

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
CAMPUS MEDIANEIRA**

**ADELINO ZANONE**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA APLICADA NO ENSINO DE  
ASTRONOMIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL - SÉRIES FINAIS**

**MEDIANEIRA  
2018**



## APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA APLICADA NO ENSINO DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL - SÉRIES FINAIS

Adelino Zanone

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador (es):  
Prof. Dr. César Henrique Lenzi

MEDIANEIRA  
2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Z33a

Zanone, Adelino

Aprendizagem baseada em problema aplicada no ensino de astronomia para o ensino fundamental - séries finais / Adelino Zanone – 2019.

67 f. : il. ; 30 cm.

Texto em português com resumo em inglês

Orientador: César Henrique Lenzi

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Medianeira, 2019.

Inclui bibliografias.

1. Astronomia. 2. Ciências (Ensino Fundamental). 4. Ensino de Física - Dissertações. I. Lenzi, César Henrique, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.

CDD: 530.07

Biblioteca Câmpus Medianeira  
Marci Lucia Nicodem Fischborn 9/1219



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA APLICADO NO ENSINO DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL - SÉRIES FINAIS

Por

**Adelino Zanone**

Esta Dissertação foi apresentada às DEZOITO HORAS do DIA TRINTA DE NOVEMBRO DE 2018, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM FÍSICA, Linha de Pesquisa Física no Ensino Médio - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - MNPEF, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado <sup>1</sup>

---

Prof. Dr. CÉSAR HENRIQUE LENZI (Orientador - PPGEF) ITA

---

Prof. Dr. FABRÍCIO TRONCO DALMOLIN (Membro Interno – UTFPR)

---

Prof. Dr. MAURÍCIO TIZZIANI PAZIONOTTO (Membro Externo - ITA)

---

<sup>1</sup> A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

Dedico todo este trabalho, realizado neste período de 2016 a 2018, a minha família que mesmo em momentos de férias compreendeu minha ausência e sempre incentivou minha luta profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. César, que cedeu parte de seu tempo para esta orientação.

A UTFPR, Campus Medianeira, por proporcionar o Mestrado e aos meus colegas que por dois anos lutamos juntos para conseguirmos o título de mestre, em especial aos de Foz do Iguaçu e Santa Terezinha de Itaipu, pois dividimos alegrias e angústias ao longo das idas e vindas pela BR 277

Deixo registrado o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio, em especial a minha esposa.

Gostaria de deixar registrado também, o agradecimento pela colaboração do coordenador Janer Vilaça, da pedagoga Ana Maria Pereira do Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho, a Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI) ao Prof. Dr. Daniel Iria Machado, professor colaborador do Polo pelo apoio e indicação de materiais que foram essenciais para esta dissertação.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Toda criança nasce como um cientista  
nato, então nós tiramos isso delas. Umas  
poucas resistem ao sistema (de ensino)  
com sua admiração e entusiasmo pela  
ciência intactos  
(Carl Sagan)

## RESUMO

### APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA APLICADA NO ENSINO DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL - SÉRIES FINAIS

Adelino Zanone

Orientador (es):  
Prof.: Dr. César Henrique Lenzi

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Esta dissertação tem como objeto de estudo implementar no Ensino Fundamental – anos finais uma metodologia ativa, com uma estratégia de ensino que pode possibilitar melhorias a contextualização da Astronomia. A pesquisa realizada foi embasada a partir do estudo do **Problem Based Learning** (PBL), que representa a Aprendizagem Baseada em Problemas. Desse modo, esta investigação configura-se uma metodologia ativa aplicada, fundamentada nos princípios da abordagem qualitativa nos conteúdos sobre Astronomia. As pesquisas e atividades foram elaboradas com base nas Orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais na temática Universo, Terra e Vida, na Diretriz Curricular de Educação Básica – ciências – do Estado do Paraná. As atividades foram adaptadas para que os sujeitos envolvidos, alunos do Ensino Fundamental – anos finais, possam transfigurar seu conhecimento prévio para uma consciência embasada cientificamente através de estudos relevantes por intermédio de uma prática pedagógica que considera os sujeitos do processo, bem como seu conhecimento prévio, como parte fundamental da aprendizagem. Foram destacadas nessa pesquisa o estudo do relógio analemático, o movimento aparente do sol, a expansão do Universo, a medida do diâmetro da Terra através do conhecimento desenvolvido por Eratóstenes e uma atividade que busca demonstrar a lei das áreas, definidas por Kepler, sem o uso matemático. Toda essa pesquisa resultou na dissertação e no Produto Educacional que originou um combo de quatro livretos que decorrem sobre os estudos citados anteriormente. Essa experiência agregar-se-á aos quesitos, as estratégias e às atitudes que sirvam de instrumentos para os estudantes, aliados no seu processo de aquisição de conceitos essenciais nos estudos em uma formação média e acadêmica.

Palavras-chave: Ensino de Física, Astronomia, Ensino Fundamental.

MEDIANEIRA  
Novembro, 2018



## **ABSTRACT**

### **LEARNING BASED IN PROBLEM APPLYING ASTRONOMY EDUCATION IN ELEMENTARY SCHOOL – FINAL GRADES**

Adelino Zanone

Advisor: Professor: Dr. César Henrique Lenzi

Master Dissertation submitted to Postgraduate Program in Physics Education in the Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira in the Professional National Master in Physics Education Course (MNPEF), as part of the necessary requests to obtain the title of Master in Physics Education.

This dissertation has the goal of implementing an active methodology in the last years of Elementary School, with an education strategy which can make possible improvements in the Astronomy contextualization. The research was based on the Problem Based Learning (PBL) study.

Thus, this investigation configures itself in an active applied methodology, substantiated in the elements of the qualitative approach in Astronomy topics.

The researches and activities were planned based on the National Curricular Parameters' orientations for the topics Universe, Planet Earth and Life, in the Diretriz Curricular de Educação Básica – ciências – do Estado do Paraná. The activities were adapted so the Elementary School students can transfigure their previous knowledge to a scientific based conscious through relevant studies by a pedagogical practice in which the subjects of the process and their prior knowledge are considered a fundamental piece. Were contrasted in this research the study of the analog clock, the visible movement of the sun, the Universe expansion, the diameter measurement of the Earth through the knowledge developed by Eratosthenes and an activity which seeks to demonstrate the Area Laws, established by Kepler, without using calculus. All this research resulted in the dissertation and the Educational Product that originated a collection of four books about the topics mentioned previously. This experience will be added to the questions, strategies and attitudes that serve as tools for students, allied in its process of acquiring essential concepts in studies in a medium and academic formation.

Key-words: Physics Education, Astronomy, Elementary School.

MEDIANEIRA  
November, 2018

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Crianças observando o céu .....	15
Figura 2 - Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho .....	17
Figura 3 - Vista noturna - Polo Astronômico Casimiro Montenegro filho .....	18
Figura 4 - Boliche no espaço - Polo Astronômico Casimiro Montenegro .....	18
Figura 5 - Vista parcial do relógio analemático.....	20
Figura 6 - Gnômon primitivo - Polo Astronômico Casimiro Montenegro filho.....	21
Figura 7 - Relógio Analemático Polo Casimiro Montenegro filho.....	22
Figura 8 - Localização Norte - Sul.....	23
Figura 9 - Latitude-longitude .....	24
Figura 10 - Pontos notáveis .....	25
Figura 11 - Demonstração da equação.....	29
Figura 12 - Abóboda demonstrando a localização do Sol em diferentes épocas.....	30
Figura 13 - Protótipo .....	30
Figura 14 - Orientação geográfica.....	34
Figura 15 - Representação dos raios da elipse .....	35
Figura 16 - Demarcação das horas sobre a elipse.....	36
Figura 17 - Analema (aplicativo alemma 4.0).....	37
Figura 18 - Instituição de aplicação do produto.....	38
Figura 19 - Sala de aula.....	39
Figura 20 - Alunos iniciando as atividades .....	41
Figura 21 - Expansão do universo .....	43
Figura 22 - Construindo o relógio Analemático .....	45
Figura 23 - Análise do desenho de um relógio Analemático.....	45
Figura 24 - Conferindo a hora .....	46
Figura 25 - Utilização do kit – Astronomia.....	49
Figura 26 - Localização dos pontos cardeais e análise de dados para medir o raio da Terra.....	53
Figura 27 - Disposição da Terra em torno do Sol.....	55
Figura 28 - Atividade Lei de Kepler .....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Horas correspondente a latitude .....	35
Tabela 2 - Quadro 1: Apresentação da Proposta, Terra plana ou esférica.....	40
Tabela 3 - Quadro 2: Apresentação da Proposta, afastamento das galáxias. ....	42
Tabela 4 - Quadro 3: Apresentação da Proposta, verificando a hora local e a latitude. .....	43
Tabela 5 - Quadro 4: Apresentação da Proposta, representação do Brasil e a linha do Equador.....	46
Tabela 6 - Quadro 5: Apresentação da Proposta, verificação de concepções sobre Astronomia. ....	47
Tabela 7 - Quadro 6: Apresentação da Proposta, confirmando as regiões do nascer e o pôr do Sol. ....	49
Tabela 8 - Quadro 7: Apresentação da Proposta, medição do raio da Terra.....	51
Tabela 9 - Quadro 8: Apresentação da Proposta, estações do ano. ....	53
Tabela 10 - Quadro 09: Apresentação da Proposta, demonstração das leis das áreas. .....	56

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA .....	8
2.1 INTRODUÇÃO.....	8
2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	9
2.3. ROTEIRIZANDO O PBL .....	11
3 APLICAÇÃO DE PRÁTICAS DE ENSINO DE ASTRONOMIA EM CONCEITOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA .....	13
3.1 INTRODUÇÃO.....	13
3.2 POR QUE ENSINAR ASTRONOMIA PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES? .....	15
3.3 TÓPICOS DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL.....	19
3.3.1 O RELÓGIO ANALEMÁTICO .....	19
4 PERTINÊNCIAS SOBRE O PRODUTO EDUCACIONAL: METODOLOGIA, ABORDAGEM E EFICÁCIA.....	27
4.1 INTRODUÇÃO.....	27
4.2 METODOLOGIA E ABORDAGEM .....	27
5 APLICANDO O PBL NO ENSINO DE ASTRONOMIA: RELATOS DE EXPERIÊNCIA DA APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	38
6 CONCLUSÃO .....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62

## 1 INTRODUÇÃO

A Astronomia é uma das ciências que mais tem fascinado o homem, desde os primórdios das civilizações, e o interesse em compreender os fenômenos celestes acarretou um grande progresso científico e tecnológico nesta área. Ao longo de séculos, a Astronomia provocou contribuições para o progresso de outras ciências, em consequência das descobertas que antecederam nas diferentes áreas do conhecimento.

Com a invenção da luneta por Galilei e a primeira observação astronômica feita a mais de quatro séculos, já dispomos de tecnologia suficiente para enviar sondas não tripuladas aos planetas do Sistema Solar e suas luas, desenvolver potentes tipos de telescópios (ópticos, radiotelescópios, etc.) e até enviar seres humanos ao espaço por um período de tempo considerável. Tendo em vista que a Astronomia até hoje encanta públicos de várias idades, a necessidade de instrumentos que saciem a curiosidade dos indivíduos sobre conceitos a ela voltados e até mesmo que contribuam para a sua aprendizagem científica se evidencia cada vez mais.

Dentre as diferentes estratégias de utilização da história da ciência no ensino, vamos encontrar a utilização de experimentos históricos como aquela que reconhecemos detentora de grande potencial para promover uma adequada articulação da dimensão empírica do conhecimento científico na sala de aula de maneira contextualizada e culturalmente rica. (PAULA e LARANJEIRA 2005, p. 5).

Atualmente são vários os métodos disponíveis para estes fins, tais como os softwares desenvolvidos para a confecção de cartas celestes ou para a representação dos movimentos planetários, livros e documentários de divulgação científica, além de ambientes que proporcionam uma série de experiências relacionadas a este campo do saber. No que diz respeito a iniciativas institucionais, de certo modo não formais, destacamos os Centros de Ciências, que podem apresentar diversas exposições e atividades lúdicas, os Observatórios, nos quais os visitantes realizam observações do céu noturno utilizando equipamentos ópticos como telescópios e binóculos, e os Planetários, que são ambientes nos quais se pode ter uma reprodução da

esfera celeste, por meio de um equipamento óptico capaz de projetar em um teto abobadado as estrelas e sua aparente disposição no céu, bem como os planetas e outros objetos celestes, enfim realizar uma fascinante viagem virtual no espaço. Com ele é possível abordar conceitos astronômicos diversos como a identificação das estrelas e localização geográfica por meio delas, os movimentos da Terra (e conseqüente movimento aparente dos astros na esfera celeste), os dias e as noites, as estações do ano, os satélites naturais, formação do Universo, entre outros. Além disso, os Planetários podem ser considerados espaços multidisciplinares de aprendizagem, pois neles podem se associar assuntos ligados à Geografia Artes, Matemática, Música, História, Química, etc. Eles estão associados tanto à aprendizagem escolar ou, por livre escolha pela educação não formal, pois servem como apoio ao ensino sobre estes temas. Portanto e de conhecimento vasto que este conceito educacional não está disponível em sala de aula ou próximo deles, em sua maioria.

Nos últimos anos a educação no Brasil vem buscando cada vez mais informar os alunos sobre temas atuais e seu desenvolvimento e muitas vezes esquecendo da origem desses temas importantes que antecederam a revolução tecnológica. Os conteúdos de astronomia são pouco explorados nas salas de aula, o que faz com que conteúdos básicos fiquem fora da abordagem escolar, acarretando assim prejuízos na formação do aluno, uma vez que o ensino de Astronomia possibilita práticas que podem ser facilmente compartilhadas com outras disciplinas fazendo assim que ela seja uma disciplina transdisciplinar.

Este trabalho busca promover o interesse do aluno em temas que deram origem a vida na Terra e pouco explorados no EF, para este nível, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) propõem conhecimentos em função de sua importância social, de seu significado para os alunos e de sua relevância científico-tecnológica, organizando-os nos eixos temáticos “Vida e Ambiente”, “Ser Humano e Saúde”, “Tecnologia e Sociedade” e “Terra e Universo” (BRASIL, 1998, p. 62). Dentro destes temas sobretudo no que se refere à Astronomia, talvez pela prematuridade na adaptação de conceitos, na inconveniência para absorver os enunciados das leis e modelos científicos, por parte de educadores e, pouco interesse pela nossa origem por parte do educando é pouco explorado. A possibilidade de inserir a Astronomia dentro do

eixo temático Terra e Universo, contando ainda mais com o seu caráter motivador para o desenvolvimento de cultura científica – ou enculturação científica (AULER e DELIZOICOV, 2001), foi o zênite para esta dissertação.

No presente trabalho pretende-se proporcionar aos alunos das escolas públicas e privadas que, tenham acesso e entendimento sobre Astronomia. Neste processo possibilita o desenvolvimento de uma série de conteúdo específicos, tais como: estudo do relógio analemático; estudo do movimento aparente do sol; medidas do diâmetro da Terra pelo método de Eratóstenes. Estes conceitos e instrumentos podem enriquecer nosso conhecimento atual de forma concreta e bastante divertida, uma vez que podemos incentivar os alunos a estudar com um laboratório natural e de fácil acesso, o céu!

Para isso é necessário levarmos uma abordagem diferenciada e emprego de conceitos que despertem no aluno do EF o interesse tanto no ensino quanto na aprendizagem, objetivando a sólida transposição do conhecimento dito comum para aquele que promova o desenvolvimento do conhecimento científico. Neste contexto há necessidade de a escola englobar as inovações tecnológicas sem, no entanto, omitir que a prática mais ativa de transformação está no papel do professor e no ambiente em que realiza se a educação.

O fator motivacional é essencial para o despertar do interesse do aluno ao conteúdo, contudo, deve-se pensar em estratégias adequadas para que o tema chegue ao estudante de forma ativa. A proposta aqui é fazer com que os alunos elaborem réplicas de seus próprios instrumentos observacionais. Neste sentido, podemos citar alguns dos objetivos, mais específicos deste trabalho:

- desenvolver e confeccionar instrumentos de observação astronômica: modelos de Relógios Solares (tais quais os relógios analemáticos);
- por meio do estudo dos conceitos que envolvem os relógios analemáticos, apresentar aos alunos noções entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol, para descrição de fenômenos astronômicos, (duração do dia e da noite, estações de ano, fases da Lua, eclipses etc.);
- com o auxílio do relógio analemático ensinar o movimento aparente do Sol com relação a Terra;

- introduzir aos alunos os primeiros conceitos sobre vetores por meio do experimento de Eratóstenes para medição do raio da Terra;

Maiores detalhes sobre cada um dos tópicos abordados serão encontrados no decorrer da presente dissertação e no Produto Educacional.

Cada um dos tópicos mencionados, estão em acordo com os (PCNs), que podem ser encontrados no site do Ministério da Educação (MEC), no link: [<http://portal.mec.gov.br>].

Com isso enxergamos uma excelente oportunidade de demonstrar aos alunos do EF que as ciências não encontram-se de maneira fragmentada, mas sim num formato singular. No estudo deste contexto tem-se a possibilidade de instigar o aluno a estudar assuntos que contemple todos os níveis de ensino e as mais diversas áreas, por isso, podemos considerar a Astronomia como um tema integrador.

Os (PCNs) propõem mudanças, onde a “contextualização e a interdisciplinaridade são essenciais ao processo de ensino/aprendizagem” (BRASIL, 1997).

Apesar da sua importância, ainda hoje a abordagem de conteúdos de Astronomia se apresenta de forma tímida dentro das instituições de ensino, por isso nos questionamos: é possível dar a devida importância para a astronomia no ambiente escolar? Quais procedimentos devem ser tomados para regatar entre os docentes o ensino de astronomia e despertar o interesse dos educandos? Visamos nesta dissertação promover alguns passos para valorizar a observação desta ciência, sinalizando estudos metodológicos com aplicação do Problem Based Learning (PBL- Aprendizagem Baseada em Problemas), procurando deixar o estudo de ciências mais prazeroso e interativo.

Neste contexto, a produção de conhecimento científico vem se concretizando pelo uso e reprodução de experimentos que auxiliam na resolução de problemas desenvolvidos ao longo dos tempos, e que pode contribuir para o despertar dos estudantes na construção de novos conhecimentos e sua contextualização.

Levando em consideração esta proposição entendemos que a área de Astronomia constitui um contexto com várias hipóteses de problemas, por esse motivo necessita de uma abordagem atrativa e estimulante, que poderá ser usada com o estudo da História da Ciência e com um caráter experimental,



proporcionando enriquecimento nas orientações curriculares alicerçadas na sondagem textual do conhecimento científico e na oportunidade de se estabelecer a transdisciplinaridade entre diferentes áreas com a aplicação do PBL.

“contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Na escola fundamental ou média, o conhecimento é quase sempre reproduzido das situações originais nas quais acontece a sua produção.” (NUNES 2002, p. 84)

Por isso a importância de uso de ferramentas adequadas para que os estudantes possam ir em busca de seu próprio conhecimento, uma das primícias do PBL, arquitetando novos significados aos objetos de estudo e aprendizado. Associadamente deve orientar sobre as situações didáticas para que o aluno passa assumir uma postura singularizada, argumentando que o “tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador” (NUNES, 2002, p. 84). É de suma importância que junto com a contextualização seja valorizada e tratada de forma transdisciplinar, ocasionando a valorização das habilidades de diferentes áreas, o que pode ser alcançado como desenvolvimento de projetos de investigação e de pesquisa, de acordo com a estruturação desta proposta que também é delineado:

“iniciativas de reconstruções históricas de experimentos têm, também, ocupado um papel de destaque, nos últimos tempos, entre os trabalhos de pesquisa que tentam utilizar a história da ciência enquanto um poderoso recurso pedagógico”. (MEDEIROS e MONTEIRO JR. 2001a, p. 2).

Logo quando buscamos contextualização e transdisciplinaridade, descrevemos um caminho riquíssimo de competências e habilidades que poderão ser desenvolvidas nos estudantes. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002, p. 22), apresentam essas competências como: “representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural, ” princípios que procuramos deixar explícito nesta dissertação uma vez que a proposta busca uma abordagem experimental envolvendo aspectos históricos e acreditando que esse tipo de questionamento é pertinente e encontra respaldo nos próprios PCN+, afirmando que:

“Investigar e resgatar a história do desenvolvimento do saber técnico e científico local pode também ser uma estratégia significativa na direção

do estabelecimento de uma visão da ciência enquanto atividade humana e social". (BRASIL, 2002, p. 113)

No que tange ao PE foi proposto para os alunos do EF, atividades de estudo de Astronomia baseado em PBL entendendo que este documento inicia no capítulo 01 dessa dissertação falando sobre o porquê do estudo deste tema e buscando motivar alunos e professores para trabalharem em contextos transdisciplinares.

Na sequência temos o capítulo 02, buscando explorar a história e conceitos do PBL, dando um caráter pedagógico ao tema com uma fundamentação teórica e propondo um passo a passo de como utilizar esta ferramenta no EF, desmitificando um estudo de PBL aplicado fartamente nas engenharias e cursos de medicina. Neste capítulo observa se a importância de se ter um roteiro para a aplicação de conceitos em especial, para nosso caso, o estudo de Astronomia.

No prosseguimento apresentamos o capítulo 03, que vem dar ênfase ao estudo de astronomia no EF, contextualizando fatos históricos com temas atuais propostos pelos PCNs e Diretrizes Curriculares. Neste momento enfatizamos a importância do estudo de astronomia, não só no EF, mas também nas outras fases de ensino.

Dando continuidade temos o capítulo 04, que vem a abordar a pertinência, a abordagem e a eficácia do PE. Neste semblante é evidenciado a implementação do kit que irá compor nosso PE e, também mencionamos um transitório sobre medição do raio da Terra e, não mais importante, mas o grande foco do nosso trabalho o relógio analemático.

Na sucessão explanamos, no capítulo 05, a conclusão de nosso trabalho, onde propagandamos os resultados de nossos estudos e sua prerrogativa a comunidade escolar.

Decorrendo temos os apêndices que contemplam nosso PE:

**Apêndice A:** (Livro) "APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS APLICADA NO ENSINO FUNDAMENTAL"

É um livro que busca incentivar o ensino de Astronomia no Ensino Fundamental – anos finais. Que instiga o uso de um dispositivo que auxilia os alunos e usarem a ideia de Eratóstenes para calcular o diâmetro da Terra.

Neste decorremos sobre o relógio analemático e, demonstramos um protótipo para ser utilizado em sala de aula que simula o movimento aparente do Sol na abóboda celeste, bem como podemos simular o analema local usando um led como Sol. Não menos importante descrevemos sobre a expansão do universo com uma atividade experimental e na sequência temos descrito como trabalhar conceitos sobre a segunda Lei de Kepler.

## **2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

A aprendizagem baseada em problemas (Problem-Based Learning-PBL), teve seu conceito iniciado por Jerome Seymour Bruner e por Jonh Dewey (S. C. SOUZA e L. DOURADO, 2015).

O primeiro formado em psicologia, filho de imigrantes poloneses nasceu em 01 de outubro de 1915 nos EUA e morreu em 06 de junho de 2016. Defendia que a criança pode aprender tudo honestamente em qualquer estágio do desenvolvimento. Foi um dos líderes, que batalhou para pôr fim ao behaviorismo e dar início a Revolução Cognitiva, qual se firma no início do século XX, por meio do movimento da Escola Nova. Teve grande contribuição na psicologia do desenvolvimento e a psicologia educacional, por acreditar e defender que: “o objetivo de ensinar não é transmitir conhecimentos, mas sim ensinar aos alunos a pensar e resolver problemas por si mesmos”, e também por meio da discussão em grupos, que caracterizava a proposta educacional denominada Learning by Discovery (Aprendizagem pela Descoberta) na qual foi proponente.

Dewey, nasceu em 1859 nos EUA e morreu em 1952. Defendia uma educação com reconstrução de experiências, onde o que é ensinado nas escolas só têm importância se servirem para resolver problemas reais e, a motivação como estímulo a aprendizagem.

O PBL nasceu na década de 60, na Escola de Medicina da Universidade de MacMaster, no Canadá e, em seguida na Universidade de Madrid, na Holanda. Surge para suprir as necessidades de um sistema de ensino na área de medicina que corrigisse algumas deficiências do sistema de assistência à saúde no país. Esta metodologia se baseia em um processo onde o aluno aprende por si-próprio, por meio de confrontos reais e simulados, onde o aluno deve buscar soluções por meio de estudos dirigidos e em discussão entre

pequenos grupos mediados pelo professor. “Um dos pontos importantes a se destacar na PBL é o despertar, no aluno, da sua autonomia como ser pensante”. Valéria C I Costa (2011, p.3). No Brasil as primeiras experiências com aplicação do PBL, foram nos currículos dos cursos de Medicina da Universidade de Marília, no estado de São Paulo, e da Universidade de Londrina, no Paraná. Essas duas Instituições, pioneiras na implementação desse modelo de ensino apontaram para a importância de se resolver problemas reais dentro de seus currículos acadêmicos. A Faculdade de Medicina de Marília - FAMEMA - adotou a PBL implementando o novo currículo de forma gradual, série a série, sendo em 2002 a primeira turma de estudantes formada por meio desta metodologia.

No ensino Básico, pouco se tem de registro da aplicação desse método. Nos raros casos em que se tentou aplicar o PBL fica clara a falta de estudo sobre o tema, neste caso e a necessidade de adaptações que viabiliza a aplicação do método.

