



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ASTRONOMIA  
MESTRADO PROFISSIONAL**

**JAMES CLOY LEITE CORDEIRO**

**MATERIAL DIDÁTICO CONTEXTUALIZADO NA ASTRONOMIA PARA  
CONTRIBUIR NA MELHORIA DE HABILIDADES MATEMÁTICAS DOS  
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO EM FÍSICA E MATEMÁTICA.**

**FEIRA DE SANTANA – BA**

**2017**

**JAMES CLOY LEITE CORDEIRO**

**MATERIAL DIDÁTICO CONTEXTUALIZADO NA ASTRONOMIA PARA  
CONTRIBUIR NA MELHORIA DE HABILIDADES MATEMÁTICAS DOS  
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO EM FÍSICA E MATEMÁTICA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana, no âmbito da linha de pesquisa Ensino Interdisciplinar de Astronomia e a Difusão Científica-Tecnológica, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Astronomia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro

**FEIRA DE SANTANA – BA**

**2017**

**JAMES CLOY LEITE CORDEIRO**

**MATERIAL DIDÁTICO CONTEXTUALIZADO NA ASTRONOMIA PARA  
CONTRIBUIR NA MELHORIA DE HABILIDADES MATEMÁTICAS DOS  
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO EM FÍSICA E MATEMÁTICA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana, no âmbito da linha de pesquisa Ensino Interdisciplinar de Astronomia e a Difusão Científica-Tecnológica, em 23 de agosto de 2017, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Astronomia, composta pela banca examinadora:

---

Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro  
Universidade Estadual de Feira de Santana

---

Prof. Dr. Marildo Geraldête Pereira  
Departamento de Física – Universidade Estadual de Feira de Santana

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Cláudia Silva do Carmo  
Departamento de Educação – Universidade Estadual de Feira de Santana



### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado

CANDIDATO (A): JAMES CLOY LEITE CORDEIRO  
DATA DA DEFESA: 23 de agosto de 2017 LOCAL: Sala 15 do LABOFIS - UEFS  
HORÁRIO DE INÍCIO: 14:30h

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	CPF			
CARLOS ALBERTO DE LIMA RIBEIRO	848.990.004-30	Presidente	DR	DFIS - UEFS
MARILDO GERALDÊTE PEREIRA	793.153.647-91	Membro Interno	DR	DFIS - UEFS
MARIA CLÁUDIA SILVA DO CARMO	436.010.305-00	Membro Externo	DR	DEDU - UEFS

**TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO\*:**

MATERIAL DIDÁTICO CONTEXTUALIZADO NA ASTRONOMIA PARA CONTRIBUIR NA MELHORIA DE HABILIDADES MATEMÁTICAS DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO EM FÍSICA E MATEMÁTICA.

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

Em sessão pública, após exposição de 45 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 1h30min. A banca chegou ao seguinte resultado\*\*:

- APROVADO(A)  
 INSUFICIENTE  
 REPROVADO(A)

\*\* Recomendações<sup>1</sup>: Atender aos comentários pertinentes sugeridos pela banca.

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

Feira de Santana, 23 de agosto de 2017

Presidente: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 1: Marildo Geraldete Pereira

Membro 2: Maria Cláudia Silva do Carmo

Membro 3: \_\_\_\_\_

Candidato (a): James Cloy Leite Cordeiro

Coordenador do PGastro: Vanessa A. S. D. S.

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



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

**CANDIDATO (A):** JAMES CLOY LEITE CORDEIRO

**DATA DA DEFESA:** 23 de agosto de 2017    **LOCAL:** Sala 15 do LABOFIS - UEFS

**HORÁRIO DE INÍCIO:** 14:30h

RESUMO EXPANDIDO PUBLICADO NO CARDENO DE RESUMO DO II Seminário Nacional dos Mestrados Profissionais da Área de Ensino da CAPES (SENAMEPRAE) intitulado: O Desenho Geométrico e os Ângulos no Relógio Solar Equatorial no Ensino de Astronomia. In: II Seminário Nacional dos Mestrados Profissionais da Área de Ensino, 2016, Salvador. Anais do II SENAMAPRAE, 2016. v. 2.

Quatro Sequências Didáticas:

Sequência Didática 01: Explorando o conceito de fusão e medindo objetos como Erastóstenes.

Sequência Didática 02: Simulando as estações do ano no Geogebra.

Sequência Didática 03: Medindo o diâmetro do Sol.

Sequência Didática 04: Conhecendo a resolução angular dos seus olhos.

