscar T. Atlas do Universo. São Paulo, Scipione, 1996.
- MATURANA. R. Humberto. Cognição, Ciência e Vida Cotidiana. Belo Horizonte, UFMG, 2001.
- MENDES, I. A. O Uso da História no Ensino da Matemática : Reflexões Teóricas e Experiências . Belém, EDUEPA, 2001.
- MENDES, I. A. & FOSSA John A (org). Tendências Atuais na Educação Matemática: Experiências e Perspectivas. In. XIII Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste: Educação Matemática. Natal: EDUFRN, 1998.
- MIORIM, Maria Ângela. Introdução à História da Educação Matemática. São Paulo: Atual, 1998.
- MORIM, Edigard. Os Sete Saberes Necessários À educação do Futuro. 2 ed., São Paulo, Cortez. Brasília, UNESCO, 2000.
- MOURÃO, Ronaldo R.de F. A Astronomia na Época dos Descobrimentos: A Importância dos Árabes e Judeus nos descobrimentos. Rio de Janeiro, Lacerda, 2000.
- MOURÃO, Ronaldo R.de F. Atlas Celeste, 8 ed., Petrópolis, Vozes, 1997.
- \_\_\_\_\_. Carta Celeste do Brasil. Rio de Janeiro, Francisco Alves.
- MONTEIRO, Alexandrina. ETNOMATEMÁTICA: as possibilidades pedagógicas num curso de alfabetização para trabalhadores rurais assentados. Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Educação, Campinas, 1998.
- NEVES Marcos César D. Astronomia de Régua e Compasso: De Kepler a Ptolomeu. Campinas, Papirus, 1996.
- NOGUEIRA, Adriano (org), FERREIRA, Eduardo Sebastiani. Et. al. CONTRIBUIÇÕES DA INTERDISCIPLINARIDADE: Para a Ciência, para a Educação, Para o Trabalho Sindical. 3 ed., Petrópolis, Vozes, 1996.
- PERRENOUD. Philippe, et. al. As Competências para ensinar no século XXI. A formação dos Professores e o Desafio da Avaliação. Porto Alegre. Artmed. 2002.
- RODRIGUES, Ayrton Dall`Igna. Línguas Brasileiras: para o conhecimento das Línguas Indígenas. São Paulo, Loyola, 2002.

- RIBEIRO, Darcy. Diários índios: os Urubus-Kaapor. São Paulo, Companhia das Letras, 1996.
- SANTOS, Boaventura de Souza. Introdução a uma ciência Pós-Moderna. Rio de Janeiro, Graal. 1989.
- SANTOS, Boaventura de Souza. Um discurso Sobre as Ciências na Transição para uma Ciência Pós-Moderna. Revista de Estudos Avançados – USP, Maio/Junho – 1988.
- SHANLEY, Patrícia. e MEDINA, Gabriel. Frutíferas e Plantas Úteis na vida Amazônica. Belém, CIFOR, Imazon, 2004.
- SILVA, Aracy Lopes da. & FERREIRA, Marina K. Leal (org). Prática Pedagógica na Escola Indígena. São Paulo, Global, 2001
- TIGNARELLI, Horacio..et al. WEISSMANN, Hilda (org). Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões. Porto Alegre, Artmed, 1998.
- VERDET, Jean-Pierre. Uma História da Astronomia. Rio de Janeiro, Zahar, 1991.
- VERGANI. Teresa. A Surpresa do Mundo. Ensaio Sobre a Cognição, Cultura e Educação. Natal, Flecha do Tempo, 2003.
- VERGANI. Teresa. Educação Etnomatemática: o que é? Lisboa, Pandora, 2000.
- VERGANI. Teresa. Um Horizonte de Possíveis: Sobre uma Educação Matemática Viva e Globalizante. Lisboa, Universidade Aberta, 1993.
- VIEIRA, Fernando. Identificação do Céu. Fundação Planetário. Secretaria Municipal de Cultura. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 1996.