## **2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O PBL é um método de aprendizagem alternativa, tendo o estudo de problemas como elemento motivador do estudo e integrador do conhecimento. Entendemos como base para a aplicação do PBL:

- Aluno protagonista no processo de aprendizagem;
- Proposição de problemas como um norteador no processo de aprendizagem;
- Professor na posição de orientador.

O PBL se refere a diferentes práticas que utilizam a problematização como metodologia de ensino e aprendizagem, e que podem ser desenvolvidas por meio de projetos ou da resolução de problemas, têm em comum a aprendizagem do aluno centrada neste processo e destaca se pelas sequências que devemos despertar nos alunos:

- o interesse a disciplina para estudar e aprender por conta própria;
- A valorização da leitura, para ter firmeza nas discussões e desenvolver raciocínio lógico;

- Incentivo as investigações profundas aos problemas apresentados com o intuito de encontrar soluções práticas para eles.
- Valorização no desenvolvimento de atividades em equipe através dos grupos de discussão.
- Desenvolvimento de atividades transdisciplinares a interlocução das disciplinas e especialidades distintas entre elas.
- Incumbências que possibilitam a escolha da profissão formando novos profissionais mais motivados e mais humanizados, já que os estudantes podem ver de perto o resultado prático de suas investigações.

Segundo Ribeiro (2005), apesar do PBL, em princípio ter sido formulado para o curso de medicina, seus fundamentos são suficientemente fortes e adaptativos para implantação em outras áreas e níveis de ensino o que mantém o Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM).

No Brasil dada a organização do currículo do EF, que tem o conteudismo como prioridade, tornam se raros os estudos de metodologias ativas, tais quais o PBL. Contudo é claro a necessidade de se implementar novas formas de ensinar:

[...] verifica-se a necessidade da utilização de formas alternativas relacionadas ao ensino de ciências, com o intuito de despertar o interesse e a importância dos conceitos presentes nos currículos escolares. (Arroio 2006, pg. 173-178)

Vários autores concordam que as adoções de metodologias ativas baseadas, principalmente, em questionamentos, colocam o aluno no papel de investigador e, conseqüentemente, construtor de seu próprio conhecimento. O PBL vem de encontro a esta metodologia, pois o próprio nome diz, problemas e questionamentos são o ponto de partida no processo de aprendizagem. Neste sentido pode se afirmar que, com PBL, a aprendizagem ocorre de forma contextualizada:

“porque princípios, ideias e mecanismos não são estudados no abstrato, mas no contexto de uma situação concreta, que pode ser reconhecida como relevante e interessante.” (SCHMIDT, 2001, p. 87).

Tomando como base questionamentos estimulados por meios de situações previamente elaboradas, a metodologia PBL desencadeia um

processo de construção de conhecimento fundamentado em uma ótica mais integradora e articulada: A metodologia PBL exemplifica esse tipo de metodologia ativa, como:

“uma forma de aprendizagem colaborativa, na qual uma construção ativa de conhecimento, mais do que simplesmente um processo, é o foco das atividades.”[...]“... uma forma de aprendizagem contextual, porque princípios, ideias e mecanismos não são estudados no abstrato, mas no contexto de uma situação concreta que pode ser reconhecida como relevante e interessante” (SCHMIDT, 2001, p.87).

### **2.3. ROTEIRIZANDO O PBL**

Apesar das diferenças existentes nas escolas, o estudo pela metodologia do PBL guia os estudantes a tornarem comprometidos com sua própria aprendizagem e se preocuparem com a evolução de todos os alunos da classe, uma vez que, a maioria das atividades são realizadas em grupos formados por seis ou sete alunos.

“tem as funções de estimular o processo de aprendizagem dos estudantes e de ajudar o grupo a conduzir o ciclo de atividades do PBL, utilizando-se de diversos meios, dentre eles a apresentação de perguntas – e não de respostas, como é o papel do professor nos currículos tradicionais- e sugestões.” (MAMEDE, 2001, p. 30)

A seguir, é apresentado um pequeno roteiro no que consiste o PBL segundo o (CONRADO). Este roteiro consiste em um processo baseado nos principais aspectos da rotina organizacional dos “sete passos”.

1. Identificar o problema: entender a relação do problema com a realidade e esclarecer frases e conceitos confusos ou desconhecidos. (Leitura atenciosa pela equipe para não restar dúvidas sobre o problema).
2. Definir o problema: descrever exatamente que fenômenos devem ser explicados e entendidos, esclarecendo a situação e o tipo de decisão a tomar. (Indicação de pontos relevantes pela equipe).
3. Brainstorming: usar conhecimentos prévios e o senso comum para formular explicações e buscar respostas para o problema, sem preocupação com exatidão das informações ou com preconceitos sobre as ideias sugeridas. (Análise do problema com conhecimentos prévios).
4. Detalhar explicações: construir hipóteses que explicam o problema, de forma coerente e detalhada, levantando as lacunas do conhecimento que precisam ser estudadas (resumo das discussões).

5. Propor temas de aprendizagem autodirigida: definir o que precisa ser estudado, meios/recursos para realizar a investigação e ações para pesquisar o problema (formulação de objetivos de aprendizagem).
6. Busca de informações e estudo individual: estudar conteúdos selecionados para preencher lacunas do conhecimento necessário e relevante (informações em fontes diversificadas e confiáveis).
7. Avaliação: compartilhar conclusões com o grupo, integrar conhecimentos adquiridos e avaliar o processo de aquisição desses conhecimentos, a organização geral do grupo, e o avanço na resolução do problema. (CONRADO, 2013, p.214).

Nessa perspectiva, para que o professor desempenhe seu papel de facilitador da aprendizagem do aluno, ele deve compreender, além dos conhecimentos específicos disciplinares.

Após as discussões, é hora de analisar os resultados. Neste momento, sempre é de grande valia lembrar tudo que foi listado: as hipóteses, os diagnósticos e também as contribuições dos conhecimentos prévios.

Tendo isso claro no grupo é hora de fazer as formulações dos objetivos de aprendizado. Neste momento, identificam-se assuntos que precisam ser estudados para a perfeita compreensão do saber científico sobre o tema em questão. É o momento em que o grupo deve formular seus conceitos com base nos assuntos discutido

No decorrer desse processo, a pesquisa individual é muito importante e deve ser estimulada. Para isso, o professor deve recomendar livros, textos clássicos, recortes de revista/jornais, filmes, opiniões de especialistas, dentre outros. Fontes diversificadas colaboram na aprendizagem e enriquecem as discussões em grupo. Após estes processos é conveniente retomar as informações no fim da aula deixando claro que este tema ainda não se esgotou e que pode ser explorado em outros aspectos.



### **3 APLICAÇÃO DE PRÁTICAS DE ENSINO DE ASTRONOMIA EM CONCEITOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

A Astronomia é a ciência que investiga toda a dinâmica e estrutura dos componentes que constituem o Universo: Desde o movimento relativo dos astros às substâncias químicas de estrelas. Não é equivoco afirmar que a Astronomia talvez seja a mãe de todas as ciências, e dentre todas as ciências, a que mais teve influência no desenvolvimento social da humanidade. Desde os primórdios dos tempos as civilizações estudaram o movimento dos corpos celestes e, muitas vezes a intenção deste estudo era entender a importância da Astronomia na vida das civilizações e qual a influência da mesma no cotidiano. De fato, por meio da observação dos astros, se desenvolveram verdadeiras estruturas sociais, religiosas, econômicas e de cultivo, além do desenvolvimento da matemática, ciências naturais e filosofia. Por esta razão, trata-se de uma matéria que pode e deve ser abordada em uma amplitude multidisciplinar, incluindo as áreas de Humanas em conjunção com matérias de exatas.

Na última década, por se tornar matéria obrigatória no ensino Fundamental e Médio, o ensino da Astronomia vem se tornando objeto de diversas pesquisas na área de Educação em Ciência.

Estes mesmos trabalhos apontam ainda a uma indecisão, por parte de educadores, sobre qual matéria deve trabalhar os conceitos de Astronomia. Este fato que reflete um amplo despreparo das escolas e professores em cumprir as resoluções normativas do Ministério da Educação e Cultura (MEC), em introduzir um olhar multidisciplinar sobre a Astronomia (BRASIL, 1999 e 200). De acordo com os (PCNs) é de responsabilidade dos educadores desenvolver estratégias que busquem o entendimento, por parte do aluno, da construção conceitual e histórica da Astronomia.

De acordo com estudos:

(...) há uma crescente repartição do saber em gavetas estanques (como, por exemplo, as disciplinas lecionadas separadamente em todas as escolas), dessa maneira, as noções astronômicas também

foram diluídas e, conseqüentemente, sua importância no ensino decresceu de forma extremada. Nogueira & Canalle (2009, p. 20).

Ponderando tais indagações, professores e estudantes apresentam concepções de um conhecimento empírico sobre Astronomia, tais como: “Quanto mais a Terra se distancia do Sol mais perto estamos do inverno”. Outra professora coloca que, “próximo do Sol é verão, do outro lado é inverno. Entre o inverno e o verão, fica a primavera” (OSTERMANN, 1999, p. 39). Observa-se que como a distância com que a Terra se põe em relação ao Sol, caracteriza as estações do ano, maior distância inverno, menor distância verão; as fases da Lua são interpretadas como sendo eclipses lunares semanais; a não credibilidade de um mundo heliocêntrico; a existência de estrelas entre os planetas do Sistema Solar; o engano em pensar que as estrelas estão fixas no céu, desconhecendo inclusive seus movimentos no polo celeste; ter a percepção da presença da lua apenas em algumas noites em determinados períodos, ficando surpreso com seu aparecimento durante certos dias em plena luz do Sol; associando a força gravitacional a ação exclusiva da atmosfera; não diferenciar Astrologia e Astronomia; imaginar as estrelas como um corpo formado por pontas; falta de noção em comparar a imensidão Sistema Solar.

Como pode-se perceber, vários dos conceitos da Astronomia básica fazem parte do dia-a-dia das pessoas. Neste sentido, os educadores devem pensar em como a Astronomia pode ter papel preponderante no ensino de ciências. De um modo geral, boa parte das pessoas tem grande curiosidade com este tema, e este fato deve ser estrategicamente utilizado em sala de aula, de forma que motive os alunos a aprenderem. De fato, quando este tema é abordado em sala de aula, a maioria dos jovens costumam desencadear uma enxurrada de perguntas sobre buracos negros, origem do universo, vida extraterrestre, tecnologia aeroespacial, etc (LANGHI, 2009). De acordo com Kantor (2001), a Astronomia pode ser um tema com grande potencial para desenvolver a capacidade de observação, análise e interpretação de fenômenos naturais, uma vez que alguns acontecimentos astronômicos são de livre acesso à observação. Este entusiasmo abre a oportunidade para o professor trabalhar, de modo interdisciplinar, as demais matérias escolares. Por fim, a Astronomia pode ter um enorme potencial pedagógico no desenvolvimento do senso científico de crianças e adolescentes. E é neste

sentido que o presente trabalho, por meio da elaboração de um produto educacional, visa contribuir com a melhoria do ensino de ciências, principalmente no ensino fundamental.

### **3.2 POR QUE ENSINAR ASTRONOMIA PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES?**

O Universo é o objeto de maior estímulo à criatividade humana. O fascínio pelo céu tem conduzido a humanidade à plenitude de seu desenvolvimento e social e tecnológico. A Astronomia desperta o entusiasmo, o fascínio, a euforia, o vislumbre, o encantamento, o prazer nas pessoas. E não há como negar que estas são peças indispensáveis no que tange a qualidade do ensino.



Figura 1- Crianças observando o céu  
FONTE: <http://www.editoradobrasil.com.br>

De fato, a astronomia desde seus primórdios sempre atraiu a atenção dos alunos, desde as primeiras observações, dando continuidade nos primeiros anos escolares até sua formação nos cursos de graduação. E como já amplamente estudado por diversos pesquisadores é um tema que pode abranger todas as áreas do ensino: Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias, Matemática e suas tecnologias e também Linguagens e suas Tecnologias.

De acordo com Faria (1987), as principais argumentações para o estudo da Astronomia nas ciências naturais são:

Questões de história: a astronomia constituiu uma das primeiras atividades científicas da humanidade, com registros de cerca de 7000 anos atrás na China, Babilônia e Egito, evoluindo junto com o tempo até os dias atuais. Grande parte do desenvolvimento da Física também teve estreita relação com o estudo da astronomia, sobretudo na Idade Média. Questão de posição: a partir da astronomia podemos nos situar no espaço e no tempo, buscando nossa identidade no Universo. Questão Motivacional: os alunos apresentam um grande interesse pelos assuntos celestes, extrapolando o simples descrever dos astros (astronomia) e buscando uma maior compreensão dos fenômenos (astrofísica) (FARIA, 1987).

No entanto, a maioria dos cursos de formação de professores de Física e Ciências da Natureza, não possuem disciplinas obrigatórias na área de astronomia e astrofísica. O que acaba por ser um enorme contrassenso, já que os PCNs para o Ensino Fundamental, delineiam a presença da Astronomia como um dos ramos a serem abordados na disciplina de Ciências Naturais:

As Ciências Naturais, em seu conjunto, incluindo inúmeros ramos da Astronomia, da Biologia, da Física, da Química e das Geociências, estudam diferentes conjuntos de fenômenos naturais e geram representações do mundo ao buscar compreensão sobre o Universo, o espaço, o tempo, a matéria, o ser humano, a vida, seus processos e transformações. (BRASIL, 1998. p. 23).

Um material riquíssimo e de fácil disponibilidade para o estudo da Astronomia é a observação do céu. Uma prática simples e que exhibe incontáveis influências da Grécia Antiga, como os desenhos e os nomes das constelações, e que também incorpora indagações de aspectos modernos, como o aperfeiçoamento dos telescópios, que oportunizam a construção de uma nova visão do Universo. De fato, a contemplação do céu, para o ensino de Astronomia, além de ser desejável, diante dessa complexibilidade de aspectos que se expõe, é sugerida pelos PCNs [BRASIL, 1999] e reforçada pela Proposta Curricular do Estado do Paraná [PARANÁ, 2008].

Todavia, o ensino de Astronomia, como uma matéria que integre o currículo do ensino regular, esbarra na necessidade de investir na formação de professores. Os cursos de Licenciaturas nas áreas de Física e Ciências Naturais, não contemplam disciplinas dedicadas ao ensino de Astronomia, fato que deve ser revisto pelos coordenadores destes cursos, já que os PCNs mencionam a importância do ensino desta matéria.

Uma importante contrapartida ao atual status do ensino de Astronomia no Brasil, são iniciativas como a do Polo astronômico Casimiro Montenegro Filho (Fig. 2), localizado no Parque Tecnológico Itaipu (PTI), Itaipu Binacional-Foz do Iguaçu, que dispõe de espaço físico, material humano e investimentos, plenamente dedicados ao ensino e divulgação da Astronomia ].



Figura 2 - Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho  
FONTE: <http://www.loumarturismo.com.br>

Este Polo Astronômico vem despontando dentro da ciência com foco na astronomia como formação de docentes e discentes. No ano de 2017 70 professores da região oeste do Paraná, Paraguai e Argentina participaram de uma capacitação para ensino da astronomia, o Curso Nase (*Network for Astronomy School Education*) didáticas de astronomia. Com o intuito de formar educadores de ensino fundamental e médio. O curso formulado pela União Astronômica Internacional (Unión Astronómica Internacional - IAU) que em parceria com o Parque Tecnológico Itaipu (PTI), por meio do Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho (Fig. 3) foi ofertado a estes professores.



Figura 3 - Vista noturna - Polo Astronômico Casimiro Montenegro filho  
FONTE: <https://www.turismoitaipu.com.br>

No período de 2009 a 2016 formam capacitados e certificados 1322 professores e atendidos mais de 72000 alunos sem contar com os mais de 45000 turistas que tiveram a oportunidade de desvendar alguns dos segredos da astronomia [ITAIPU,2018]. O Polo astronômico Casimiro Montenegro Filho é um dos mais importantes divulgadores da astronomia do Brasil (Fig. 4) e, vem despertando o interesse pelo estudo em astronomia em toda a região oeste do Paraná e em seus países vizinhos, Paraguai e Argentina.



Figura 4 - Boliche no espaço - Polo Astronômico Casimiro Montenegro  
FONTE: <https://www.turismoitaipu.com.br>

Além dessas atividades o Polo desenvolve em comemoração ao seu aniversário a “Semana Casimiro Montenegro Filho” que envolve desenhos e histórias em quadrinhos no concurso com alunos do ensino fundamental e médio [ITAIPU,2018].

### **3.3 TÓPICOS DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL**

Com o intuito de levar temáticas de Astronomia para a sala de aula, este trabalho fez um levantamento de quais temas seriam de interesse ao ensino fundamental, no sentido de cobrir os conteúdos programáticos das séries finais da disciplina de Ciência e áreas afins, desmistificar equívocos comuns no ensino de Astronomia e também por sua interdisciplinaridade com a área de Humanidades. Os temas centrais foram:

1 – Relógios Solares, mais especificamente relógios analemáticos (Fig. 5);

2 – Técnica de Eratóstenes para a medição do raio da Terra.

Dentro destes temas também será abordado o movimento do Sol na abóboda celeste, os movimentos da Terra e suas consequências bem como estudo de fatos históricos.

#### **3.3.1 O RELÓGIO ANALEMÁTICO**



Figura 5 - Vista parcial do relógio analemático  
FONTE: [http:// www.cadm.com.br](http://www.cadm.com.br)

### **A - Um breve histórico**

Desde as mais remotas épocas os Sapiens já guiavam seus costumes, cultura e cotidiano por meio da observação dos astros no céu.

Esse é o Período da Pré-História, denominado pela Arqueologia de Paleolítico Superior, em que aparece o Homo Sapiens, dotado de áreas corticais associadas com a motivação, memória, previsão e imaginação bastantes mais desenvolvidas no cérebro do que no de seus ancestrais. (ROSA, 2012, p.38).

Nesse período já se aplicava saberes como a construção de utensílios para organização familiar, ferramentas para trabalho bem como armas para caça e pesca.

O Homo Sapiens herdaria o conhecimento técnico relacionado com as atividades de caça, pesca e coleta, de construção de abrigos, de fabricação de agasalhos, da criação e do uso de utensílios e instrumentos de pedra de diversas finalidades, e do domínio do fogo para fins domésticos (ROSA, 2012, p.40).

Na Pré-História, o homem maravilhado pela vasta e misteriosa natureza e, sem compreender muitos dos fenômenos naturais, procurava de maneira tímida explicar o que acontecia ao seu redor. Essas observações deram origem as anotações e registros de dados para a explicação do movimento dos



corpos celestes e posteriormente aplicado a agricultura que dependiam das estações do ano, isto é, do movimento do Sol.

Em especial, a observação do movimento do Sol, por meio da projeção das sombras, era o fator de maior relevância nos costumes do homem primitivo, pois era desta forma que os primitivos organizavam seu cotidiano e costumes. No momento em que os Sapiens começaram a notar que o tamanho e direcionamento das sombras variavam com o decorrer do dia, estava criado o princípio de todos os Relógios de Sol, que foi possível obter medidas de tempo muito mais acuradas (Mayall e Mayall 1973).

Os primitivos, primeiramente, usaram sua sombra para dividir o tempo ao longo do dia. Prontamente, perceberam que através de um galho fincado no chão em posição vertical, poderiam fazê-lo com mais precisão. Os primeiros relógios de Sol, implementados unicamente com a função de se dividir o tempo de um dia, são datados de 3500 anos antes de Cristo, no Egito. Tratava-se de instrumentos ainda rudimentares (Fig. 6), compostos por um único pilar, hoje chamado de “Gnômon”.



Figura 6 - Gnômon primitivo - Polo Astronômico Casimiro Montenegro filho  
FONTE: <https://www.google.com/search?q=foto+do+polo+casimiro+montenegro+filho>

O relógio solar é um objeto que mede a sucessão das horas através da incidência solar, onde por meio do seu Gnômon (haste que faz a sombra) as horas são apontadas nas linhas horárias já demarcadas (Magalhães, 2007).

Nos dias atuais é espontâneo para nos consultar um relógio quando se quer medir o tempo, entretanto poucos conhecem a história que deu origem ao sistema de medida da passagem do tempo, e as distintos aperfeiçoamentos até que chegássemos ao modelo de horas em uso atualmente. Desde o início até a atualidade se passaram dezenas de estudiosos ao longo dos séculos, estas gerações de astrônomos, físicos, matemáticos e construtores destes dispositivos até que atingíssemos o nível atual de conhecimento. Esta maestria milenar merece ser resguardada, e um bom princípio é conhecer como seu desenvolvimento ocorreu ao longo da história.

A atual formação do dia em 24 partes iguais foi uma ascensão natural, devido as sociedades perceberem a obrigação as práticas religiosas e outras atividades.

## **B – Aspectos conceituais sobre relógio analemático**

Aqui será tratado o princípio básico de funcionamento de um relógio analemático, objeto de estudo do presente trabalho. Os relógios analemáticos são dispositivos de fácil confecção, destinados a marcar as horas (e até mesmo minutos) do dia, de uma determinada localidade, por meio movimento da sombra de um Gnômon (Fig.7).



Figura 7 - Relógio Analemático Polo Casimiro Montenegro filho  
FONTE: (foto autor)

Para se construir um relógio analemático, primeiramente deve-se fincar uma estaca vertical em um piso horizontal (o Gnômon). Para definir a horizontal

e a vertical com mais precisão, é necessário a utilização de um fio de prumo. A partir de então, deve-se começar a observar a sombra dessa estaca projetada no piso. É indicado que esta marcação se inicie pelo menos 1 hora antes do meio dia, fora do horário de verão. É possível perceber que essa sombra, nesse momento, estará diminuindo de comprimento fig. 8. Para uma boa precisão na divisão do dia é indicado que se façam as marcações no máximo a cada 20 minutos.

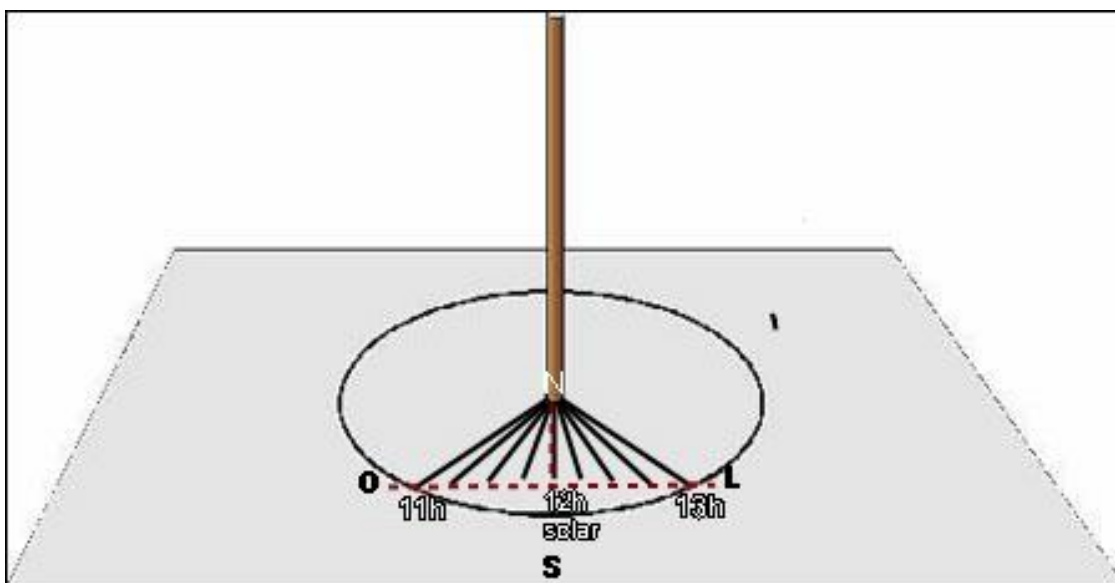


Figura 8 - Localização Norte - Sul  
FONTE: autor

No meio dia solar, instante em que o Sol passa pelo Meridiano local, isto é, quando ele está sobre a linha imaginária Norte-sul, ou também observando a sombra formada por um objeto (gnômon), no amanhecer ela é enorme e, com o passar das horas ela vai diminuindo até que ao meio dia ela se sussa e, começa a aumentar no sentido oposto, neste momento será o meio dia solar local. Nesse instante o direcionamento da sombra indicará a direção norte-sul, para o nosso hemisfério. (É importante que se faça um adendo, pois não é verdade absoluta, depende da localidade da pessoa no mapa). É necessário fazer uma marcação sob essa direção. Logo após é só posicionar o seu relógio em cima dessa marcação.

Com um relógio comum acertado com o horário de Brasília, é possível usar o relógio de sol como uma bússola. Se você sabe que o relógio de sol estará adiantado 5 minutos em relação aos relógios comuns, basta orientá-lo [...] para marcar esse horário que você terá a direção norte-sul (SOARES, et al., 2011, p. 34).

Há uma leve discrepância entre as horas determinadas pelo relógio mecânico e o analemático, isso se deve aos fatores a seguir:

- **Longitude:** é a distância angular entre o meridiano que passa pelo lugar e o meridiano de Greenwich, medida em graus, minutos e segundos sobre um paralelo, entre 0° e 180° para Leste ou Oeste. Para o caso de Santa Terezinha de Itaipu a Longitude é de 54° 29' 17" W.
- **Latitude:** é a distância angular que o separa do equador, medida em graus, minutos e segundos, sobre o meridiano desse lugar. Para o caso de Santa Terezinha do Itaipu a Latitude é 25° 21' 44" S. [ITAIPU,2018]

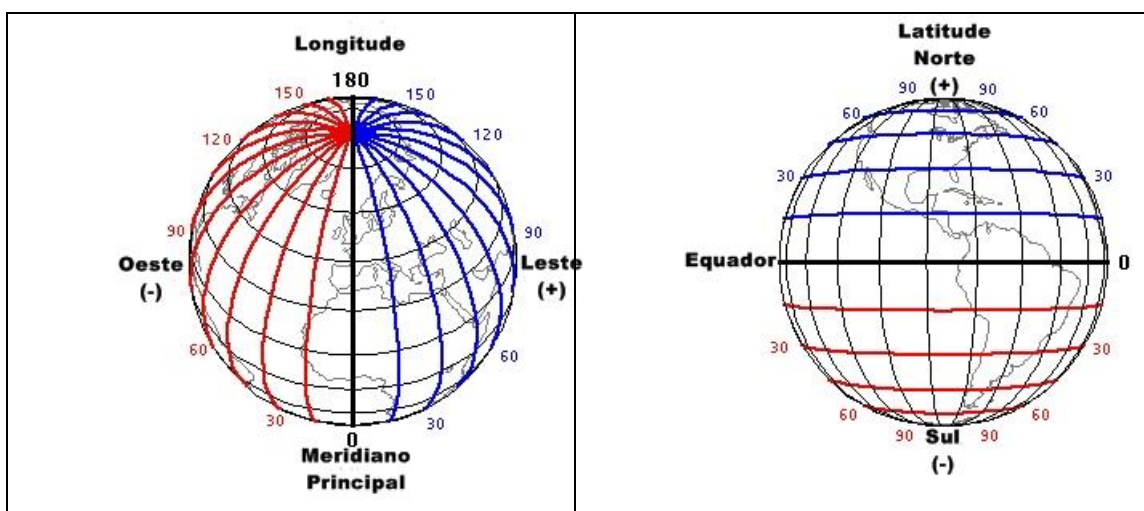


Figura 9 - Latitude-longitude

FONTE: <https://cursinhopreenem.com.br/geografia/latitude-e-longitude/> (adaptada pelo autor)

- **Eclíptica:** é o caminho descrito pelo Sol na esfera celeste e cujo plano se encontra inclinado cerca de 23°27' em relação ao plano do equador celeste. A existência de tal órbita e de um eixo inclinado constitui a origem das estações e da desigualdade dos dias e das noites nas diferentes latitudes. O tempo que o Sol leva a dar uma volta no seu movimento aparente ao longo da eclíptica é cerca de 365,242199 dias (ano solar), ou seja, 365 dias, 5 horas, 48 minutos, 46 segundos [LOPES, 2012].

A utilização do relógio analemático, é um poderoso aliado no ensino dos movimentos aparentes do Sol, no entendimento das estações do ano, da excentricidade da órbita da Terra, dos pontos notáveis desta órbita e é um forte elo entre a teoria e a prática no entendimento destes fenômenos (Fig. 10).

Um dos pontos a ser explorado é o movimento de Translação, um observador sobre a superfície consegue averiguar a variação de declínio do Sol. Este movimento determina o ângulo ao longo do meridiano celeste. Este ângulo é formado entre Equador celeste e o astro em estudo. O Equador celeste é definido como sendo a circunferência determinada pela intersecção entre a esfera celeste e o plano que passa pelo centro da Terra e é perpendicular ao seu eixo de rotação[LIMA NETO, 2013].

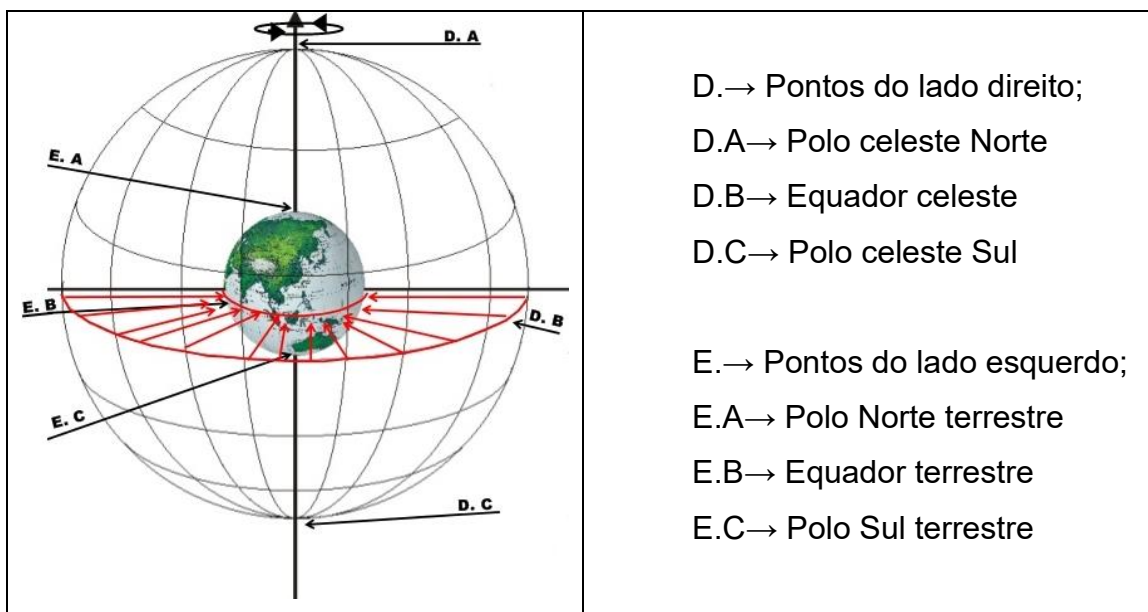


Figura 10 - Pontos notáveis  
FONTE: autor

Um meridiano celeste é qualquer arco que se estende de um polo celeste (ponto de intersecção do eixo de rotação da esfera celeste com a superfície da esfera) a outro. A declinação pode assumir valores de  $-90^\circ$  a  $+90^\circ$ , sendo positiva para astros do hemisfério norte celeste e negativa para astros do hemisfério sul celeste

A dinâmica descrita influi na inclinação e na intensidade com que os feixes de luz provenientes do Sol atingem a superfície da Terra, ocasionando a sucessão das estações. O verão no hemisfério sul (primeiro dia de inverno no hemisfério norte) inicia-se quando a sombra projetada por uma haste vertical (gnômon), no momento em que o Sol atinge sua maior altura em relação ao horizonte (meio-dia verdadeiro), apresenta o menor comprimento, e o inverno começa quando a sombra projetada nesse mesmo horário tem extensão máxima. Esses dias são denominados, respectivamente, solstício de verão e solstício de inverno. No início do verão, tem-se a noite mais curta do ano e, no princípio do inverno, ocorre a noite mais longa do ano. A data em que o dia claro e a noite possuem mesma duração é chamada de equinócio.

Há dois equinócios por ano, um marcando o início da primavera e outro o começo do outono. (Boczko 1991).

Em observância a estes dados podemos constatar que ao longo dos anos vem ocorrendo uma defasagem no nosso horário legal, pois como percebido a cada ano temos um adiantamento de 5 horas, 48 minutos e 46 segundos aproximadamente. Este adiantamento é parcialmente corrigido com o chamado ano bissexto.

Este fenômeno ocorre de 4 em 4 anos e neste ano o mês de fevereiro tem 29 dias. Com isso se todos os anos tivessem apenas os 365 dias, sobraria 5 horas, 48 minutos e 46 segundos todos os anos. Então se você multiplicar por 4 chegará a um valor de 23 horas 15 minutos 04 segundos, próximo de 24 horas[LIMA NETO, 2013]. Então ao acrescentar um dia no calendário em cada 4 anos faz esse ajuste e mantém o equilíbrio.

## **4 PERTINÊNCIAS SOBRE O PRODUTO EDUCACIONAL: METODOLOGIA, ABORDAGEM E EFICÁCIA**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

O produto educacional proposto neste trabalho consiste em uma abordagem fluida que conduzirá o professor e alunos a alguns conceitos básicos de astronomia, sua evolução e sua participação no desenvolvimento social da humanidade. O produto consiste na implementação e utilização de um kit instrumental para observações astronômicas:

A – Método de Eratóstenes para medição do raio da Terra

B – Relógio Analemático

Cada um desses tópicos deve ser contextualizado do ponto de vista histórico, deixando os questionamentos pertinentes para que os alunos se sentem estimulados em pensar sobre o tema, para já a partir deste ponto colocar o aluno em uma postura ativa diante ao tema exposto.

Tomando o PBL como a metodologia ativa norteadora do método, o professor deverá mediar pesquisas, realizadas pelos próprios alunos, sobre cada um dos temas apresentados, e estimula-los a buscar alternativas instrumentais para observação os fenômenos. Ou seja, os alunos deverão implementar seu próprio relógio analemático e reproduzir as técnicas de medida do raio da Terra. No seguimento deste capítulo, será dado detalhes sobre a abordagem e sequências para a implementação desta metodologia.

### **4.2 METODOLOGIA E ABORDAGEM**

Este produto educacional propõe o estudo de astronomia no ensino fundamental de forma em que o educando se sinta parte da proposta de ensino, uma vez que a metodologia PBL procura através de estudo de um problema pré-determinado, pelo próprio grupo de alunos, pela comunidade escolar ou até mesmo pelo professor que, para este caso está sendo aplicado. O produto propõe atividades a serem desenvolvidas pelo grupo de alunos para que os mesmos possam formular respostas através de seu conhecimento

prévio e enriquecer com conceitos históricos e atuais sobre fenômenos astronômicos e desmitificar a astronomia de senso comum.

No primeiro momento pretende-se acolher os adolescentes e deixá-los bem à vontade quanto a participação direta dos mesmo nas atividades, oferecendo a eles a leitura de textos sobre conhecimentos de astronomia. Considera-se relevante após a leitura fazer uma discussão a respeito e averiguar quais conhecimentos o grupo já possuía, com isso conseguimos alinhar nossas atividades posteriores pois podemos anotar os falsos conceitos que forem colocados ao grupo e também valorizar o conhecimento prévio do grupo.

Após estas discussões pode-se desenvolver atividade experimental que irá demonstrar o início e a expansão do universo com uma analogia simples e de fácil entendimento e de baixo custo., que consiste na “Expansão do Universo, cujo roteiro está no produto educacional

## A – MÉTODO DE ERATÓSTENES PARA MEDIÇÃO DO RAIOS DA TERRA

Uma vez analisado discutido e compreendido a importância do Sol para a vida na Terra, os alunos devem ser incentivados a buscar saber mais sobre essa nova descoberta e, podemos incentivar uma pesquisa sobre Erastóstenes e o raio da Terra, para posterior desenvolvimento desta prática. Vale ressaltar que quando Erastóstenes propôs esta atividade não tínhamos as tecnologias disponíveis de hoje, tornando esta atividade bem mais corroborativa. Essa e outras atividades extraclasse, contribui no despertar o interesse pelo conhecimento mais aprofundado de determinado tema e estimula a pesquisa, este procedimento deve resultar na medida do raio da Terra com os alunos do Ensino Fundamental séries finais (Fig. 11). Sempre é de grande valia realizar pesquisas e fornecer aos alunos informações sobre referencial teórico, bem como sobre o desenvolvimento da atividade antes de ir a campo.



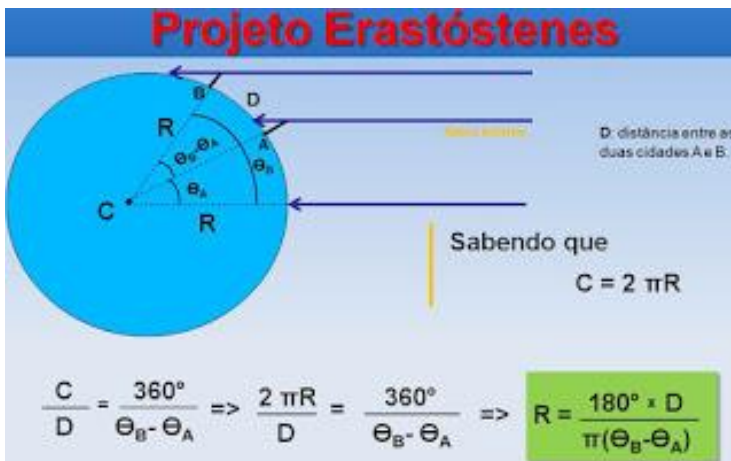


Figura 11 - Demonstração da equação  
 FONTE: [www.astronomia-stride.blogspot.com.br](http://www.astronomia-stride.blogspot.com.br)

Dentre as diferentes estratégias de utilização da história da ciência no ensino, vamos encontrar a utilização de experimentos históricos como aquela que reconhecemos detentora de grande potencial para promover uma adequada articulação da dimensão empírica do conhecimento científico na sala de aula de maneira contextualizada e culturalmente rica. (PAULA e LARANJEIRA, 2005, p. 5).

Embora sabemos que medir o raio da Terra é uma tarefa que terá resultados nem sempre conclusivo com exatidão, devido a metodologia 'primária' aplicada, mas é muito revelador no processo da dinâmica e no desenvolvimento da pesquisa científica e, por outro lado o aspecto histórico deve ser entendido como moderno trajeto no ambiente educacional, "além do fato de os dados coletados serem predominantemente descritivos (LUDKE, ANDRÉ, 1986, p. 11-12) ”.

## B – RELÓGIO ANALEMÁTICO

Muitas das tecnologias usadas hoje são legados de pesquisas primitivas, em especial iniciadas nos primórdios da humanidade e com início de observações astronômicas.

Visto que o estudo de astronomia é responsável por experimentos historicamente expressivo, estes constituem um excelente ponto de partida para instigar e despertar nos alunos novos conhecimentos.

Seguindo nossa linha de estudos sobre o movimento aparente do Sol suas posições que podem ser observadas ao longo do ano na abóboda celeste (fig. 12).

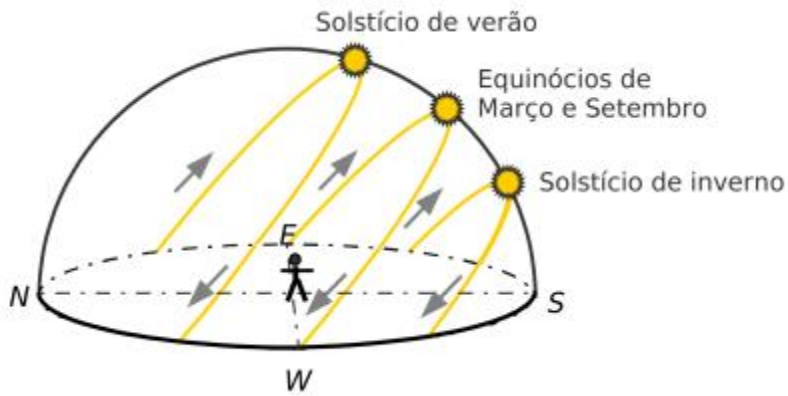


Figura 12 - Abóboda demonstrando a localização do Sol em diferentes épocas  
 FONTE: [www.cienciamao.usp.br](http://www.cienciamao.usp.br)

Para auxiliar no entendimento dos alunos nesta atividade utilizaremos o protótipo que nos norteará esses estudos (fig. 13).

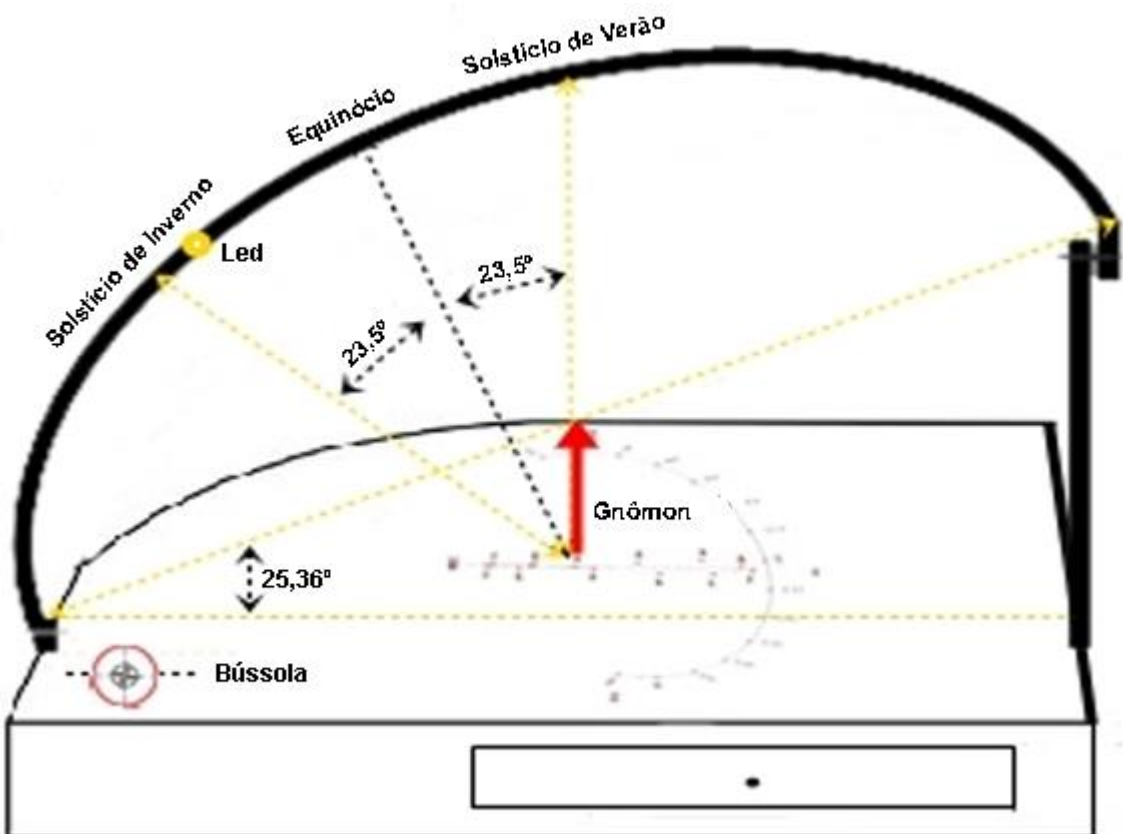


Figura 13 - Protótipo  
 FONTE: autor

Iniciamos com apresentação básica sobre o sentido do movimento solar aparente, a formação dos dias e das noites, a influência do período diurno e

noturno nas diferentes épocas do ano, salientado as estações do ano e sua importância para a vida na Terra.

É importante demonstrar que o Sol nascente aponta em diferentes posições no Oeste de acordo com a época do ano e, que o mesmo acontece com o poente. Neste protótipo podemos analisar e comprovar que a distância do Sol a Terra não influencia em sua temperatura ser maior ou menor. Outra análise é sobre o relógio analemático portátil que colocado abaixo da representação da esfera celeste podemos demonstrar as horas no decorrer dos dias e o analema formado durante um ano. Propomos também a construção de um relógio analemático na equipe e, juntamente com esta atividade propor a montagem do dispositivo para determinar os polos geográficos da Terra (passo a passo no Produto Educacional) que, posteriormente irão a campo para verificar e concretizar o conhecimento investigado e produzido.

Com esse recurso, podem ser abordadas diversas questões de Astronomia, tais como os movimentos aparentes diário e anual do Sol sobre a esfera celeste, sua relação com as sombras dos objetos e a possibilidade de se contar a passagem do tempo com base nesses fenômenos (REIS; MACHADO, 2007).

Após estudos questionamentos e esclarecimentos sobre esses fenômenos podemos introduzir através de uma prática sem utilizar cálculos matemáticos, o estudo das áreas, descrita por Kepler. Neste estudo podemos reforçar a posição da Terra sobre sua órbita e as estações do ano, deixando bem claro que este fenômeno depende da inclinação do eixo da Terra e não da posição afélio ou periélio. Neste momento poderemos falar sobre a velocidade que a Terra gira em torno de si mesma e em torno do Sol. Pode-se retornar ao protótipo e reforçar esses conceitos de movimentos, estações, dias e noites e o que mais julgar pertinente de acordo a turma e seus questionamentos.

Outro ponto positivo no uso do protótipo é a possibilidade de pontuar sobre um papel, posto abaixo do led (Sol), o analema que, na comunidade local teria que fazer isto todos os dias durante um ano.

Tem-se a oportunidade de trabalhar textos sobre o assunto, deixamos um como sugestão, na qual pode-se construir um modelo de estações do ano. Este modelo é de fácil entendimento e, mais uma vez, ressaltamos a inclinação da Terra como causa das estações do ano.

Na sequência propomos uma prática, que pode ser desenvolvida pelo professor para cada grupo, onde será apresentada a esfera celeste e seus movimentos do ponto de vista do hemisfério sul.

Para cada material a metodologia será dividida em seis etapas: Divisão de grupos de 6 ou 7 pessoas; apresentação ao tema, realizada pelo professor; pesquisa e discussões em grupos sobre o tema; elaboração dos protótipos instrumentais; coleta e estudos de dados; contextualização com os conteúdos do Ensino Fundamental-anos finais. Abaixo segue se uma sequência de abordagem dividida em tópicos:

1 – Primeiramente o professor deve-se abordar o assunto por meio de questionamentos e contextualização histórica (multidisciplinaridade), de forma que os alunos se sintam estimulados em pensar e realizar pesquisas sobre o tema (aprendizagem ativa);

2 – Em seguida os alunos, devidamente orientados pelo professor, devem iniciar suas pesquisas sobre o tema. Preferencialmente, estas pesquisas devem ser realizadas em ambiente com acesso à internet (os alunos podem usar seus próprios celulares, por se tratar de alunos do Ensino fundamental – anos finais, é conveniente que encaminhe a pesquisa disponibilizando sites já selecionados). Contudo, estas pesquisas devem ser supervisionadas pelo professor, de forma que se garanta a confiabilidade na informação. Os alunos devem sentir-se estimulados a realizar leituras e discutir o tema em grupo (o tema em si já deve ser bastante instigante, mas caso o professor considere necessário, bonifique os grupos com melhor desempenho). Estas pesquisas e discussões devem incluir aspectos conceituais ao tema e estratégias sobre implementação de instrumentos e técnicas de medidas;

3 – Talvez a etapa mais estimulante de todo o processo, onde o aluno deverá construir seus próprios instrumentos de medida e análise. Neste ponto reside fortemente a ideia do PBL, pois o aprendizado estará totalmente atrelado a um aluno desenvolvedor. O estudante deverá projetar e implementar seu instrumento ou técnica de medida. O professor e a escola têm que viabilizar todo material necessário para o aluno desenvolver seu projeto (Os instrumentos de medida para os tópicos abordados, não envolvem instrumentos além de sucatas, papéis, papelão, cola, etc.);

4 – Outra etapa de suma importância no processo, é a análise dos dados coletados pelos alunos. Momento onde os grupos discutem os resultados obtidos e tiram suas conclusões. Neste momento é muito importante o acompanhamento minucioso do professor, para que toda conclusão esteja de acordo com o conteúdo trabalhado.

Na sequência da dissertação, será mostrado em detalhes como instrumentalizar os alunos para os temas abordados.

#### A - A Construção de um protótipo portátil do Relógio de Sol Analemático

A construção de um protótipo portátil de um relógio analemático envolve, inicialmente, a escolha de material apropriado, o qual deve permitir que sua estrutura fique intacta quando ocorrer seu deslocamento para um local ao céu aberto. Após a escolha da localização plana e livre de obstáculos, o próximo passo é a orientação do relógio de Sol com a linha Norte-Sul. Essa etapa, será feita com o auxílio de um dispositivo, comentado no item relógio analemático e, que compõe seu passo a passo no produto educacional.

O dimensionamento do tamanho desse marcador de tempo foi observado devido a três fatores:

- Espaço físico, muitas vezes indisponível para a construção;
- Custo de material e mão de obra;
- Estar disponível nas escolas e ao alcance de todos.

Neste projeto de relógio analemático descrito, aplicou-se como parâmetro para a definição do seu tamanho as escalas referentes a padrões preestabelecidos no relógio Instalado no Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho - Parque Tecnológico Itaipu (PTI) e, sua descrição de material e montagem se encontra no Produto Educacional (livreto 03).

#### A.1 - DETALHAMENTO TEÓRICO DO RELÓGIO SOLAR ANALEMÁTICO

De acordo com estudos e observações, as dimensões da sombra de um objeto vertical (gnômon) variam juntamente com as estações climáticas e a localização geográfica. A vinculação que estabelece o comprimento da sombra

do gnômon ( $\hat{G}$ ) medida ao meio-dia local verdadeiro (hora determinada pelo Meridiano local, quando o Meridiano se dispões exatamente a frente do Sol, neste momento será o meio dia verdadeiro), em função da altura da haste ( $h$ ), da latitude ( $\text{L}$ ) do local (positiva no hemisfério norte da Terra e negativa no hemisfério sul) e da declinação do Sol ( $\text{D}$ ) em um dado dia, é mostrada a seguir:

$$\hat{G} = h * |\text{tg}(\text{L} - \text{D})|$$

Há um interesse particular no comprimento alcançado pela sombra do gnômon nos solstícios ( $\text{D} \approx +23,45^\circ$  no solstício de inverno do hemisfério sul e  $\text{D} \approx -23,45^\circ$  no solstício de verão) e nos equinócios ( $\text{D} \approx 0^\circ$ ), pois essas medidas servem de guia na escolha da altura do gnômon.

Na realização desta maquete, para termos como objeto de estudo posterior, nos baseamos no método descrito por Waugh (1973), e baseado no livro de Vitor Luiz Reis e Daniel Iria Machado [MACHADO, Ensino de Astronomia na escola, VOL:13. ], que descreve um modelo de desenho sobre um plano cartesiano disposto (Fig. 14):

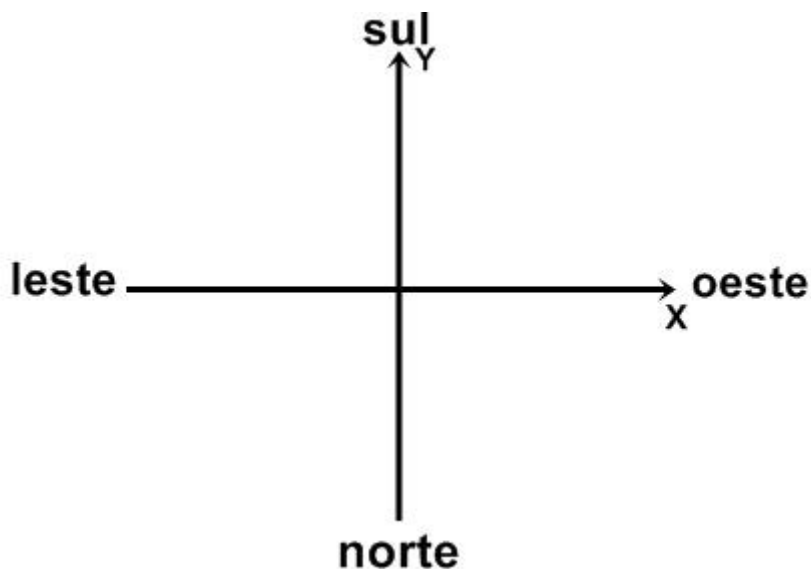


Figura 14 - Orientação geográfica  
 FONTE: autor

Na formação da elipse (Fig. 15) adotamos a sombra do gnômon, projetada ao meio dia verdadeiro, como sendo definida em função do

comprimento (l) desta sombra projetada. Para isso, o valor de (l) determina o tamanho do semieixo menor (m). O semieixo maior (M) será definido pela equação:

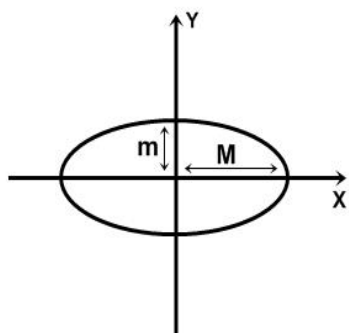


Figura 15 - Representação dos raios da elipse  
 FONTE: autor

$$M = \frac{m}{\text{sen } |\phi|}$$

Após todas as medidas estarem efetuadas e colocarmos o relógio na orientação correta, localiza-se sobre a reta da elipse os pontos pertinentes a horas e minutos. Na sequência vamos localizar o meridiano local através do ângulo horário do Sol (t) que deve ser considerado do equador celeste ao Meridiano na sua localidade. Para t antes do Sol alcançar o meridiano local atribui um valor negativo e após esse momento acontecer atribui um valor positiva.

Como sabemos, se consideramos uma esfera de 360° e a dividirmos em 24 pedaços, teremos em cada parte ângulos de 15°, considerando essa esfera sendo a Terra e esta divisão as horas do dia teremos então que 1h=15°.

Utilizando a correspondência citada acima temos que, para uma sequência demonstrativa.

Tabela 1 - Horas correspondente a latitude

Antes do meridiano local		Depois do meridiano local	
0,00h	- 180,00°	12,00h	00,00°
1,00h	- 165,00°	13,00h	15,00°

2,00h	- 150,00°	14,00h	30,00°
3,00h	- 135,00°	15,00h	45,00°
4,00h	- 120,00°	16,00h	60,00°
5,00h	- 105,00°	17,00h	75,00°
6,00h	- 90,00°	18,00h	90,00°
7,00h	- 75,00°	19,00h	105,00°
8,00h	- 60,00°	20,00h	120,00°
9,00h	- 45,00°	21,00h	135,00°
10,00h	- 30,00°	22,00h	150,00°
11,00h	-15,00°	23,00h	165,00°

FONTE: autor

Em consonância com a figura abaixo (Fig. 16) temos sobre o eixo da coordenada horizontal H uma distância que definem as horas que podemos encontra lá pela equação:

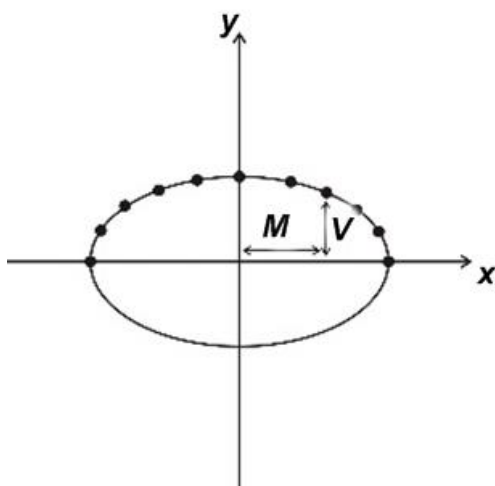


Figura 16 - Demarcação das horas sobre a elipse

FONTE: autor

$$\mathbf{H = M * sen. (t)}$$

Por outro lado, temos na coordenada vertical V da mesma figura, sobre o eixo y definem as horas em relação a origem, e a expressão que relaciona esta situação e:

$$\mathbf{V = M * sem(\varphi) * cos(t)}$$



O passo final para a construção do relógio analemático é descrever a escala das datas, que compensam a mudança na direção da sombra causada pela variação da declinação do Sol ao longo do ano. Para isso encontremos o valor de Z no eixo vertical, onde devemos colocar o gnomo, em um dia em que a declinação do Sol for  $\delta$ . Utilizando as expressões descritas abaixo podemos determinar Z para o Hemisfério Sul:

$$Z = -M * \tan \delta * \cos \varphi$$

Os valores tabelados para a declinação do Sol em todos os dias do ano podem ser conseguidos no Anuário do Observatório Nacional [ON-DAED, 2007].

Na representação abaixo (Fig. 17) demonstra o analema e a posição das horas de um relógio analemático para o município de Santa Terezinha de Itaipu-PR.

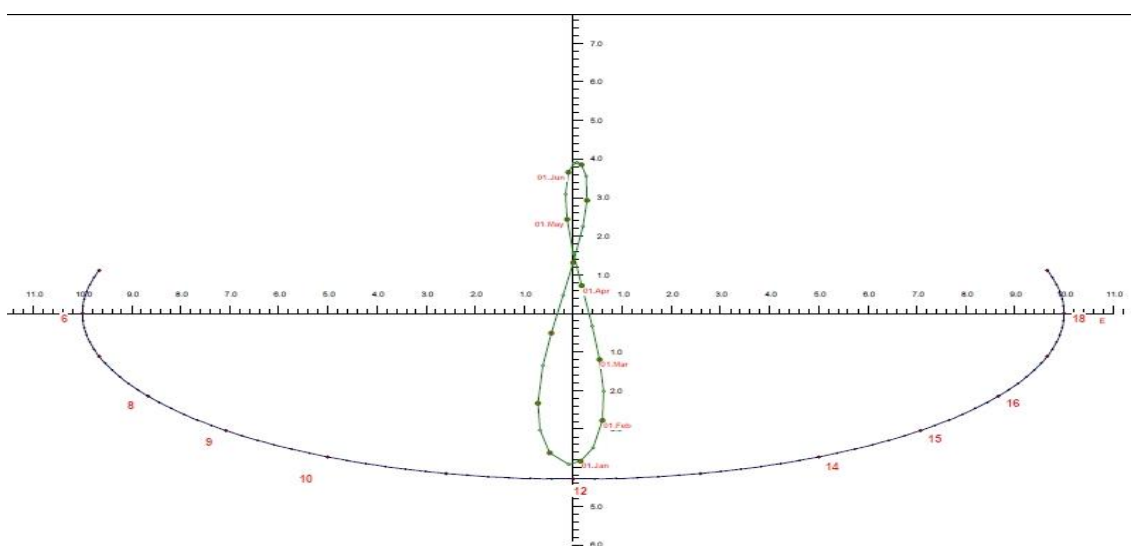


Figura 17 - Analema (aplicativo alemma 4.0)  
 FONTE: autor

O relógio do sol analemático apresenta-se como um recurso pedagógico essencial para motivar o aluno, do Ensino Fundamental – anos finais, a despertar sua curiosidade sobre o conteúdo de Astronomia e, principalmente com o uso da metodologia ativa PBL, o aluno sente se o centro do processo de ensino aprendizagem.

## 5 APLICANDO O PBL NO ENSINO DE ASTRONOMIA: RELATOS DE EXPERIÊNCIA DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

Esta capítulo está sendo utilizado para descrever as experiências e fazer uma análise sobre a aplicação do Produto Educacional tanto pelos idealizadores quanto pelo público alvo que são alunos do Ensino Fundamental – anos finais.

Neste ciclo do trabalho, procuramos relatar de forma sucinta, como foi desenvolvido o encontro e as atividades que foram planejadas, e as observações que realizamos durante as atividades.

Neste encontro de oito horas, com início às 8h e término às 17h, atividades foram desenvolvidas com alunos do sétimo ano A do Colégio estadual Dom Manoel Könner (CEDMK), situado à rua Venâncio Smânia, número 960, no bairro centro, CEP 85875-000, localizado na cidade de Santa Terezinha de Itaipu, no estado do Paraná.



Figura 18 - Instituição de aplicação do produto  
FONTE: autor

A escola oferta atendimento as quatro séries finais do Ensino Fundamental, o Ensino Médio, o Curso Profissionalizante de Formação de Docentes, o Curso Secretariado (integrado e subsequente). Funcionando na modalidade regular, atendendo também o curso do CELEM com a língua espanhola e sala de Recurso Multifuncional, nos períodos matutino, vespertino

e noturno. A instituição atende cerca de 1000 alunos divididos em 33 turmas divididas nos três turnos de ensino.

Como todos os alunos são convidados a participar, tomamos o cuidado de adaptarmos as atividades de acordo com esse contexto. As atividades foram aplicadas a turmas, em equipes de quatro alunos, conteúdo específicos do ensino fundamental, pois o tema Astronomia é contemplado nos documentos oficiais da educação básica.



Figura 19 - Sala de aula  
FONTE: autor

No encontro, que durou 8 horas, apresentamos a proposta aos alunos participantes do projeto, e procuramos identificar algumas concepções a respeito de Astronomia e fenômenos astronômicos.

Neste processo abordar as relações entre a aprendizagem significativa e a mudança da prática pedagógica com trabalhos em equipes formadas por alunos que, a partir de observações durante fenômenos astronômicos, possam

levantar dados e organizarem para um conhecimento científico. Fornecemos, portanto, alguns exemplos e sugestões para trabalhos que poderão contribuir para a pesquisa sobre educação em astronomia.

Nos quadros que seguem, descrevemos os assuntos, materiais e atividades desenvolvidas.

Tabela 2 - Quadro 1: Apresentação da Proposta, Terra plana ou esférica.

Apresentação da Proposta, verificação de concepções sobre Astronomia.			
Tema	Assuntos desenvolvidos	Atividades desenvolvidas pelos alunos participantes sob mediação do professor	Recursos utilizados na atividade:
Terra, Plana ou Esférica ?	Forma da Terra, Plana ou esférica. Aspectos filosóficos das ciências.	Inicialmente foi levantada pelo professor uma questão problema: Qual o formato da Terra, Plana ou Esférica? Após foi solicitado que cada equipe representasse a forma geométrica do planeta Terra. Em seguida pediu-se que cada equipe mostrasse sua produção. Foi realizado o confronto de conhecimentos prévios. As equipes demonstraram seus desenhos e fizeram suas explicações e justificativas do formato da Terra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação em Power point;</li> <li>Material de apoio entregue:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel sulfite</li> <li>• Lápis de cor</li> <li>• Giz de cera</li> <li>• Canetinhas</li> <li>• Régua</li> <li>• Compasso</li> </ul> </li> </ul>

FONTE: autor

Destacamos como aspectos positivos a receptividade dos alunos em relação à proposta. Durante a aplicação do produto educacional, os alunos se manifestaram de forma bastante positiva, pois inúmeras foram as perguntas que surgiram ao longo das aulas, perguntas estas que ora estava de acordo de

forma direta com o assunto que estávamos abordando ora de forma indireta ao assunto, mas sempre relacionada a tópicos de Astronomia. Aqui destacamos algumas perguntas: “Existem vida em outros planetas? ”, “ A Lua é maior que o Sol? ”, “ Porque a Terra tem formato esférico? ”, entre outras várias que surgiram.

Esses questionamentos realizados pelos estudantes, em muitas vezes, demonstram seus conceitos, a sua concepção inicial a respeito do tema tratado durante a atividade. Outras surgem durante a aplicação e outras os alunos trazem de fora do ambiente escolar, através de meios informais de aprendizagem, como revistas, noticiários em televisão ou rádio, e até mesmo por meio da internet com suas redes sociais. A pergunta formulada pelos alunos demonstra a falta de conhecimento inicial em relação à Astronomia e por outro lado demonstram a curiosidade de investigação que o tema proporciona. Inicialmente as respostas eram discutidas nas equipes e posteriormente lançadas para o confronto de conhecimento no grande grupo e supervisionadas pelo professor, para não deixar os alunos sem respostas.



Figura 20 - Alunos iniciando as atividades  
FONTE: autor

A esta ação para discussão sobre o sistema geocêntrico e heliocêntrico.

No quadro 2 relatamos a segunda atividade, exploramos os principais elementos formativos, utilizando uma metodologia dotada de aspectos tanto formativos quanto investigativos.

Tabela 3 - Quadro 2: Apresentação da Proposta, afastamento das galáxias.

Apresentação da Proposta, verificação de concepções sobre Astronomia.			
Tema	Assuntos desenvolvidos	Atividades desenvolvidas pelos alunos participantes sob mediação do professor	Recursos utilizados na atividade:
Expansão do Universo	Verificar que, quanto mais distante uma galáxia se encontra, mais rápido ela se afasta.	<p>Inicialmente, como na questão anterior, foi levantada pelo professor uma questão problema:</p> <p>Como ocorreu a expansão do nosso universo.</p> <p>Com materiais em mão cada equipe iniciou sua atividade e suas anotações.</p> <p>Em seguida realizado o confronto de conhecimentos prévios. As equipes demonstraram seus universos (balões) e fizeram suas explicações e justificativas da expansão..</p>	<p>Apresentação em Power point;</p> <p>Material de apoio entregue:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel sulfite</li> <li>• Balão</li> <li>• Cola</li> <li>• Farelo de isopor.</li> </ul>

FONTE: autor

Nesta atividade podemos perceber o quão e dificultoso para o aluno assimilar sem o uso de práticas demonstrativas a expansão do universo. Para validar o conhecimento a equipe escreveu um pequeno texto sobre o entendimento do assunto.



Figura 21 - Expansão do universo  
 FONTE: autor

Na sequência foi exposto o vídeo “A origem do Universo”

Após as observações nas equipes ocorreu o confronto de ideias no grande grupo para formulação de conhecimento científico. Após estas atividades eles reelaboraram seu texto inicial.

A seguir propomos a terceira atividade uma proposta que concretizou mediante a elaboração de uma metodologia específica que abarcou uma pluralidade de técnicas de levantamento e análise.

Tabela 4 - Quadro 3: Apresentação da Proposta, verificando a hora local e a latitude.

Apresentação da Proposta, verificação de concepções sobre Astronomia.			
Tema	Assuntos desenvolvi	Atividades desenvolvidas pelos alunos participantes	Recursos utilizados na atividade:

	dos	sob mediação do professor	
Construindo o relógio do sol analemático	Este é um dispositivo que podemos explorar a hora local pelo movimento do Sol, bem como trabalhar a latitude local e orientar os alunos sobre a inclinação do eixo imaginário da Terra.	Inicialmente, como na questão anterior, foi levantada pelo professor uma questão problema: A hora e a mesma em todos os locais do planeta? Se a diferença por que isso ocorre? O como podemos determinar a hora local? Em seguida realizado o confronto de conhecimentos prévios. As equipes demonstraram suas explicações e justificativas da construção. Na sequência levamos para testarem seus experimentos ao Sol.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação em Power point;</li> <li>Material de apoio entregue:</li> <li>• Papel sulfite</li> <li>• Papel A4espeial</li> <li>• Transferidor</li> <li>• Régua</li> <li>• Compasso</li> </ul>

FONTE: autor

Nesta atividade nos deparamos com algo inesperado para a realização da mesma, os alunos não tinham o conhecimento do uso de transferidor e compasso.



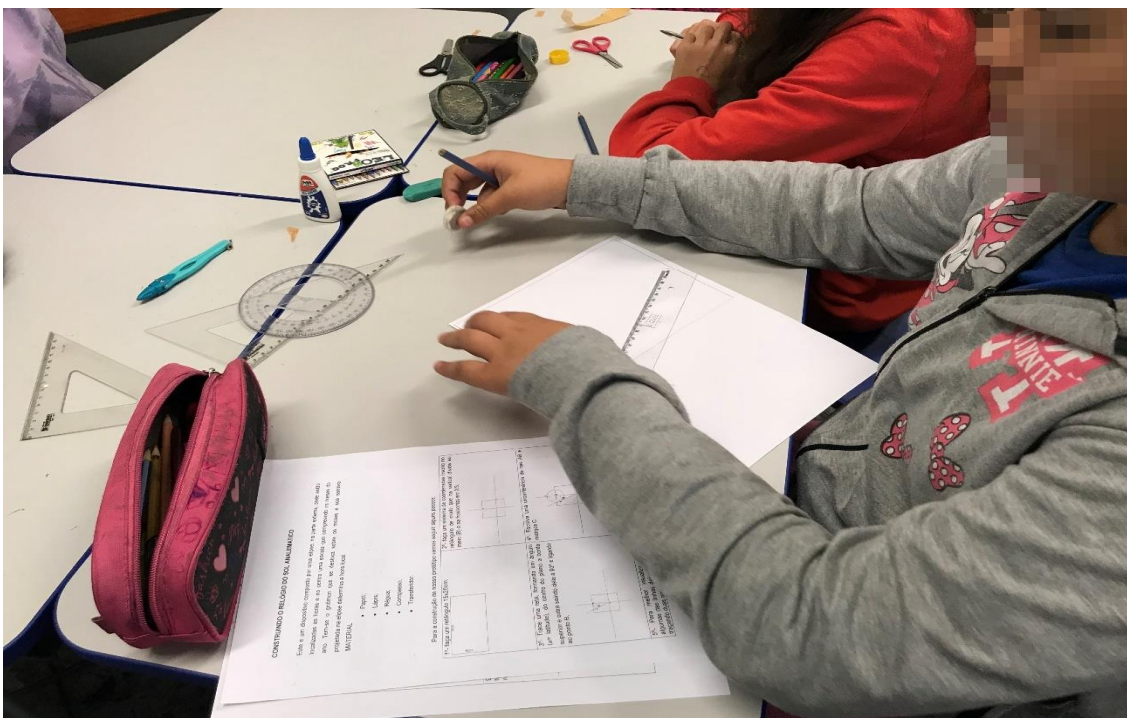


Figura 22 - Construindo o relógio Analemático  
FONTE: autor

Neste momento abrimos então um parêntese para demonstrar e tentar auxilia-los quanto ao uso destes materiais. Demonstramos a funcionalidade de ambos e explicamos o procedimento de seu uso, mas após várias tentativas de uso pelos mesmo, a atividade não saiu como era proposta, por falta de experiência no manuseio dos materiais. Pelo tempo de cronometragem das atividades e o insucesso na confecção foi entregue aos mesmos esta atividade pronta.



Figura 23 - Análise do desenho de um relógio Analemático  
FONTE: autor

Com o aporte em mão as equipes deslocaram-se para um espaço onde fizeram a constatação da hora local. (Devido ao imprevisto esta constatação foi realizada após as 17h). Onde demonstraram por desenho esta situação.

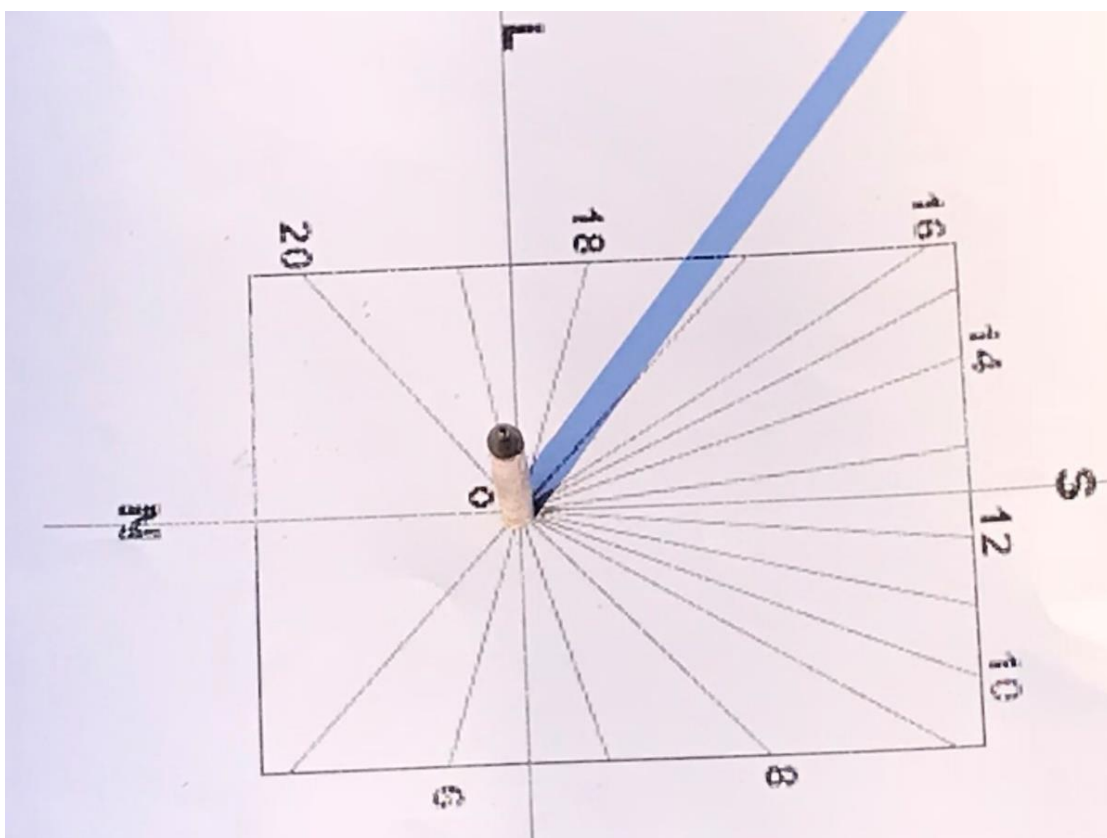


Figura 24 - Conferindo a hora  
 FONTE: autor

As atividades seguintes foram realizadas de forma simultâneas. Desejamos que processos efetivos de ensino-aprendizagem em astronomia aconteçam com mais qualidade. Expressando esta preocupação, debruçamo-nos sobre a busca dos principais elementos formativos em astronomia fornecendo subsídios para contribuir na construção do conhecimento dos anos iniciais do ensino fundamental.

Tabela 5 - Quadro 4: Apresentação da Proposta, representação do Brasil e a linha do Equador.

Apresentação da Proposta, verificação de concepções sobre Astronomia.			
Tema	Assuntos desenvolvidos	Atividades desenvolvidas pelos alunos participantes sob mediação do professor	Recursos utilizados na atividade:

Modelos do protótipo da Terra em isopor	Pintar em uma bola de isopor o Brasil e demarcar a linha do Equador.	Inicialmente, como na questão anterior, foi levantada pelo professor uma questão problema: Com desenvolvimento coletivo realizar a pintura e observar a diferença entre os continentes bem como observar a inclinação da Terra.  Esta atividade terá continuidade em outra atividade posterior.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação em Power point;</li> <li>Material de apoio entregue: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel sulfite</li> <li>• Bola de isopor (60mm de diâmetro)</li> <li>• Canetinhas</li> <li>• Giz de cera</li> </ul> </li> </ul>
---	--	---	--

FONTE: autor

Enquanto cada equipe realiza esta atividade e façam as anotações pertinentes, passamos as equipes uma a uma demonstrando a atividade do quadro 5.

Tabela 6 - Quadro 5: Apresentação da Proposta, verificação de concepções sobre Astronomia.

Apresentação da Proposta, verificação de concepções sobre Astronomia.			
Tema	Assuntos desenvolvidos	Atividades desenvolvidas pelos alunos participantes sob mediação do professor	Recursos utilizados na atividade:
Movimento aparente do Sol na esfera celeste, dias e noites	Demonstração do movimento aparente do Sol, nascer e pôr do Sol, equinócios e solstícios e	Inicialmente, como na questão anterior, foi levantada pelo professor uma questão problema: Esta atividade foi demonstrativa, usando	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação em Power point;</li> <li>• Kit astronômico (protótipo).</li> </ul>

<p>equinócio e solstício, introdução as estações do ano, demonstração de um movimento Geocêntrico, bem como a confirmação sobre fusos horários.</p>	<p>estações do ano.</p>	<p>o kit foi passado nas equipes e demonstrado as situações de estudo e explorando ao máximo cada questão levantada pela equipe. Relembrado sempre que este kit demonstra o movimento aparente do Sol na esfera celeste.</p>	<p>Material de apoio entregue:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel sulfite</li> <li>• Canetinhas</li> <li>• Giz de cera</li> </ul>
---	-------------------------	--	---

FONTE: autor

Nesta apresentação encontramos algo que é contra intuitivo; nossa experiência diária nos mostra um Sol que se movimenta de leste para oeste, naturalmente aceitaremos a ideia de que a Terra está no centro do Universo imóvel e que os demais astros giram ao seu redor. Também evidenciamos a alternância entre dia e noite, devido à passagem do Sol pelo céu diurno.





Figura 25 - Utilização do kit – Astronomia  
FONTE: autor

Esse kit, utilizada como recurso no quadro 5, serviu de objeto para que a aprendizagem se torna significativa na parte referente ao movimento retrógrado dos planetas. A situação possibilita tal explicação tanto para um sistema geocêntrico e heliocêntrico. Práticas mesmo que não interativas, possibilitam dar movimentos reais ao fenômeno, o que não seria evidenciado com a utilização de apenas o quadro branco e o pincel.

As equipes realizaram suas anotações pertinentes para posterior confronto de ideias. Lembrado que foi tratado também nesta apresentação equinócios e solstícios, estações do ano bem como nascer e pôr do Sol

Esta atividade deixa evidente a não assimilação sobre o movimento aparente do Sol, pois é comum o questionamento "isso que foi demonstrado aqui e o movimento aparente do Sol que foi comentado nas aulas de geografia e eu não tinha entendido, aqui eu vi, agora entendi", " dá para ver neste kit por que o Sol nasce antes no verão e mais tarde no inverno", "olhe a sombra do meio dia, não e igual no solstício e no equinócio", "como a Terra e meia inclinada, tem época do ano que o Sol ilumina por mais tempo a Terra", esses e outros comentários nos demonstra a importância de termos uma atividade em que os alunos possam visualizar os acontecimentos.

Ao terminar a atividade nas equipes já encaminhávamos a próxima atividade descrita no quadro 6.

Tabela 7 - Quadro 6: Apresentação da Proposta, confirmando as regiões do nascer e o pôr do Sol.

Apresentação da Proposta, verificação de concepções sobre Astronomia.			
Tema	Assuntos desenvolvidos	Atividades desenvolvidas pelos alunos participantes sob mediação do professor	Recursos utilizados na atividade:
Nascer e pôr do Sol	Representar o nascer do Sol na região Leste e o pôr do Sol na região Oeste no decorrer do ano.	Inicialmente, como na questão anterior, foi levantada pelo professor uma questão problema: Representar em um desenho o nascer e o pôr do Sol analisados com a demonstração do quadro 5. Neste desenho deverá estar representado as diferentes posições do nascer e pôr do Sol e identificar essas ações com as estações do ano. Também é pertinente fazer anotações para confrontar ideias no coletivo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação em Power point;</li> </ul> Material de apoio entregue: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel sulfite</li> <li>• Canetinhas</li> <li>• Giz de cera</li> <li>• Régua</li> <li>• Compasso</li> </ul>

FONTE: autor

Inicialmente foi solicitado aos alunos, que representassem através de desenhos, o nascer e o pôr do Sol relacionando essas questões com as estações do ano, identificando equinócios e solstícios. Nesta atividade percebeu-se que a maioria dos alunos imaginavam o Sol nascente exatamente no Leste e o Sol poente no Oeste em qualquer época do ano.

Após uma análise prévia dos desenhos e anotações realizadas por todas as equipes, foi realizada o confronto de ideias e a constatação foi unânime sobre o nascer na região leste e o pôr na região oeste.

De posse desse registro nas equipes foi demonstrado aos mesmo que estas posições solares nas épocas do ano variam a partir do equinócio de março 23º para Sul até o equinócio de verão (dezembro) e 23º ao Norte para o equinócio de inverno (junho).

Novamente recorreremos ao confronto de ideias entre as equipes, pois percebemos que além de uma reformulação do conhecimento e um ótimo momento de avaliar as atividades realizadas.

A próxima etapa exige a retirada das equipes de seu lugar e leva-los ao ambiente externo da instituição.

Tabela 8 - Quadro 7: Apresentação da Proposta, medição do raio da Terra.

Apresentação da Proposta, verificação de concepções sobre Astronomia.			
Tema	Assuntos desenvolvidos	Atividades desenvolvidas pelos alunos participantes sob mediação do professor	Recursos utilizados na atividade:
Raio da Terra e pontos cardeais.	Com auxílio de uma estaca em forma de compasso podemos estimar o raio da Terra e determinar, pela observação do movimento do Sol, os pontos cardeais.	Inicialmente, como na questão anterior, foi levantada pelo professor uma questão problema: Como podemos determinar o raio da Terra? Como localizar os pontos cardeais do seu local? Essa atividade externa demonstra o movimento aparente do Sol das 11h 50min as 12h 50min.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação em Power point;</li> <li>• Estaca giratória (acompanha o kit)</li> </ul> Material de apoio entregue: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel sulfite</li> <li>• Giz de cera</li> </ul>

FONTE: autor

Esta atividade, mostrada no quadro 7, difere das anteriores, por se tratar de uma atividade mais prática. As primeiras orientações foram realizadas no coletivo, e a partir daí iniciamos as atividades, de dez em dez minutos uma das

equipes se deslocavam até o local para demarcar o comprimento da sombra projetada pela estaca devido a ação da luz do Sol.

Então, com alguns cálculos, que envolvem a trigonometria, conseguimos determinar o ângulo de incidência dos raios solares. E depois, com uma regra de três simples, conseguimos estimar o perímetro e, conseqüentemente, o raio e o diâmetro do nosso planeta.

Apesar de poder ser aplicada em qualquer dia do ano, os dias de equinócio e solstício têm vantagens, em termos de cálculos, porque se sabe em que locais do globo os raios solares incidem perpendicularmente no solo ao meio-dia solar.

Nos dias dos equinócios, os raios solares incidem perpendicularmente sobre os locais na linha do equador. ” Enquanto no solstício de Verão incidem perpendicularmente sobre os locais no Trópico de Câncer, no solstício de Inverno incidem perpendicularmente sobre os locais no Trópico de Capricórnio”[LOURENÇO, MARTA]. Assim sendo, sabemos que nesses dias e nesses locais a sombra dos objetos é nula, o que nos permite estimar o raio do planeta Terra.







Figura 26 - Localização dos pontos cardeais e análise de dados para medir o raio da Terra  
 FONTE: autor

Esta ação desenvolveu se concomitantemente com o horário de almoço (realizado na própria instituição).

A utilização de instrumentos para estudo de temas relacionados a Astronomia vem a crescer um interesse maior pelo educando na busca do conhecimento científico.

Ao retorno guardamos essas informações para a realização da atividade em outro momento devido a não expor os alunos ao Sol intenso.

Na sala retomamos a atividade da bola de isopor conforme descrita no quadro 8.

Tabela 9 - Quadro 8: Apresentação da Proposta, estações do ano.

Apresentação da Proposta, verificação de concepções sobre Astronomia.			
Tema	Assuntos desenvolvidos	Atividades desenvolvidas pelos alunos participantes sob mediação do professor	Recursos utilizados na atividade:
As estações do ano	Estabelecer a posição da Terra em	Inicialmente, como na questão anterior, foi levantada pelo professor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação em Power point;</li> <li>Material de apoio</li> </ul>

	sua órbita em torno do Sol, identificando a passagem das estações do ano	uma questão problema: Como podemos identificar as estações do ano? Qual a posição da Terra em relação ao Sol determina as estações? Que fator (es) influencia (m) para que haja essas diferenças periódicas de estações? Essa atividade propõe que os alunos posicionem a Terra ao longo de sua órbita ( em pontos localizados ) sobre uma base.	entregue: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel sulfite</li> <li>• Giz de cera</li> <li>• Bola de isopor</li> <li>• Base</li> <li>• Palito de dente</li> </ul>
--	--	--	---

FONTE: autor

Utilizando destes desenhos, partimos para a atividade que foi distribuir a Terra sobre sua órbita.

Nesta atividade nota-se que as equipes pouco se preocuparam com a inclinação do eixo e colocaram de maneira aleatória a inclinação. Para a maioria dos alunos a estação está relacionada com a distância que a Terra se encontra do Sol. Em conversas nas equipes foi ouvido o seguinte relato: 'como a Terra desenha um ovo ao redor do Sol, quando está perto, verão, se afastando, outono, distante, inverno, se aproximando primavera.

Após a conversa em equipe, é necessário olharmos para o globo e associarmos a inclinação da Terra em seu eixo imaginário, foi então discutido as diferenças climáticas que são percebidas ao longo do ano pela incidência dos raios de luz que chegam a Terra irradiados pelo Sol.



Figura 27 - Disposição da Terra em torno do Sol  
FONTE: autor

Após as observações em equipe e a coletiva foi exibido o vídeo, que demonstra a posição da Terra de acordo com as estações do ano.

Cabe ressaltar que a motivação apresentada pelos alunos na realização das tarefas foi algo extraordinário, o que ainda não havíamos notado com tanta empolgação por parte dos alunos em dias de aula ditas normais. Nota-se com isso que a utilização de material simples é possível realizarmos esta atividade, onde novamente o aluno é parte do processo, onde ele é atuante de forma ativa no processo de ensino/aprendizagem, e não um simplesmente receptor de conhecimentos. Acreditamos que a interatividade com o material facilitou na aprendizagem de conceitos abstratos como a posição da Terra de acordo com sua inclinação para a compreensão das estações do ano. Para finalizar esta atividade foi proposto que cada equipe representasse por desenho e descrevessem as características de cada estação.

Na próxima atividade pretendemos demonstrar para os alunos a lei das áreas estabelecida por Kepler, no entanto adotamos a prática de apenas usar materiais concretos sem uso de qualquer artefato matemático para cálculo.

Tabela 10 - Quadro 09: Apresentação da Proposta, demonstração das leis das áreas.

Apresentação da Proposta, verificação de concepções sobre Astronomia.			
Tema	Assuntos desenvolvidos	Atividades desenvolvidas pelos alunos participantes sob mediação do professor	Recursos utilizados na atividade:
Segunda lei de Kepler	Estabelecer as leis das áreas com uma prática demonstrativa.	<p>Inicialmente, como na questão anterior, foi levantada pelo professor uma questão problema:</p> <p>De posse do material montado foi indagado as equipes que identificassem a maior área visualizada por eles, e também qual seria a menor.</p> <p>Essa atividade propõe que os alunos tenham uma breve noção de espaço e também podemos ressaltar sobre a velocidade da Terra ao redor de seu eixo imaginário e ao redor do Sol.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação em Power point;</li> </ul> <p>Material de apoio entregue:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel sulfite com desenho das áreas</li> <li>• Tiras de papel Paraná</li> <li>• Cola</li> <li>• feijão</li> </ul>

FONTE: autor

Nesta atividade as equipes em um primeiro momento realizaram a colagem do papel Paraná sobre o contorno das áreas e, na sequência após escolherem visualmente a maior e a menor área, realizaram os procedimentos a seguir:

1º preencher com grãos de feijão de maneira organizada e sem deixar um sobre o outro a maior área escolhida;

2º usar os mesmos grãos e completarem a área menor.

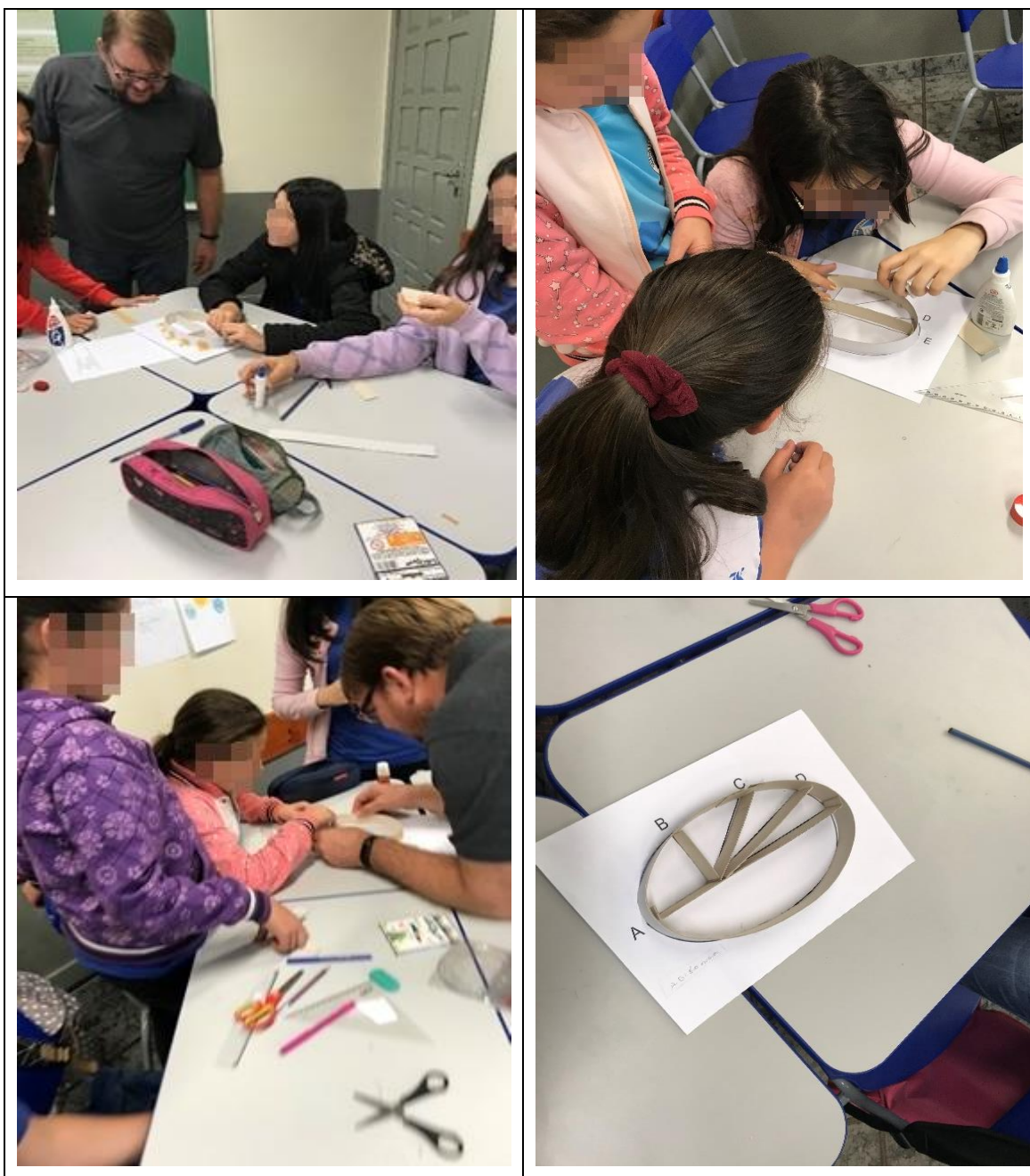


Figura 28 - Atividade Lei de Kepler  
FONTE: autor

Neste processo, ao iniciarmos um aluno comentou que todas os espaços são equivalentes, que o número de grãos seria o mesmo para cada caso, porém não conseguiu convencer os colegas por falta de argumentos, pois visualmente parece isso ser improvável. Após a realização dos passos acima e, a percepção de que as áreas são equivalentes, foram expostos a todos sobre a lei das áreas descritas por Kepler: assegura que o segmento (divisória em papel Paraná) que une o sol a um planeta (no caso a Terra) varre áreas iguais

em intervalos de tempo iguais. Uma consequência deste fato é que a velocidade do planeta ao longo da sua trajetória orbital é diferente. Sendo maior quando o planeta se encontra mais próximo do seu periélio (menor distância entre o planeta e o Sol, ou seja, menor raio representado no papel Paraná) e menor quando o planeta se encontra próximo do seu afélio (maior distância do planeta ao Sol, ou seja, maior raio representado no papel Paraná).

Após esta atividade ouve os relatos que foram descritos os movimentos da Terra ao redor do Sol e como ocorre estes processos

## 6 CONCLUSÃO

Iniciei minha carreira docente ainda cursando a faculdade, minhas condições de trabalho eram restritas em recursos materiais, por exemplo, utilizava apenas giz, quadro negro e livro didático. Por possuir uma jornada de trabalho elevado e ainda estudando, era impossível pensar em fazer uma aula baseada em outros métodos de ensino-aprendizagem, ou mesmo participar de um projeto de extensão em formação continuada. A necessidade de inovar em minha prática docente fez com que conseguisse um tempo para fazer um curso de formação continuada em nível de especialização logo após o término da graduação.

A formação continuada vem ganhando importância, pois com ela, foi possível aprender que há diversas metodologias distintas para se utilizar em salas de aula.

Com o passar do tempo busquei ainda mais capacitação, ingressando então no curso de mestrado, concomitantemente ao curso me licenciou em matemática e pedagogia e estou terminando uma nova pós-graduação para aprimorar ainda mais minhas aulas.

Nestas atividades conseguimos, através do material utilizado, apresentar aos alunos o conteúdo de Astronomia, utilizando tema motivador, de uma forma mais fascinante e elucidativa, oportunizando assim uma maior participação dos alunos no desenvolvimento das atividades, uma vez que aplicamos uma metodologia ativa pouco usada na educação fundamental, o método PBL.

Com a utilização da metodologia ativa, aproveitamos melhor o tempo de aula, o que possibilitou abordar uma quantidade maior de fenômenos. O trabalho com material para construção prática é uma ferramenta que faz parte da vida diária da maioria dos nossos alunos, o que possibilitou a criação de um ambiente favorável ao ensino e os estudantes sentiram-se estimulados e envolvidos no processo de ensino/aprendizagem.

Numa visão ativa contemplamos a pré-experimentação, com a construção dos artefatos utilizados neste trabalho, a parte experimental propriamente dita e a pós-experimentação, com a análise discursiva pelos alunos em relação a atividade. Todas as atividades tinham sua pré e pós

discussões onde os educandos podem participar ativamente do processo de ensino aprendizagem.

Novamente, houve uma manifestação por partes dos alunos, que consideramos positiva, pois eles relataram que o material oportunizou modificar o método de ensino, que antes era baseado em figuras estáticas e bidimensionais e agora estávamos utilizando um sistema tridimensional e dinâmico, com movimento.

Um grupo de alunos caracterizou a metodologia de ensino como boa, mas era necessário manter a atenção, pois esta metodologia era “nova”, para eles. Devemos ter a clareza que nossa preocupação inicial era fomentar a curiosidade sobre aspectos da Física e da Astronomia, antes mesmo de buscar encontrar indícios de aprendizagem significativa.

Sabemos que a avaliação é de extrema relevância no processo de ensino aprendizagem, pois, por meio dela, podemos diagnosticar os conhecimentos prévios e as novas aprendizagens desenvolvidas, bem como, medir se os objetivos propostos pelo projeto foram alcançados. A Avaliação deverá ser realizada durante o desenvolvimento do projeto através da observação do envolvimento dos alunos na execução das atividades propostas e por meio de acompanhamento de seus avanços com registro e na conversa entre professor e aluno/grupo, para que se possa verificar o aprendizado. Por este motivo, a avaliação “rasa” aqui apresentada, pois o projeto ora relatado e apresentado não apresenta uma conclusão sob o aspecto científico de sua validade; antes, pudemos resgatar o “gosto pela ciência”, criando atividades prazerosas que sinalizam uma disposição para aprender ciência, em geral. Os alunos entendem que com este material e esta metodologia, aprender ficou mais fácil.

Nos depoimentos dos alunos, pode-se notar uma grande aceitação por parte dos alunos ao novo método empregado em sala de aula, pois torna a aula menos monótona e saímos do método tradicional de ensino. As atividades práticas e participativas oportunizam otimizar o tempo em relação a desenhar imagens ou induzir o aluno a imaginar determinadas situações.

Na atividade de Estações do Ano, podemos observar uma das concepções mais frequentes, quando se trata das estações do ano, que é o



fato das estações ocorrerem devido à proximidade do Sol – Terra (verão) e inverno quando estão mais afastados.

Quando percebemos tal concepção, perguntamos aos alunos, então como era possível ser verão em um hemisfério e inverno em outro, pois o planeta era um só e estava a mesma distância do Sol. Imediatamente eles perceberam que não era a justificativa correta para a ocorrência das estações.

Em outra situação pertinente foi a utilização do protótipo que demonstrou aos educando o movimento aparente do Sol na abóboda celeste, onde os mesmos puderam verificar que o nascer e o pôr do Sol varia de acordo com a época do ano e, ao final puderam constatar que o Sol nasce na região Leste e se põe na região oeste.

Para finalizar, gostaríamos de apontar que as tecnologias digitais, neste trabalho, não foram em momento algum o centro de nossas atividades, mas uma ferramenta importante de apoio e recurso para as atividades desenvolvidas ao longo de nossa Unidade Didática. Contudo, não deixamos de citá-las, por entender o potencial destas para o processo de ensino e aprendizagem.

Instigar o aluno a ficar fascinado ao olhar para o Céu, a projetar outros mundos e outras existências, a interpretar que apesar de o Espaço nos conduzir a um serie de sensações, é também algo que se emociona pela exatidão da Matemática, e que, não obstante nos conduz para as incertezas dos sonhos, também nos força a compreender a objetividade da Astronomia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROIO, A.; HONÓRIO, K. M.; WEBER, K. C.; HOMEM-DE-MELO, P.; GAMBARDELLA, M. T. P.; SILVA, A. B. F. **O show da química: motivando o interesse científico**. Química Nova, v. 29, n. 1, p. 173-178, 2006.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrius. **Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v.3, n. 1, 2001.

BARROS S. G. **La Astronomía en textos escolares de educación primaria. Enseñanza de las Ciencias**, v.15, n.2, p.225-232, 1997.

BARROSO, M. F.; BORGIO, I. **Jornada no Sistema Solar**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 2, 2502, 2010.

BERNARDES, A. O. **Poluição luminosa**. Física na Escola, v. 12, n. 1, 2011.

BERNARDES, T. O.; IACHEL, G.; SCALVI, R. M. F. **Metodologia para o ensino de Astronomia e Física através da construção de telescópios**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 1, p. 103-117, abr. 2008.

BOCZKO, R., **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1991.

BRASIL, Ministério da Educação, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental – Ciências Naturais**. Brasília: FNDE, 1998. 130 p.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília. FMEC/SEF, 1998.174 p.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997. 126 p.126 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais / Ciências Naturais (5ª à 8ª séries)**. SEF. Brasília, 1998.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio-Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnologia, 2002.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnologia, 1999.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/Semtec, 2002. v. 2.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. PCN+: Ensino Médio – **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2002. 141p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais** / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, UNICAMP, 1999.

CANALLE, J. B. G. et al. **Análise do conteúdo de Astronomia de livros de geografia de 1º grau.**, v.14, n.3, p.254-263, 1997.

CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N.; NUNES-NETO, N. F. **Sobre a ética ambiental na formação do biólogo.** Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental (REMEA), vol.30, n.1, jan./jun. 2013.

COSTA, V. C. (2011). **Aprendizagem baseada em problemas (PBL).** Revista Távola Online, (5-3).

DIRETRIZES CURRICULARES DE CIÊNCIAS PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA-Disponível na página do Portal Educacional do Estado do Paraná <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br> – acesso em 06/11/2016.

FARIA, R. P. **Fundamentos de Astronomia.** 3.ed. São Paulo. Papiros, 1987

FERRARI B. G., Soares, P. A. T., e Fogo, R. (2009). **Física básica.** v. único. São Paulo, SP: Editora Atual.

ITAIPU. Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho. **Fundação Parque Tecnológico Itaipu,** Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho, Foz do Iguaçu, Paraná, 2018.

KANTOR, C. A. **A ciência do céu: uma proposta para o ensino médio.** São Paulo: USP/IF/SBI-037/2001. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Instituto de Física. Departamento de Física Experimental. São Paulo, 2001.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores.** 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru. MEC/SEF, 1998. 138p.

LIMA NETO, G. B. **Astronomia de Posição: notas de aula**. In: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. São Paulo: Universidade São Paulo, 2013. Disponível em <https://www.astro.iag.usp.br/gastao/astroposicao.html>. Acesso dezembro 2017.

LOPES, Maria do Céu (2012). **O Calendário Atual. História, algoritmos e observações**. Millenium, 43 (junho/dezembro). Pp. 107-125.

LOURENÇO, Marta (2014). **Este sábado vamos todos ser Eratóstenes e medir o raio da Terra**. Disponível em <https://www.publico.pt/2014/06/20/ciencia/noticia/hoje-vamos-todos-ser-eratostenes-e-medir-o-raio-da-terra-1659861>. Acesso em julho 2017.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

M.R.D. Kawamura e Y. Hosoume, **Física na Escola** 1(2), 22 (2003).

MACHADO, D. I. **Modelo didático para simulação do movimento aparente do Sol na esfera celeste e as sombras dos objetos**. In: LONGHINI, M. D. (Org.). **Ensino de Astronomia na escola: concepções, ideias e práticas**. Campinas: Átomo, 2014. cap. 13.

MAGALHÃES, Gabriel Maria Vieira da Silva. **Clube de Astronomia: Um Manual de Projetos e Atividades Passíveis de Serem Desenvolvidos Numa Escola do Ensino Básico**. Tese de Mestrado. Departamento de Matemática Aplicada. Faculdade de Ciências da Universidade de Porto (FCUP). Porto, Portugal. 2007.

MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. (orgs). **Aprendizagem Baseada em Problemas: Anatomia de Uma Nova Abordagem Educacional**. Fortaleza: Hucitec, 2001.

MAYALL, R. N.; MAYALL, M. W. **Sundials: their construction and use. Mineola: Dover, 2000. ... and construction**. New York: Dover, 1973.

MEDEIROS, A.; MONTEIRO Jr., F. N. **Algumas tendências na utilização de reconstruções experimentais históricas no Ensino da Física**. In: SEMINÁRIO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA (SBHC), VIII, 2001a, Museu de Astronomia, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://alexandremedeirosfisicaastronomia.blogspot.com.br>. Acesso em: março, 2018.

NOGUEIRA, S.; CANALLE, J. B. G. **Astronomia: ensino fundamental e médio – Coleção explorando o ensino**. v. 11. Brasília: MEC; SEB; MCT; AEB. 2009.

NOGUEIRA, SALVADOR. **Astronomia: ensino fundamental e médio / Salvador Nogueira, João Batista Garcia Canalle**. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 232 p.: il. – (Coleção Explorando o ensino; v. 11)

NUNES, C. **Diretrizes Curriculares Nacionais – Ensino Médio**, Rio de Janeiro: DP & A Editora, 2002.

NUSSBAUM, J. **Astronomy teaching: challenges and problems, IVth International Conference on Teaching Astronomy**, Barcelona (1990).  
Investigación didáctica en Astronomía: una selección bibliográfica. Enseñanza de las Ciencias, v.13, n.3, p.387-389, 1995.

ON-DAED. **Anuário do Observatório Nacional 2007**. Disponível em:  
[http://www.on.br/institucional/portuguese/biblioteca/anuario\\_2007/anuario-menu.html](http://www.on.br/institucional/portuguese/biblioteca/anuario_2007/anuario-menu.html).

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **A física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1999

PARANÁ. Secretaria do Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Ciências**. Curitiba, 2008.

PAULA, R. C. O.; LARANJEIRA, C. C. **O uso de experimentos históricos no ensino de Física: um resgate da dimensão histórica da ciência a partir da experimentação**. Bauru: In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 5, 2005, Bauru. Atas... São Paulo: ABRAPEC, 2005.

RAKNOI, A. An Introduction. In: \_\_, ed. **The universe at your fingertips: an astronomy**. Estados Unidos da América. Project Astro. 1995. Cap. 1, p. 1-4.

REIS, V. L.; MACHADO, D. I. **A construção de um relógio de Sol analemático e seu uso como instrumento didático**. CONGRESSO DA ACADEMIA TRINACIONAL DE CIÊNCIAS, 2., Foz do Iguaçu, 2007. Anais... Foz do Iguaçu, Unioeste, 2007.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. - **A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. Tese de Doutorado da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

REIS, Vitor Luiz; MACHADO, Daniel Iria. **A Construção de um Relógio de Sol Analemático e seu Uso como Instrumento Didático**- Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n.10, p. 23-35, 2010.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da ciência: da antiguidade ao renascimento científico** / Carlos Augusto de Proença. — 2. ed. — Brasília: FUNAG, 2012.

SCHMIDT, R. A. e WRISBERG, C. **Aprendizagem e performance motora: uma abordagem baseada no problema.** Porto Alegre: Artmed. 2001.

SOARES, Leonardo Marques; PRADO, Francisco de Borja López de; VIEIRA, Rodrigo Drumond; NASCIMENTO, Silvania Sousa do. **O relógio de sol horizontal como instrumento para o ensino de ciências.** Revista Interlocução, v.4, n.4, p.28-39, junho, 2011.

SOBRINHO, A. A. **O olho e o céu** – contextualizando o ensino de Astronomia no Ensino Médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN, 2005.

S. C. SOUZA e L. DOURADO **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande de Norte** - IFRN 2Universidade do Minho (Portugal) samir.souza@ifrn.edu.br\*

TREVISAN, R. H. **Assessoria na avaliação do conteúdo de Astronomia dos livros de ciências do primeiro grau.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.14, n.1, p.7-16, 1997.

**Anexo I**  
**Produto Educacional**  
**APRENDIZAGEM BASEADA EM**  
**PROBLEMA APLICADO NO ENSINO DE**  
**ASTRONOMIA NO ENSINO**  
**FUNDAMENTAL - SÉRIES FINAIS**

Na última década, por se tornar matéria obrigatória no ensino Fundamental e Médio, o ensino da Astronomia vem se tornando objeto de pesquisa cada vez mais relevante na área de Educação em Ciência. Contudo, tirada algumas ações individuais, pouco vem se fazendo em sala de aula neste sentido. Este produto educacional surge com o intuito principal de auxiliar e instrumentalizar professores, principalmente do ensino fundamental, ao ensino de tópicos de astronomia. Norteados pelo método de Ensino Baseado em Problemas (PBL – Problem Based Learning), apresentamos neste material propostas de abordagem para três temas:

1) Relógio de Sol: Tomando como base um protótipo de relógio analemático, que pode ser produzido pelos próprios alunos, e por meio de perguntas previamente selecionadas, lançamos o aluno ao universo de movimentos relativos, no caso do planeta Terra com relação ao Sol, e introduzimos o conceito científico de dia e noite;

2) Seria mesmo a Terra redonda? Este é um questionamento que surge aos alunos de várias idades, dada sua altíssima exposição a conteúdos anticientíficos, que encontram em redes sociais. Contornamos este problema com o simples e belo experimento de Erastótenes para medição do raio de curvatura da Terra;

3) A terceira parte deste material, apresenta uma maneira lúdica e ativa para demonstrarmos a lei das áreas, de Kepler, utilizando bolinhas de missangas, e a lei de Hubble, sobre a expansão do Universo, utilizando uma bexiga.

Como o leitor poderá observar, o conteúdo deste material pode ser apresentado ao aluno de forma lúdica e interdisciplinar, envolvendo várias das disciplinas do ensino fundamental, desde ciências à história e matemática. Mais do que reforçar a importância do ensino da Astronomia, este material vem apresentar a Astronomia como uma ferramenta riquíssima para o ensino de diversos conteúdos.

Por fim, neste anexo, o material é apresentado em formato “PDF”, contudo, foi produzido em extensão “EPUB”, extensivamente utilizada para leitura de livros virtuais. O “EPUB”, o “PDF”, e o código fonte deste material, serão amplamente divulgados e disponibilizados gratuitamente na página: <http://sci-nuts.com.br>, um site de grande relevância em divulgação científica. A ideia é construir nesta página um espaço para professores de ensino médio e fundamental, onde poderão encontrar materiais com foco ao ensino em sala de aula.





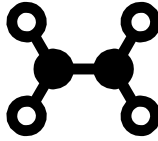
**APRENDIZAGEM  
BASEADA EM PROBLEMA  
APLICADA NO ENSINO DE  
ASTRONOMIA PARA O ENSINO  
FUNDAMENTAL – ANOS FINAIS**

**ADELINO ZANONE**

# CONT E Ú D O

<b>I N T R O D U Ç Ã O .....</b>	<b>6</b>
<b>__O UNIVERSO E A CRIANÇA .....</b>	<b>9</b>
<b>RELÓGIO DE SOL.....</b>	<b>14</b>
<b>__CONSTRUINDO O RELÓGIO DE SOL ANALEMÁTICO.....</b>	<b>15</b>
<b>__KIT ASTRONÔMICO .....</b>	<b>22</b>
<b>__E SE NÃO TIVER LUZ SOLAR?_O QUE FAZER?.....</b>	<b>22</b>
<b>__MANUSEIO DO KIT ASTRONÔMICO ....</b>	<b>25</b>
<b>__MOVIMENTO APARENTE DO SOL E SUAS CONSEQUÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>
<b>__RELÓGIO ANALEMÁTICO.....</b>	<b>28</b>
<b>COMO MEDIR O RAI O DA TERRA? PERGUNTE A ERATÓSTENES.....</b>	<b>30</b>
<b>__COMO MEDIR A_CIRCUNFERÊN CIA DA TERRA? .....</b>	<b>32</b>
<b>__COMO PROCEDER PARA REALIZAR ESTE EXPERIMENTO .....</b>	<b>34</b>
<b>EXPERIMENTO FLEXÍVEL PARA CALCULAR A CIRCUNFERÊNCIA DA TERRA .....</b>	<b>35</b>
<b>__MEDIÇÃO DO RAI O DA TERRA .....</b>	<b>38</b>
<b>A EXPANSÃO DO UNIVERSO.....</b>	<b>45</b>
<b>LEIS DE KEPLER .....</b>	<b>50</b>
<b>__LEI DAS ÁREAS SEM CÁLCULOS.....</b>	<b>50</b>
<b>__MONTAGEM DO EXPERIMENTO .....</b>	<b>52</b>

<u>    </u> MEDIÇÃO DAS ÁREAS SEM CÁLCULOS	54
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>55</b>
<b>R E F E R Ê N C I A S</b> .....	<b>57</b>
<b>SITES VISITADOS</b> .....	<b>58</b>
<b>ANEXO I</b> .....	<b>60</b>
<u>    </u> QUESTIONÁRIO ALTERNATIVO COM SUGESTÕES DE RESPOSTAS. ....	60
<b>ANEXO II</b> .....	<b>64</b>



## INTRODUÇÃO

Num mundo com tantas tecnologias, a escola representa papel importante na inserção das crianças nesse contexto, com o estímulo à interação com aparatos da vida moderna que nos cercam, sem porém perder de vista a discussão sobre a origem desta tecnologia. O papel da escola é despertar no aluno o gosto pela ciência, dar-lhes a oportunidade de conhecer os fascínios que os fenômenos do universo despertam no ser humano. Neste aspecto a Astronomia tem a capacidade de resplandecer esses conceitos sob a ótica da criança.

Daremos oportunidade às crianças averiguarem a composição do universo e a sua origem tópicos que enchem a mente de todos e instigam nosso imaginário.

Assim como nós, a criança, um ser com muitas curiosidades e cobiça de conhecer a si mesma e seu lugar no mundo, já possui instinto natural para a pesquisa, bastando apenas dar-lhes um caminho para investigar os elementos estudados pela Astronomia.

*“Com estas características, a astronomia se torna um conteúdo curricular com grande possibilidade de desenvolver, nos estudantes, uma*

*visão integrada da ciência. No estudo da astronomia é possível inter-relacionar as diversas áreas do conhecimento, de forma natural*” – Carvalho, 1998.

A Astronomia não será apresentada como uma disciplina do ensino de ciências, mas essencialmente como uma ferramenta para discutir ciências, construção de conhecimento e servir como parâmetro de ensino e de aprendizagem.

## POR QUE ENSINAR ASTRONOMIA?

São vastas as interrogações a respeito da origem do Universo, muitas delas ocupam nossa mente e excitam nossa imaginação. Levamos em conta que as crianças buscam a cada dia respostas a questões que lhes veem à mente a todo momento, sendo elas natas pesquisadoras sobre si mesma e sobre o lugar que elas ocupam no mundo.

*“Na vida, quase tudo parece depender das estrelas. Ou melhor, tudo em nossas vidas depende efetivamente de um desses corpos celestes: o Sol, nossa estrela central. Basta lembrar que a vida existe, porque existe a luz do Sol. Apesar disto, muitas vezes, imaginamos que as estrelas, sempre cantadas em prosa e versos, servem apenas para alimentar nossos sonhos. Conhecer como nascem, vivem e morrem as estrelas é conhecer como surge a luz, bem como tudo aquilo que dá origem e serve de sustentação à vida. Essas questões, portanto, ligam a natureza do universo às próprias raízes da gênese humana” - Ivanissevich.*

A escrita deste livro parte de uma curiosidade particular sobre o ensino de Astronomia que tem muitos questionamentos e poucas respostas coerentes, em especial no ensino fundamental e também por ser um tema de investigação que, pode ser adaptado ao estudo de Aprendizado Baseado em Problemas - ABP.

Este livro emprega o uso de metodologia ativa em especial o ABP, que busca explorar o conhecimento prévio das crianças sobre a Astronomia para que nelas sejam aguçadas as habilidades de observação, registros, levantamento de hipóteses e realizadas em pequenos grupos com a generalizações na construção de seus próprios conhecimentos após discussões no grupo. Uma didática embasada na indução de curiosidades, perguntas, e busca de respostas pode ser vista como uma alternativa predisposta ao desenvolvimento cognitivo da criança ou por que não de um jovem aprendiz. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído. Esta metodologia busca estimular a curiosidade das crianças sobre Astronomia, despertando o pensamento investigativo e reflexivo, possibilitando a essas crianças a conquista de novos saberes com caráter científico.

A escrita desse livro tem como objetivos desvendar, em parte, a ciência que chamamos de Astronomia por meio da:

- exploração e apreciação de novos conhecimentos a respeito do universo;
- compreensão de conceitos e fenômenos do nosso sistema solar;

- desenvolvimento de atividades para verificar a extensão do raio da Terra pelo experimento de Eratóstenes;
- construção e aplicação de conceitos sobre o relógio analemático.

Dentro desta perspectiva torna-se possível uma proposta que busca construir junto com as crianças hipóteses que levam ao entendimento do Universo; o movimento aparente do Sol na abóboda celeste e a relação de tudo isto com a nossa vida (dias e noites, as estações do ano, etc.), tudo em um cenário que aguça a imaginação, a criatividade e desenvolva o pensamento científico na criança.

## O UNIVERSO E A CRIANÇA

É comum olharmos para o céu e nos questionar: de onde vieram os planetas, o Sol, as estrelas, o universo? Ou observando nosso planeta e perguntar de onde vieram as rochas, os animais, as plantas e os seres humanos? Agora imagine isto na cabeça de uma criança que vem descobrindo e aprendendo a cada dia.

Nosso objetivo é colaborar com essas crianças na formação de conceitos reais sobre a formação do universo e o entendimento dos fenômenos astronômicos que ocorrem no seu dia a dia.

*“Pode parecer estranho perguntar à uma criança de onde vêm o Sol, a Lua e as estrelas. A idéia não nos ocorre, aliás, durante anos e, assim que ela se apresentou, demoramos muito tempo para executá-la, com medo de que*

*as crianças julgassem que nos divertimos a suas custas. Na verdade, não existe questão absurda para as crianças” - Jean Piaget.*

É muito comum que as crianças nunca separem o Sol do céu em seus desenhos. Para elas, o Sol pertence ao céu, do mesmo jeito que os olhos pertencem a cabeça de uma pessoa. Ela só começa a entender que o Sol nem sempre faz parte do céu, quando ela utiliza seus poderes de observação, e irá começar a pintar o mesmo de modo diferente. Os outros astros existentes na esfera celeste vão aos poucos sendo observados no decorrer do desenvolvimento da criança. Com o passar dos anos elas vão entendendo o significado de cada um desses astros e confirmando a teoria de que eles sempre estavam presentes na esfera celeste.

Atualmente sabemos que a Lei de Lavoisier, ~~como~~ inicialmente foi proposta, só não se aplica em seu enunciado original às Reações Químicas, mas é utilizada por muitos para justificar vários acontecimentos e os mais diversos pensamentos:

*“A palavra deve fazer nascer a idéia, a idéia deve representar o fato; fazem-se três impressões de um mesmo selo e, como são as palavras que conservam e transmitem as idéias, disto resulta que não se pode melhorar a linguagem sem aperfeiçoar a ciência, nem a ciência sem a linguagem, e que por mais certos que fossem os fatos, por mais justas que fossem as idéias geradas, elas ainda só transmitiriam impressões falsas, se não tivéssemos expressões exatas para designá-los” -Lavoisier.*

Pode-se dizer que esse também é o papel do ensino de Astronomia, sobretudo os livros didáticos, adotados muitas vezes como referência principal, quando não a única, que direcionam o olhar dos



professores e alunos que passam a entender a ciência como neutra, isolada dos acontecimentos passados e das influências sociais e centrada na genialidade dos indivíduos.

A utilização desse ou de outros contextos da história da ciência para o ensino, pode auxiliar o professor a promover a discussão com os alunos sobre como o processo científico, desde a formulação dos problemas até o direcionamento que se dá à pesquisa, é vinculado e influenciado pelo contexto social de determinada época.

De acordo com o enunciado “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”, podemos iniciar nosso estudo levando ao nosso aluno o problema que dá origem ao Universo, questionando-os: como você, com os estudos proporcionados até agora, consegue descrever o surgimento do Universo.

*“Será comum vários questionamentos e hipóteses, que devem sempre ser consideradas pelo professor e, encaminhar para que todos possam remodelar seus conhecimentos empíricos para um conhecimento científico. A Astronomia é considerada o primeiro conhecimento humano organizado de forma sistemática” - Mourão.*

Cabe ao professor ressaltar como iniciou o processo de formação do Universo, os movimentos da Terra entorno do Sol e salientar sobre a geometria terrestre.

Nas orientações pode-se iniciar com o surgimento dos átomos, os primeiros a surgirem foram os de hidrogênio, elemento mais simples que existe na natureza, e de hélio, que constituem em sua maioria o Sol. Os elementos formam nuvens

moleculares gigantes que podem dar origem às estrelas. As estrelas, em sua formação, podem gerar discos de acreção em seu entorno, os quais darão origem a planetas.

Inicialmente, os planetas tinham temperaturas elevadas. A Terra, por exemplo, não tinha água em seu estado líquido quando se formou. Foram necessários milhões de anos para que se resfriasse. Isso permitiu a formação de rios e oceanos, nos quais os cientistas escrevem que surgiram as vidas primárias, as plantas, os bichos e, entre eles, o homem.

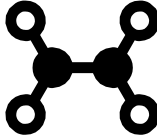
Por outro lado, vale ressaltar que nem todos os cientistas concordam sobre detalhes do Big- Bang e que as galáxias povoaram todo o universo. É raro existir uma galáxia isolada. Elas tendem a se juntar em grupos que podem incluir desde dezenas de galáxias até superaglomerados, com milhares delas. A Via Láctea, onde estão o Sol e os oito planetas (Júpiter, Saturno, Urano, Netuno, Terra, Vênus, Marte e Mercúrio).

Vale ressaltar que toda essas idéias e pensamentos vem sendo indagadas pela humanidade desde a antiguidade. Alguns sábios estudiosos como: Aristóteles, Isaac Newton, Nicolau Copérnico, Galileu Galilei, entre outros, já realizavam estudos e questionamentos sobre o universo em busca de conhecimentos sobre sua origem. Esses e muitos outros estudiosos, dedicaram parte de seu tempo ou sua vida para que hoje pudéssemos ter um vasto repertório a ser pesquisado acerca deste conteúdo.

O objetivo desse livro é despertar o interesse pelo estudo científico para que as crianças possam ter

um olhar esclarecido sobre o mundo. Ofertando-lhes estes estímulos no Ensino Fundamental, onde as crianças se interessam por novas descobertas, proporciona uma assimilação dessas novas informações de maneira rápida e produtiva cumprindo assim o principal papel da escola que é o de formação de gerações conscientes de suas possíveis contribuições para com a sociedade.

Contudo, vale ressaltar que esses conceitos aprendidos são provenientes do conhecimento científico acumulado por gerações e que, no futuro, a criança poderá ela própria se tornar um cientista e propor novas descobertas, novas teorias, agregando conhecimento e, quem sabe, encontrar respostas para as perguntas mais fundamentais que nos acompanham desde o início de nossa existência.



## RELÓGIO DE SOL

Estamos propondo uma atividade que apresenta elementos de motivação e que tem o intuito de despertar no aluno a vontade de aprender o conteúdo que está sendo abordado. Uma aula com metodologia ativa, longe do modelo quadro-giz, buscando com que o estudante questione, discuta, reflita e faça suas anotações para contribuir com o grupo, e assim ocorrer a aprendizagem. Os novos métodos têm que ser apresentados para que nossos alunos deixem de fazer simples reprodução de conhecimento e possam, partindo de seu conhecimento prévio, formular questões, obter respostas e construir um novo conhecimento científico através de suas descobertas.

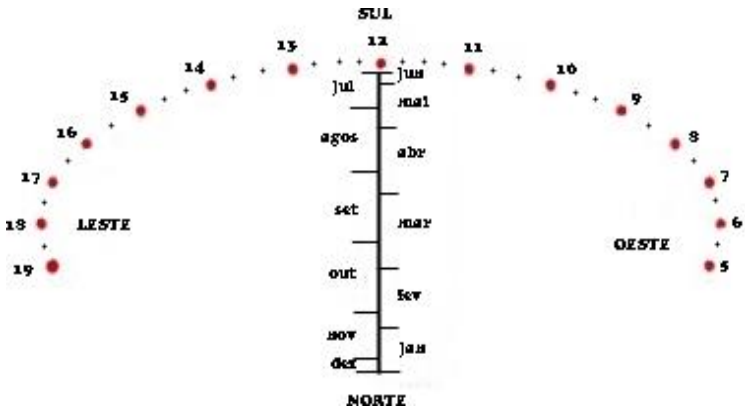
A Astronomia está semeada no dia a dia dos alunos, através de livros, filmes e reportagens, e estes nem sempre trazem conceitos científicos apurados e podem gerar nos alunos dúvidas conceituais. Ações como esta se fazem necessárias para ajudar os alunos a compreenderem conceitos astronômicos no ensino fundamental:

*“O Ensino Fundamental é muito importante para a formação do cidadão, pois além de ser onde está maioria dos estudantes é onde a maior parte dos conteúdos é apresentado aos alunos” – Carvalho, 2008.*

Buscamos propor recursos pedagógicos para que a Astronomia possa ser apresentada de maneira cativante para os alunos, e aqui apresentamos o relógio de Sol, em especial edição o relógio analemático.

## CONSTRUINDO O RELÓGIO DE SOL ANALEMÁTICO

Este é um dispositivo composto por uma elipse na parte externa, onde estão localizadas as horas, e no centro uma escala que compreende os meses do ano. Tem-se o gnômon que se desloca sobre os meses e sua sombra projetada na elipse determina a hora local.



Representação do relógio analemático (autor)

Dependendo da precisão dos cálculos e do cuidado na sua construção e posicionamento, os erros não superam 5 minutos. Este modelo, apresentar uma certa exatidão, porque é projetado levando em conta a latitude do lugar e a posição do gnômon em relação ao mostrador dependerá da época do ano.

Material:

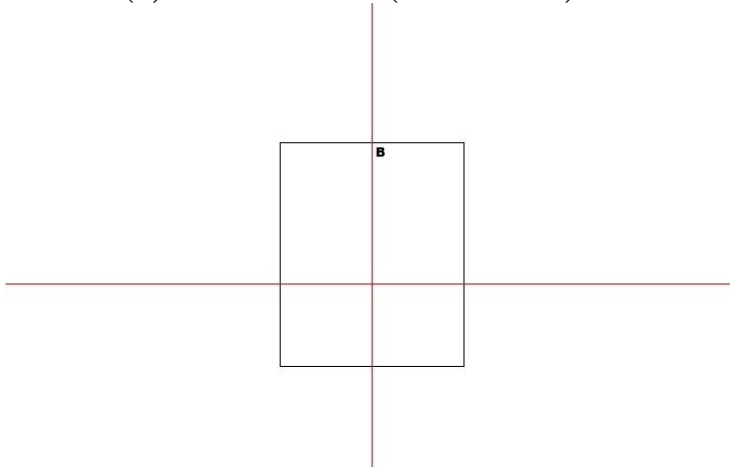
- papel;
- lápis;
- régua;
- compasso; e
- transferidor.

Para a construção de nosso protótipo vamos seguir alguns passos:

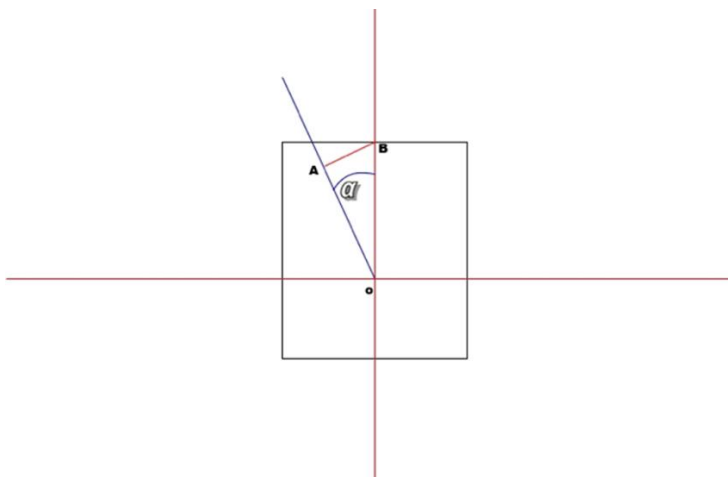
1. faça um retângulo 15x20cm;



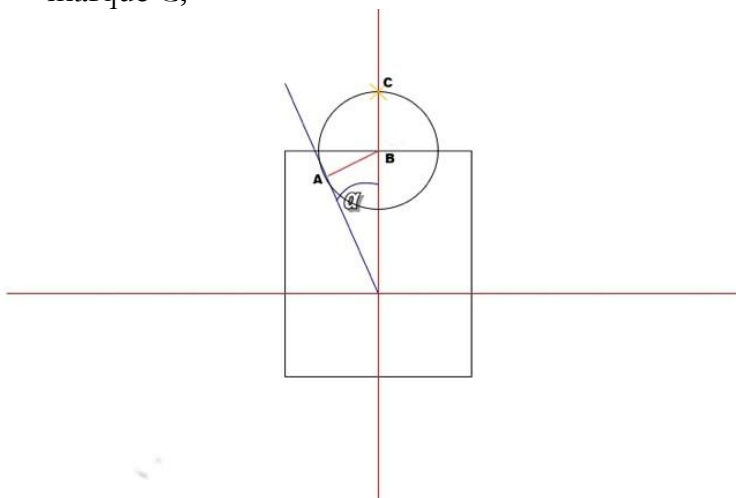
2. faça um sistema de coordenadas inscrito no retângulo de modo que na vertical (Norte/Sul) divida ao meio (B) e na horizontal (Leste/Oeste) em 2/3;



3. trace uma reta, formando um ângulo do (latitude local) centro do plano a borda superior e outra saindo dela a  $90^\circ$  e ligando ao ponto B;

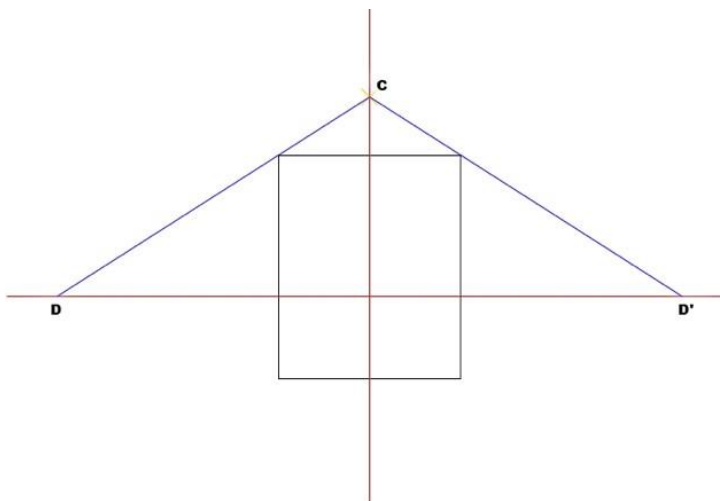


4. escreva uma circunferência de raio AB e marque C;

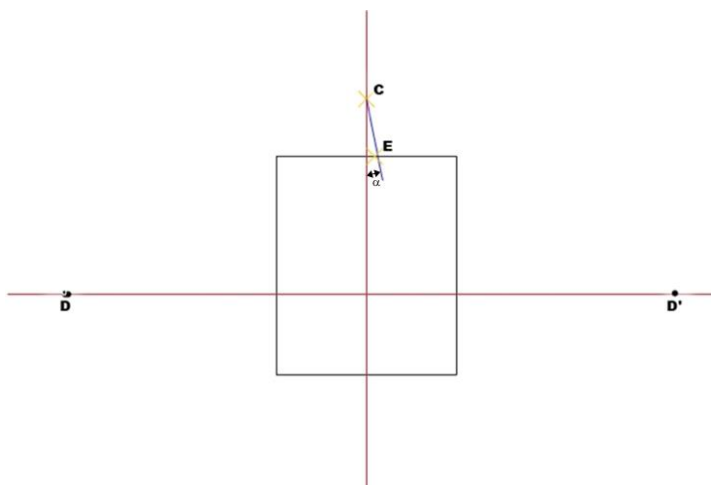




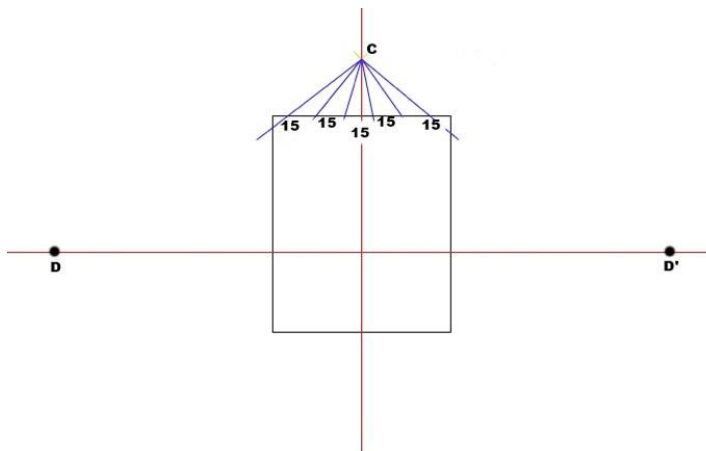
5. para melhor visualização, apague algumas das linhas deixando o ponto C e traçando duas novas retas CD e CD';



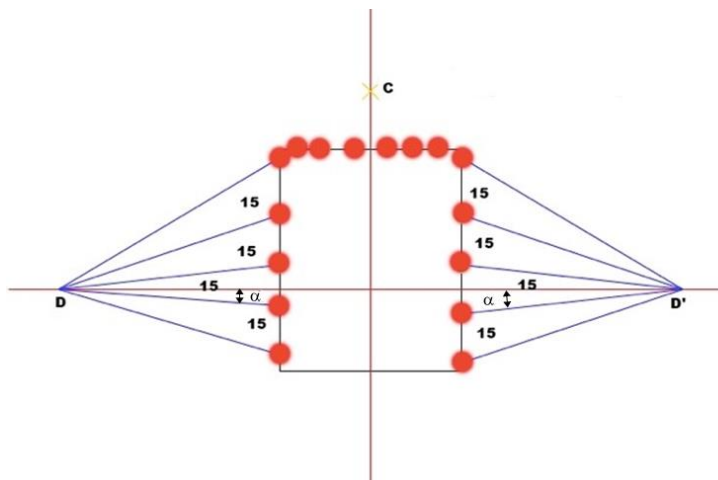
6. do ponto C trace o ângulo ( $a$  é a latitude local) e marque o ponto E;



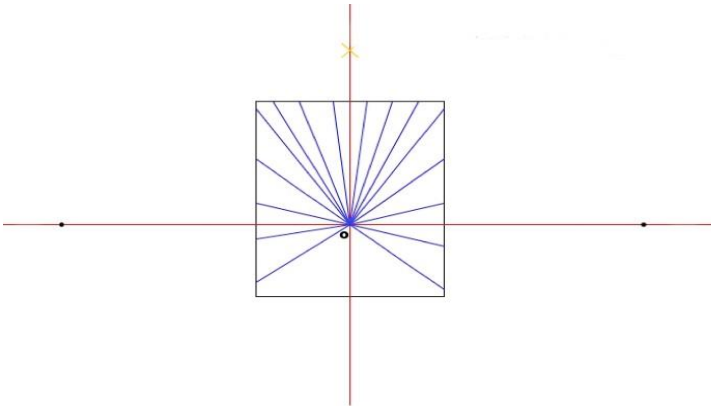
7. a partir de  $a$  trace ângulos de  $15^\circ$  em  $15^\circ$  (podendo marcar somente pontos sobre o lado do retângulo);



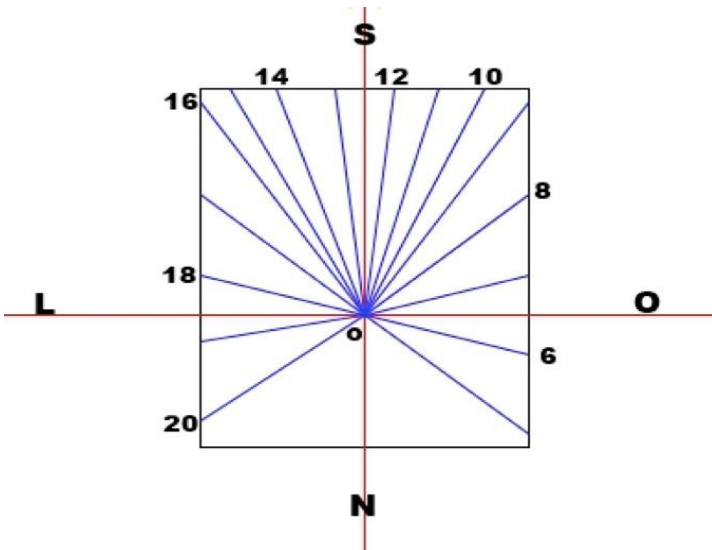
8. repita o passo 7 com os pontos D e D' (podendo marcar somente pontos sobre o lado do retângulo);



9. neste passo trace reta do cento O a todos os pontos marcados na lateral do retângulo;



10. no ponto da linha *a* marque o número 12, que corresponde ao meio dia e, para direita, decresça de hora em hora e para a esquerda cresça de hora em hora.



Terminado os dez passos temos a representação de um relógio analemático que pode ser usado em qualquer localidade do hemisfério Sul. (Baseado no curso de Astronomia realizado no Polo Astronomico Casemiro Montenegro Filho, em parceria com a NASE)

## **KIT ASTRONÔMICO**

E SE NÃO TIVER LUZ SOLAR?

O QUE FAZER?

Para isto temos o kit astronômico que auxilia o estudo de vários acontecimentos de astronomia em qualquer lugar e a qualquer hora.

Material:

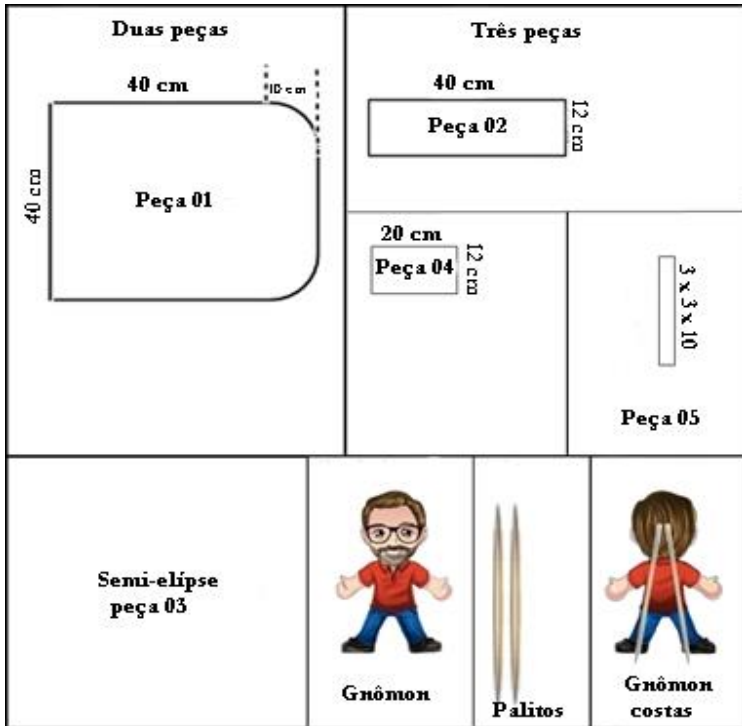
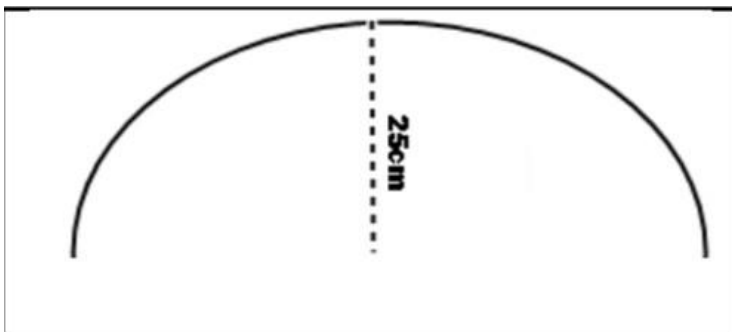


Figura autor

- retângulos de MDF (20mm);
- semi-elipse de 50cm de raio (barra chata de ferro 13/16).



OBS: para que a curvatura fique perfeita basta calandrar a peça (trabalho feito em metalúrgica).

### **Parafusos para fixação:**



*Foto autor*

- parafuso com borboleta 1/4x4; e
- parafuso para madeira 3,5x4.

### **O gnômon**

O gnômon é um boneco (representado na tabela de materiais) utilizado para determinar as horas projeção de sua sombra. Para isto podemos utilizar objetos diversos. Segue um modelo de fácil confecção.

### **Montagem**

Um aparato simples, de caráter transdisciplinar, recreativo e que dá oportunidade à participação ativa de estudantes na sua construção.

De posse dos materiais e com o auxílio da imagem abaixo pode-se montar o kit astronômico, fique atento com as medidas e inclinações registradas na imagem.

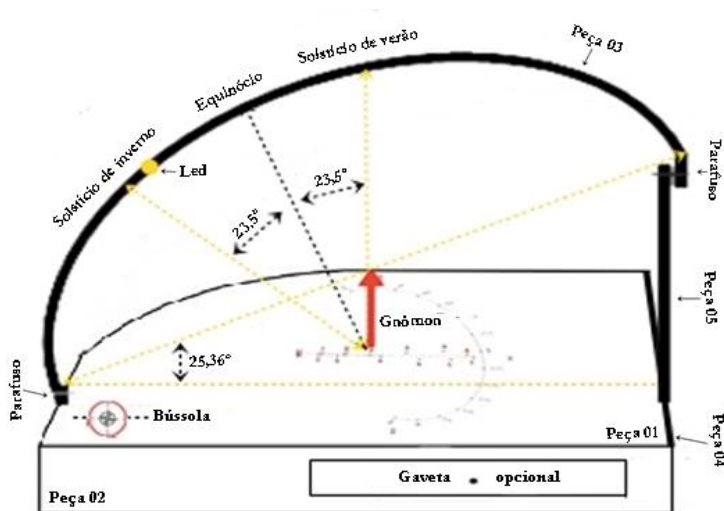


Figura autor

## MANUSEIO DO KIT ASTRONÔMICO

O material traz atividades práticas desafiadoras, com foco na ação do aluno, ou seja, na sua participação ativa durante o processo de aquisição do conhecimento.

Por estarmos aplicando uma metodologia ativa, deixe os alunos manusearem o kit e discutirem entre eles o que estão observando e fazendo suas anotações. Este é o momento do professor observar como os alunos lidam com o movimento aparente do Sol, quais seus conhecimentos prévios, no que será necessária maior ênfase para que possam aprimorar e fixar seu conhecimentos.

Este kit básico de astronomia busca desenvolver atividades dentro da sala de aula. Com este o professor poderá desenvolver atividades tais como:

- Movimento aparente do Sol, demonstrar as varias posições que o Sol se coloca em determinadas épocas do ano;
- Relógio analemático, simular as horas com o movimento do Sol (Led) na aboboda celeste(semi-elipse) e do Gnômon sobre o analema;
- Pontos cardeais, localização pela bússola;

## MOVIMENTO APARENTE DO SOL E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Com o manuseio do Kit astronômico, você e sua equipe realizaram um movimento aparente do Sol na abóboda celeste. Porém, sabe-se que o sol é o centro do sistema do solar e que a Terra (e demais



planetas) giram ao seu redor, numa órbita elíptica. Também é conhecido que a Terra gira em torno de um eixo imaginário, em um movimento de rotação. Durante o dia e na manipulação do kit astronômico, se tem a impressão de que o sol nasce do lado Oeste, chamado de nascente ou oriente, se move pela esfera celeste e, finalmente, se põe do lado Leste, chamado poente ou ocidente. O caminho do sol no céu se chama trajetória aparente do sol.

Neste momento questione as equipes e requeira as definições:

- Movimento de translação;
- Movimento de rotação;
- Solstício de verão;
- Solstício de inverno;
- Equinócio;
- Qual a relação entre a inclinação do eixo imaginário da Terra, o movimento de translação e a incidência dos raios sobre a mesma?

Pode-se explorar o movimento do Sol na abóbada celeste e propor ao aluno um olhar atento onde o mesmo poderá concluir que verão ou inverno independe da distância do Sol até a superfície da Terra.

Neste momento vale explorar os pontos em que se determina o Solstício de Inverno no hemisfério Sul, resaltando o ângulo de incidência que os raios solares chegam a Terra, neste ponto forma-se o maior ângulo de inclinação em relação ao Equador, fazendo assim que um

hemisfério Sul tenha uma menor incidência de raios solares determinando dias menores que noites.

O Solstício de verão no hemisfério Sul ocorre quando os raios solares estão com maior incidência sobre o mesmo perfazendo dias maiores que noites. Vale lembrar que no hemisfério Norte ocorre o oposto.

No entanto, quando o Sol atinge o intermédio dos dois pontos temos o Equinócio. Neste caso os dois hemisférios recebem a mesma proporção dos raios solares, primavera e/ou outono.

A inclinação do eixo de rotação da Terra, associado ao seu movimento de translação, afeta no ângulo de incidência dos raios solares na superfície terrestre. Em decorrência disto têm-se as estações do ano e uma diferença na duração dos dias e das noites ao longo do ano.

## RELÓGIO ANALEMÁTICO

Um relógio de Sol analemático é um dispositivo que indica as horas através da sombra projetada por uma haste (gnômon). Este método de marcar o tempo em porções menores que o dia, em horas, utilizando o comprimento e a direção da sombra já era utilizado por antigas civilizações.

No kit, pode-se simular as horas no decorrer do dia e em qualquer época do ano. Isso só é possível graças a estrutura desenvolvida que proporciona o movimento aparente do Sol na abóboda celeste no decorrer do dia e o movimento do gnômon.

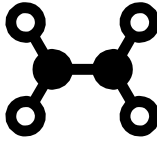
Proponha algumas datas, conforme *time line*, que cada equipe determine a hora do nascer, do meio dia e do pôr do Sol para essas datas escolhidas. Pode-se aproveitar o momento para esclarecer que estas datas estão demarcadas no Kit, por isso, sabemos a posição coreta do Sol na abóboda celeste.

## Solstício e equinócio no hemisfério sul



*Figura autor*

Fazer as anotações, desenhos são formas de se expressar e posteriormente a discussão entre os alunos será de suma importância para o aprendizado.



## COMO MEDIR O RAIOS DA TERRA? PERGUNTE A ERATÓSTENES.

Estas atividades foram criadas para serem desenvolvidas em grupo. Buscam proporcionar aos alunos o entendimento de como a mais de 2000 anos “*um funcionário de uma biblioteca conseguiu medir o raio da Terra*”- Langhi.

*“Os povos das antigas civilizações desenvolveram os primeiros conhecimentos que vieram compor a Matemática conhecida hoje. Há menções na história da Matemática de que os babilônios, por volta de 2.000 A.C., acumulavam registros do que hoje pode ser classificado como álgebra elementar. Foram os primeiros registros da humanidade a respeito de idéias que se originaram das configurações físicas e geométricas, da comparação das formas, dos tamanhos e das quantidades” - Paraná.*

Com relevante importância para o estudo de Astronomia e vasta colaboração histórica para a Ciência, esta atividade vem proporcionar uma rica experiência social e transdisciplinar para professores e alunos e demonstra que Eratóstenes estava certo em suas descobertas - hoje com o auxílio das Tecnologias de Informação e Comunicação podemos comprovar este estudo.



Olá, sou Adgmon.  
Estarei apresentando a  
vocês o conteúdo, um  
pouco de história e  
atividades envolvendo a  
medida da  
circunferência da Terra e  
o uso do relógio  
analemático.

Vou lhes contar uma  
grande descoberta feita  
por Eratóstenes, foi o  
primeiro cientista a medir  
a circunferência da Terra.  
Sei que parece um  
absurdo, mas ouvirão  
muito sobre ele no futuro.



Para confirmar esta importante descoberta, no Brasil, desde 2010 existe o Projeto Eratóstenes que busca valorizar o estudo da Astronomia por fatos históricos, promover a transdisciplinaridade e despertar no aluno o interesse pelo conhecimento científico.

# COMO MEDIR A CIRCUNFERÊNCIA DA TERRA?

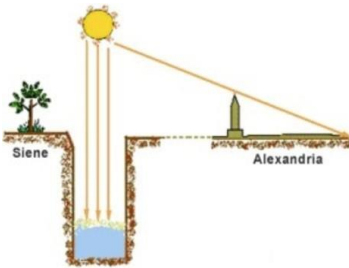
Vamos descrever como foi que Eratóstenes pensou para realizar este feito, segundo registros ele “*mediu a distância entre Siene e Alexandria, que na nossa atual unidade de medida é de aproximadamente 788 km*” - Lopes, 2001. A escolha destas duas cidades se deu por elas estarem no mesmo meridiano do globo terrestre, e ainda em Siene o Sol fica a pino no início do verão (fig. 01) e com isto o ângulo formado pela sombra de um gnômon é de  $0^\circ$ , enquanto que em Alexandria o mesmo gnômon formava uma certa expansão de sombra.

Ele percebeu que a relação entre o ângulo formado pelas sombras naquele momento era de aproximadamente  $1/50$  de uma circunferência completa. Com uma relação básica aplicando regra de três constata-se que  $1/50$  de  $360$  são aproximadamente  $7^\circ$  (fig. 03), o que leva a constatar que  $7^\circ$  da circunferência da Terra mede aproximadamente 788 km e  $360^\circ$  correspondem a aproximadamente 39400 km. Essa foi a medida encontrada por Eratóstenes. Hoje sabemos que a diferença neste valor foi de apenas 540 km, pois a circunferência da Terra mede em média 39940 km.

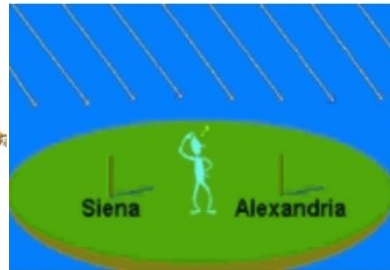
Foi com estas observações e aplicando o conceito matemático que Eratóstenes conseguiu medir a circunferência da Terra e também constatou que a Terra era realmente esférica, pois, se fosse plana ambas as cidades num mesmo horário apresentariam a mesma sombra ou não apresentaria sombra (fig. 02).



Essa diferença, se comparadas com a época remota que ele viveu, onde não há registros de outras tentativas e, ainda onde havia discordância se que a Terra era esférica ou não, ele nos deixou um importante recurso para utilizarmos.



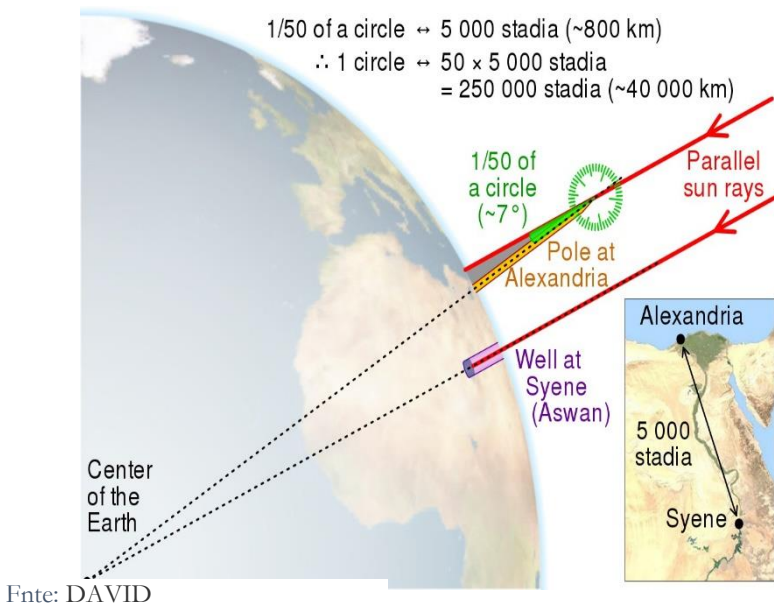
Fonte: COSTA, 2000.



.Fonte: COSTA, 2007

# COMO PROCEDER PARA REALIZAR ESTE EXPERIMENTO

Para a realização da medida da circunferência da Terra seria necessário localizar uma escola que queira colaborar e realizar esta atividade em conjunto. As escolas parceiras devem estar a não menos do que 400 km de distância entre si.



De acordo com as orientações a determinação da circunferência da Terra pode ser feita em qualquer época do ensino, desde que observadas as latitudes do local e a época do ano, que deve ser preferencialmente



no Solstício de inverno (21 de junho) ou no Equinócio da primavera (23 de setembro), pois nestas datas ou próximo delas o Sol atinge a metade de seu caminho aparente, tendo assim uma média que permite um menor equívoco nas dimensões encontradas.

## EXPERIMENTO FLEXÍVEL PARA CALCULAR A CIRCUNFERÊNCIA DA TERRA

Olá, para facilitar os cálculos, já que vocês são do Ensino Fundamental, vamos escolher uma escola parceira que esteja na mesma latitude, pois assim basta subtrair o ângulo encontrado em cada local para realizar as medidas. Observem a (fig. 04).



Para que nossa proposta atinja o objetivo de uma teoria ativa optamos pela utilização de um aparato que sirva como um modelo inicial básico, flexível e configurável pelos professores que desenvolvem o projeto, esses tipos de modelos concretos funcionam como ferramentas para a aprendizagem de Astronomia, desde que seguidos alguns critérios ao elaborá-los.

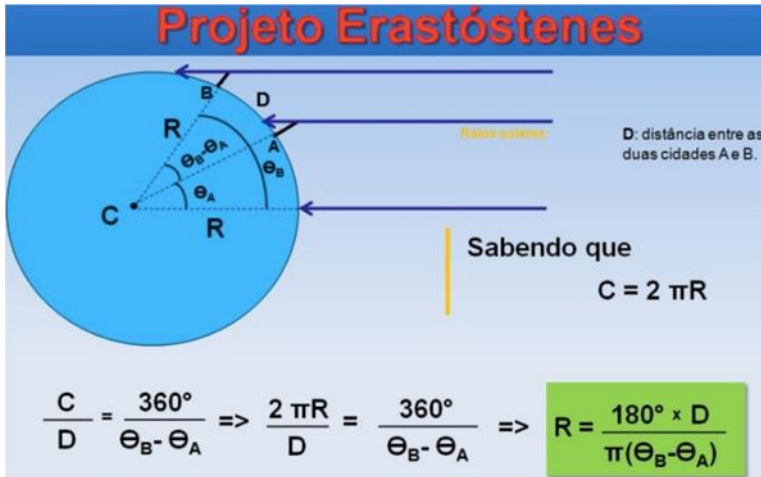


Fig. 04 - Fonte: Astronomia Stride

### Montagem do experimento

Materiais:

- uma haste cabo de rastelo ( 50cm);
- uma base retângulo de MDF ( 25x40x2,5cm);
- um transferidor (180°);
- um parafuso com arruela (5/32x1);
- régua de madeira;
- cola, lápis, esquadro, serra, martelo, furadeira.

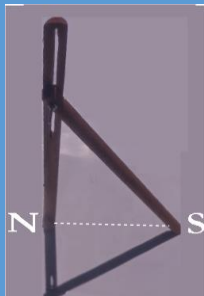




Agora que você já tem seu aparato pronto, vamos colocá-lo em um local com luminosidade do Sol, de modo que sua base possa ficar nivelada e a haste no plumo.



Mas atenção, a abertura angular deve ficar para o Sul. Observe:



## MEDIÇÃO DO RAIO DA TERRA

Após as 11h e 50 minutos, os estudantes orientados pelo professor, já podem acompanhar a sombra projetada pelo aparato que deverá, aos poucos,

diminuir de tamanho e mudando seu ângulo com o passar do tempo. Nesta observação deve se anotar, sobre o papel que será colocado na base (do experimento montado anteriormente), o tamanho da sombra, projetada pela ponta do gnômon, o ângulo de abertura observado no transferidor e a hora, em intervalos de 10 minutos.

Observem que a sombra, inicialmente, com o passar do tempo está diminuindo, e logo após começou a aumentar. Está e uma marcação importante para o projeto.



O ângulo formado no momento da menor sombra é o ângulo que deve ser subtraído com o ângulo que outra escola parceira encontrou, resulta no ângulo entre as duas cidades (fig.04). Com este valor determinamos a circunferência da Terra pelo método utilizado por Eratóstenes (se ambas as escolas mantiverem contato essa medição poderá ser feita a qualquer hora do dia, desde que simultâneas).

No entanto, a utilização de aparato experimental para estudos tem coerência quando despontam discussões e são abertas ao diálogo, além de propiciar interações com a formação de trabalhos em equipe, sem, contudo, expor solução ou revelar previamente aos alunos o comportamento da sombra. Vale resaltar a importância de se realizar a comparação entre os resultados obtidos pelas resoluções realizadas nas equipes e o valores estimados hoje em dia que

seria de 40.075 km de diâmetro e 6.371 km de raio.

Este aparato propõe apenas uma das várias outras sugestões que poderão surgir para resoluções de problemas da parte dos alunos ou a construção criativa de seu próprio experimento, diferenciando-o da sugestão apresentada pelo aparato e que deve ser valorizado pelo educador.

Posteriormente deve ser apresentado à turma questões, nas quais talvez incluam o desafio de procurar caminhos que permitam medir a circunferência da Terra, elaboração de tabelas de dados que eles precisarão levantar e registrar, análise de resultados da escola parceira e, quais procedimentos matemáticos pretendem utilizar para a solução do problema apresentado. Para tanto o professor responsável pelo grupo intervém sugerindo caminhos na construção coletiva da problemática apresentada, mas sempre evitando dar respostas prontas, deixando que o grupo discuta os cálculos e outros fatores históricos.

Neste momento vale efetuar o seguinte questionamento “O que é o meio-dia solar e como se pode determiná-lo? (Anotem este questionamento, pois logo mais vocês o responderão)



## Medição do gnômon

O comprimento do gnômon (neste caso, haste), o comprimento da menor sombra do dia e o ângulo formado neste momento.



Este é o momento que podemos proporcionar às equipes que realizem as atividades.



Esta atividade propõe às equipes que montem uma tabela, exemplo abaixo, para organizarem seus dados.

Mas, na dúvida, a equipe deve contar com orientações do professor.

Tempo	Tamanho da haste (m)	Tamanho da sombra (m)	Ângulo formado (°)
11h50min			
12h00min			
12h10min			
12h20min			
12h30min			
12h40min			
12h50min			

*Tabel autor*



Agora que as equipes anotaram os dados na tabela, lembra-los da questão que surgiu durante a realização da observação, O que é meio dia solar? Este é o momento das equipes formularem suas respostas.

Logo na sequência proponha o debate para que os mesmos consigam entender e aplicar o conhecimento matemático para determinação da circunferência da Terra. Essa atividade tem como objetivo central permitir que os alunos percebam que o meio-dia solar não é igual ao meio-dia indicado pelos relógios.

Esta atividade, se realizada em conjunto com outra instituição será possível em meados de setembro de cada ano, período que se desenvolve o projeto



Eratóstenes, mas a título de informação e conhecimento pode ser desenvolvida a qualquer época, demonstrando sua aplicabilidade e conhecimento científico.

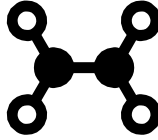
Desse modo, podemos constatar que todos os resultados adquiridos nestas atividades aqui sugeridas demonstram que o caminho metodológico trilhado, vem a contemplar de maneira articulada metodologias e recursos didáticos diferenciados em relação às abordagens tradicionais, possibilitando ao estudante condições de construir novos conhecimentos.

Este é o momento de propor as equipes que realizem pesquisas, discussões a cerca do conteúdo trabalhado e também elaborar definições do questionário em anexo.



Não se esqueça, todas as definições devem ser discutidas em plenária com todas as equipes, assim, todos colaboram com o aprendizado de todos.





## A EXPANSÃO DO UNIVERSO

Vamos embarcar em uma viagem de esclarecimento para algumas destas questões astronômicas iniciando com uma das maiores descobertas científicas do século XX, a teoria de que as galáxias estão se afastando umas das outras e a expansão do universo.

Essa teoria é atribuída ao americano Edwin Hubble, que teve seu nome dado ao primeiro telescópio espacial lançado em 1990 em sua homenagem e a este feito. Ele fez observações do céu e determinou uma taxa de expansão do universo e foi ousado ao afirmar que quanto maior a distância de uma galáxia, maior é a velocidade aparente com que se afasta do observador, estabelecendo assim a "Lei de Hubble".

Objetivo: Verificar que, quanto mais distante uma galáxia se encontra, mais rápido ela se afasta.

Material:

- bexiga de borracha;
- canetas coloridas;

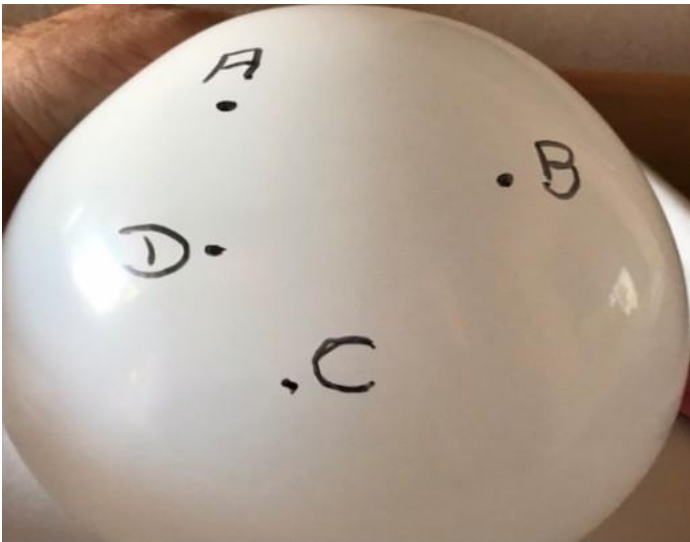
- fita métrica (ou régua e barbante);
- papel milimétrico ou quadriculado;
- lápis.

## Procedimento

- infle a bexiga até que esta atinja o tamanho de seu punho;

*Tabela 1utor*

- A, B, C e D representam galáxias;



*Foto autor*

- verifique que há (desenhado previamente) 4 pontos em diferentes

lugares da superfície da bexiga, identificados com as letras A, B, C e D eles representarão galáxias do Universo;

- o ponto A representará a Via-Láctea e os demais a outras galáxias do Universo;
- meça a circunferência da bexiga utilizando ou uma fita métrica, um barbante, uma tira de papel e determine seu raio, monte uma tabela e anote as medidas;



*Foto autor*

**Matematicamente teremos**

- meça a distância entre os pontos A e B, A e C e A e D com a fita métrica; anote na tabela;



Foto autor

Infle mais um pouco a bexiga e repita o procedimento acima para raios cada vez maiores, anotando os resultados obtidos até completar a tabela. Se o formato da bexiga começar a se desviar muito do esférico, interrompa o procedimento.

Em um gráfico coloque os diversos raios da bexiga no eixo das abscissas ( $x$ ) e as distâncias entre A e B no eixo das ordenadas ( $y$ ), representando esses dados com pequenas bolinhas; desenhe uma reta que represente o melhor ajuste aos dados de modo que ela intercepte a origem.

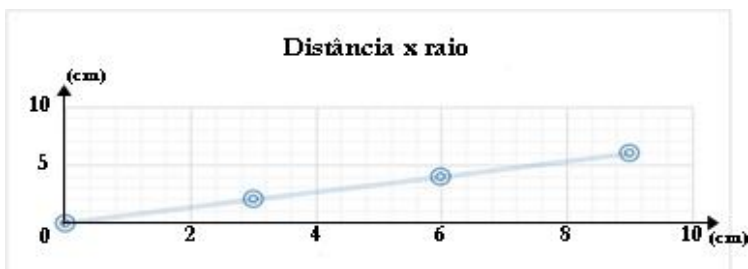


Tabela autor

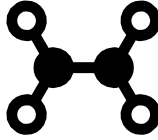
Observe que foi considerado como um deslocamento em linha reta, pois consideramos uma curta distância do espaço. Isso foi realizado para que os alunos do Ensino Fundamental entendam que ‘quanto maior a distância entre os pontos maior será o raio’. Para introduzir o conceito de forma mais coerente, lembre-se, o comportamento do gráfico é exponencial.

Repita o procedimento anterior para as distâncias AC, representando esses dados por quadradinhos ou outro símbolo qualquer. Desenhe uma segunda reta que passe por esses pontos de modo que ela intercepte a origem.

Repita todo o procedimento gráfico para as distâncias AD utilizando um símbolo diferente que os anteriores para representar esses dados.

Circunferência	Raio da bexiga	Distância A-B	Distância A-C	Distância A-D

Tabela autor



## LEIS DE KEPLER

Agora iremos trazer experiências que irão auxiliar as crianças a entenderem a um pouco sobre a Lei das Áreas proposta por Kepler.

Como são as órbitas dos planetas? Como elas são formadas? Essas e muitas outras interrogações poderão ser esclarecidas com as atividades aqui propostas.

Esta atividade é proposta para que os alunos aprendam sobre as Lei das Áreas brincando.

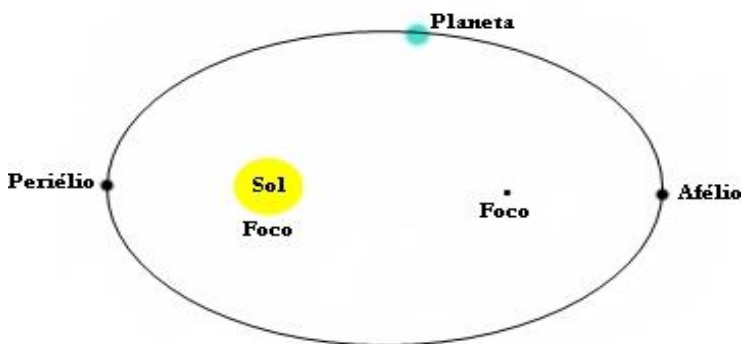
## LEI DAS ÁREAS SEM CÁLCULOS

A Lei das Áreas foi descrita por Johannes Kepler, considerado figura-chave da revolução científica do século XVII, é célebre por ter formulado as três leis fundamentais da mecânica celeste, conhecidas como as Leis de Kepler.



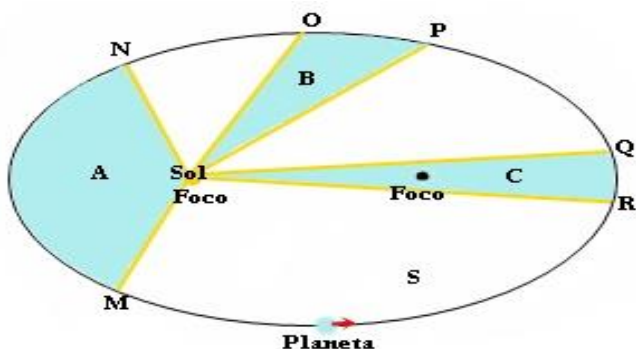
Na sequência poderemos demonstrar duas dessas leis, bem como demonstrar aos alunos as condições do Periélio e do Afélio, que são condições em que o Sol se apresenta próximo ou distante do planeta:

1. cada planeta revolve em torno do Sol em uma órbita elíptica, com o Sol ocupando um dos focos da elipse;



*Figura autor*

2. a linha reta que une o Sol ao planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.



*Figura autor*

Após a realização desta atividade nossos alunos terão uma compreensão do movimento da terra ao redor do Sol e da segunda lei de Kepler.

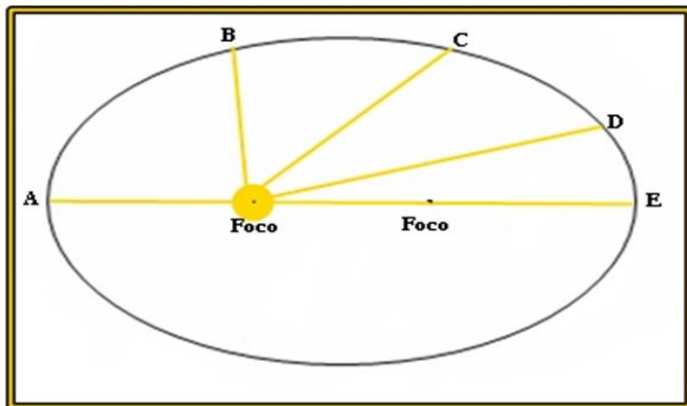
## MONTAGEM DO EXPERIMENTO

Material:

- 1 folha de papel paraná (30x40x0,3) cm;
- Tesoura;
- Régua;
- Cola;
- Bolinha de missanga.

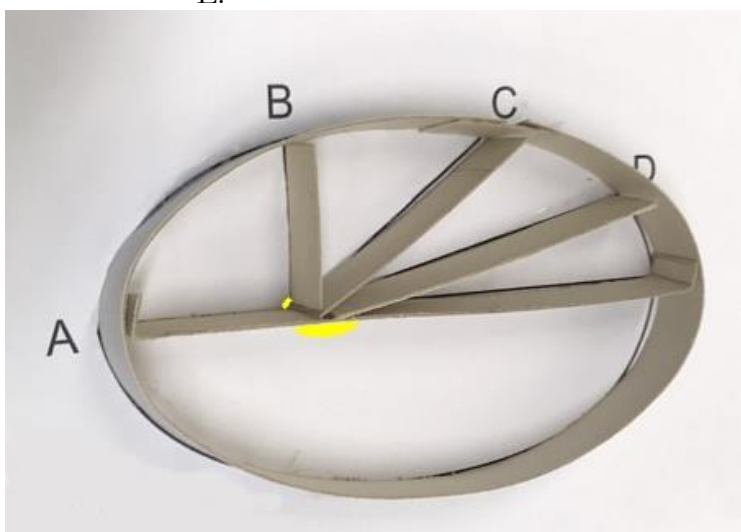
### Procedimento

- Desenhe, no papel paraná, uma elipse ( use molde em anexo);
- Desenhe, sobre um dos focos, o Sol ( $r=2$  cm);



*Figura autor*

- recorte e separe essa elipse;
- Recorte, do papel paraná, tiras ( 3 cm x 100 cm);
- Colar as tiras sobre o contorno da elipse e ligando o foco (Sol) aos pontos A, B, C, D e E.



*Figura autor*

### **Simular órbita de um astro**

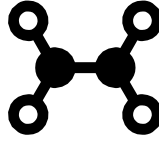
Nesse experimento simule a órbita de um astro em torno do Sol, neste época do ano, que posição, aproximadamente, a Terra deve estar localizado?

### **Velocidade do astro**

Os tempos decorridos entre a passagem de um astro pelos pontos A e B, B e C, C e D e assim por diante são os mesmos. Tendo esse fato em mente, em qual desses trechos o astro apresentou maior velocidade? E menor?

## MEDIÇÃO DAS ÁREAS SEM CÁLCULOS

Proponha que cada equipe complete, com as bolinhas de missangas, o espaço que eles julgarem maior nas divisões feitas na elipse. Na sequência, peça que retirem as bolinhas e coloquem no menor espaço que a equipe julgar nas divisões. Pode-se propor que as equipes fazem isso com todas as divisões e após fazer uma plenária para discussão do que foi observado.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este é um livro que propõe a experiência na aplicação de uma metodologia ativa de ensino e aprendizagem para o Ensino Fundamental – anos finais. São atividades que buscam incentivar o aluno valorizando seu conhecimento prévio. Esse tipo de metodologia, absorvida como inovadora e instigante para os envolvidos, tem por princípios desenvolver as potencialidades dos participantes para que possam se tornarem personagem principal do processo de formação.

O foco é a educação problematizadora (PBL), centrada no aluno, que é capaz de desenvolver um discurso próprio de maneira ativa, tendo o professor como facilitador desse processo.

A relevância desta prática se justifica por se constituir em uma prática inovadora e com características peculiares do contexto escolar, onde os sujeitos envolvidos, evidenciam uma vivência pedagógica enriquecedora.

Isto posto, torna-se essencial compreender que o ensino de Astronomia não pode ser realizado dentro de um ambiente sem consentir ao aluno observar e vivenciar a realidade que o rodeia, visto que, todos os sujeitos estão

inseridos num universo que está em constante transformação e movimento.

Assim, ao multiplicar as atividades propostas, é certo que, a aprendizagem de Astronomia será desenvolvida de maneira lúdica facilitando aos alunos compreenderem como são estabelecidos os movimentos celestes e terrestres.

Assim, buscamos elaborar momentos que estimulavam as mentes dos alunos de forma que eles incorporassem os conhecimentos construídos.

Na decorrência dos resultados obtidos, concluímos que a abordagem, por metodologia ativa PBL, favoreceu o aprendizado de Astronomia permitindo a assimilação de novos conhecimentos por parte dos alunos e completando sua percepção sobre o seu lugar no espaço e no Universo.

## REFERÊNCIAS

CAMINO, N. Aprender a imaginar para comenzar a comprender: Los "modelos concretos" herramientas para el aprendizaje en astronomía. Revista Alambique, v. 42 [Versión electrónica],2004.

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

CARVALHO, E. A., Saberes complexos e educação transdisciplinar. Educ. rev. [online]. 2008, n.32, pp. 17-27. ISSN 0104-4060. [dx.doi.org/10.1590/S0104-40602008000200003](https://doi.org/10.1590/S0104-40602008000200003). Visitado em março de 2018.

COSTA, J. R. V. A circunferência da Terra. Tribuna de Santos, Santos, 25 jun. 2007. C. Ciência e Meio Ambiente, p. D-2.

COSTA, J. R. V. Eratóstenes e a circunferência da Terra. Astronomia no Zênite, jul 2000. Disponível em: <http://www.zenite.nu/eratostenes-e-a-circunferencia-da-terra/>

DAVID Monniaux, jimht at shaw dot ca - Egypt sat.png Earth orthographic projection Earthmap 1000x500.jpg, CC BY-SA 4.0, [File:Eratoshtenes measure of Earth circumference.svg](#) )

IVANISSEVICH, A.; WUENSCHÉ, C.; ROCHA, J. (orgs.) *Astronomia hoje*. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2010.

LANGHI, Rodolfo. *Projeto Eratóstenes Brasil: autonomia docente em atividades experimentais de Astronomia* Departamento de Física UNESP, Campus Bauru-Bauru SP

LONGHINI, M. D. (org.). *Ensino de astronomia na escola: concepções, idéias e práticas*. Campinas: Átomo, 2014.

LOPES, M. H. O. *A retrogradação dos planetas e suas explicações: os orbes dos planetas e seus movimentos, da antiguidade a Copérnico*. 2001. 245f. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - PUC-SP, São Paulo.

LOURÃO, R. R. de F., *Dicionário enciclopédico de Astronomia e Astronáutica*. 2ª edição. Rio de Janeiro, Lexikon Editora Digital, 2008.

PARANÁ. *Diretrizes curriculares da educação básica*. Secretaria de estado da educação do Paraná. 2008. Visitado em abril de 2018.

PIAGET, J. *A representação do mundo na criança*. Rio de Janeiro: Distribuidora Record, [s.d.].

## SITES VISITADOS

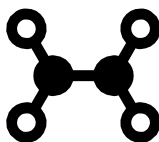
<http://meioambiente.culturamix.com/recursos-naturais/curiosidades-sobre-a-aurora-boreal-polar-austral>.



Visitado em abril de 2018.

<http://sac.csic.es/astrosecundaria/complementario/pt/actividades/modelos/Modelos.php>. Visitado em maio de 2018.

<https://educacaoespacial.files.wordpress.com/2010/10/relatorio-de-Sol3.pdf>. Visitado em abril de 2018).



## ANEXO I

### QUESTIONÁRIO ALTERNATIVO COM SUGESTÕES DE RESPOSTAS.

1. Observando o sol se pôr no horizonte, ao longo do ano, o que se nota a respeito do ponto onde ele se põe? Em que ponto ele se põe nos equinócios?

*No equinócio, o Sol nasce exatamente no ponto cardinal leste e se põe exatamente no ponto cardinal oeste. Do solstício de dezembro em diante, o Sol aparentemente se move para o Norte, sendo que o ponto onde o Sol nasce varia com a latitude. Ou seja, quanto maior for a latitude maior será o ângulo máximo entre o ponto do horizonte onde o Sol nasce e o ponto Leste. No Equador, teremos este ângulo máximo como a inclinação da eclíptica (23,455 graus). Quanto maior a latitude, maior este ângulo.*

2. Faça um desenho da sua sala de aula e aponte referenciais localizados do lado Norte, Sul, Leste e Oeste.

*Observe a localização da sala de aula*

3. Em qual direção o sol aparece no período da manhã e desaparece no período da tarde? Em que direção fica a frente da sua casa?

*Peça para que os alunos façam a observação.*

4. Em qual momento do dia, você com sua equipe, perceberam que suas sombras eram menores?

*No intervalo do meio dia, porém a menor sombra indica o meio dia solar.*

5. Nas observações realizadas durante o uso do kit astronômico, você e sua equipe, perceberam que o sol durante o dia percorre uma trajetória no céu. Na verdade o sol muda de posição ao longo do dia porque ele se movimenta ao redor da Terra ou porque a Terra se movimenta ao redor do sol?

*O movimento efetuado no kit, demonstra o movimento aparente do Sol, pois, sem dúvidas são os astros que realizam sua orbita em torno do Sol.*

*Logo, a Terra realiza sua orbita elíptica em torno do Sol.*

6. Também no manuseio do kit astronômico, você e sua equipe, observaram que existem meses do ano em que os dias são mais curtos e em outros meses os dias são mais longos? Por que será que isso acontece?

*Ao dias maiores acoem no Solstício de Verão para nosso hemisfério, pois é, quando os raios solares estão com maior incidência sobre nós.*

*Os dias menores acontecem no Solstício de Inverno, pois, teremos uma menor incidência dos raios solares.*

7. Que estações existem durante o ano, na região onde você mora?

*Vale observar sua região.*

*Na região Sul do Brasil, temos as quatro estações.*

8. No mês de dezembro, numa data próximo ao Natal, as temperaturas no Brasil são mais elevadas, ou seja, está se iniciando o verão, enquanto em Nova Iorque, as

temperaturas estão baixíssimas, como você e sua equipe podem explicar isso?

*No Brasil, localizado no hemisfério Sul, início do Verão, enquanto em Nova Iorque, hemisfério Norte, teremos o início do Inverno.*

9. Que nome se dá a trajetória aparente do Sol na esfera celeste ao longo do ano? Qual a sua inclinação para nossa região? Dúvida retorne ao kit.

*Vale observar em que região você está localizado.*

*A trajetória se chama eclíptica e para nossa região a inclinação é em torno de 25,36 graus.*

10. Novamente, lembrando do kit. Quantos equinócios acontecem durante o ano? Em que datas, aproximadamente? O que caracteriza um equinócio?

*O equinócio é um termo latino que significa noites iguais, referindo-se às noites que são iguais aos dias, ou seja, onde o período de insolação é igual ao período sem iluminação solar. Ocorrem dois por ano, caracterizando civilmente o começo das estações primavera e outono, respectivamente próximo ao dia 20 de setembro e 21 de março no hemisfério Sul. No momento do equinócio o Sol cruza exatamente o Equador celeste.*

11. Mais uma vez recorrendo ao kit. Quantos solstícios acontecem durante o ano? Em que datas, aproximadamente? O que caracteriza um solstício?

*Ocorrem no ano dois solstícios, momentos onde o Sol atinge suas máximas declinações Sul e Norte. Nestas datas ocorrem os dias mais longos e as noites mais curtas (solstícios de verão) e os dias mais curtos e as noites mais longas (solstícios de inverno). O solstício de inverno ocorre no Hemisfério Norte próximo ao dia 21 de Dezembro e o de verão próximo ao dia 20 de junho. Os solstícios no Hemisfério Sul ocorrem inversamente aos do Hemisfério Norte, verão em 21 de dezembro e inverno em 20*

*de junho.*

12. Explique como ocorre as Estações do ano. Lembrem-se a Terra orbitar o Sol com o eixo inclinado.

*A inclinação do eixo da Terra faz com que aparentemente o Sol atinja diferentes pontos na superfície da Terra com máxima insolação. Assim, ora o Hemisfério Sul é preferencialmente atingido pelos raios solares e ora o Hemisfério Norte recebe maior insolação.*

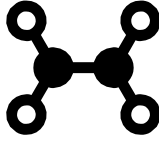
13. Usando um gnômon, como foi determinado a direção norte-sul?

*É, aproximadamente, a reta que contém dois pontos de sombra diametralmente opostos em relação ao meio-dia. Por exemplo, tomamos um ponto às 11h e 30 min às 13h. Tomando a sombra do extremo do gnômon nestes dois instantes e unindo-os, teremos uma reta que indica, com bom grau de precisão, a direção norte-sul.*

14. Em que datas do ano o dia e a noite tem a mesma duração em toda a Terra? Por que?

*Nos equinócios, próximo dos dias 21 de setembro e 21 de março.*

*Isso ocorre, pois, os dois hemisférios da Terra recebem a mesma intensidade de raios solares, ou seja, os raios solares incidem igualmente em ambos os hemisférios.*



## ANEXO II