Feira de Santana, 23 de agosto de 2017.

Presidente: Paulo Alberto de Almeida Ribeiro

Membro 1: [assinatura]

Membro 2: [assinatura]

Membro 3: \_\_\_\_\_

Candidato (a): James Cloy Leite Cordeiro

Coordenador do PGAstro: [assinatura]

### **Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado**

C819m Cordeiro, James Cloy Leite

Material didático contextualizado na astronomia para contribuir na melhoria de habilidades matemáticas dos estudantes do ensino médio em física e matemática / James Cloy Leite Cordeiro. Feira de Santana, 2017. 149f.: il.

Orientador: Carlos Alberto de Lima Ribeiro.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2017.

1. Sequência didática. 2. Ciência - Estudo e ensino. 3. Estratégias de aprendizagem. 4. Astronomia. 5. Matemática - Estudo e ensino. 6. Física - Estudo e ensino. I. Ribeiro, Carlos Alberto de Lima, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 51(07)

*A inteligência*  
*Carl Sagan*

*Saber muito não lhe torna inteligente. A inteligência se traduz na forma que você recolhe, julga, maneja e, sobretudo, onde e como aplica esta informação.*

Dedico esta produção  
ao professor e orientador

**Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro**

pelos ensinamentos acadêmicos e pessoais  
durante este tempo em que estivemos juntos.

Obrigado pelo companheirismo, pela disponibilidade e empenho  
durante o desenvolvimento deste trabalho.

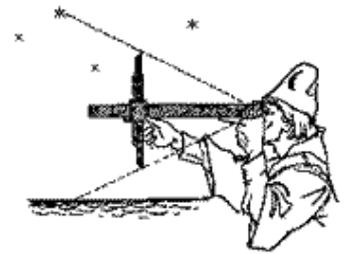
A **Simone, meu amor!** Por me dar forças para eu seguir em frente,  
Por estar ao meu lado sempre,  
por ter paciência quando o meu stress estragava o nosso final de semana.

Pelas palavras de incentivo, conselhos e pelo amor.

Obrigado por tudo!

## AGRADECIMENTOS

---



*Diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um imenso prazer  
para mim dividir um planeta e uma época com vocês.*

*Carl Sagan*

A **Deus toda honra e toda glória!!!** Agradeço pelo milagre da vida; por me tornar capaz de me superar, vencer os desafios postos na minha vida, a transpor limites, a despeito de todas as adversidades vividas;

Aos meus pais **Antônio e Filomena**, por estarem presentes em todos os meus desafios, sempre dispostos a ajudar;

À minha esposa, **Simone** pela paciência e parceria;

Aos **meus alunos do Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand** que participaram de forma admirável deste projeto;

Aos **colegas do CIEAC**, pelos momentos de trocas e parcerias;

À **Gestão do CIEAC**, pelo incentivo e compreensão;

Aos meus **professores da UEFS**, que contribuíram com meu processo formativo, proporcionando momentos importantes de reflexão;

Aos **colegas de turma do Mestrado**, pelos momentos de trocas, parcerias e aprendizados, que sempre me incentivaram;

Aos **professores do Mestrado**, pelas aulas inspiradoras, leituras, discussões, provocações e desafios, cada um a seu modo me proporcionou reflexões intensas e necessárias à construção dessa investigação e ao aprendizado da vida;

Ao meu orientador **Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro**, um agradecimento especial por ter confiado na minha capacidade intelectual e na capacidade de concretizar essa proposta.

A todos que direta ou indiretamente com uma palavra, um incentivo, uma escuta, contribuíram nesta caminhada.

**A todos vocês meu apreço e gratidão.**

## **RESUMO**

Esta pesquisa tem como objeto de estudo implementar a Sequência Didática enquanto estratégia de ensino que pode possibilitar a melhoria de habilidades matemáticas nas aulas de Matemática e Física, contextualizada na Astronomia. A problemática da pesquisa se norteou a partir do seguinte questionamento: Quais as contribuições da Sequência Didática na melhoria de habilidades matemáticas dos estudantes, utilizando-se de conceitos de física e matemática contextualizados na Astronomia? Desse modo, esta investigação configura-se enquanto pesquisa aplicada, ancorada nos princípios da abordagem qualitativa. Para tanto foram desenvolvidas e analisadas Sequências Didáticas, que foram elaboradas com base nas Orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais na temática Universo, Terra e Vida, em sugestões de atividades da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) embasadas na teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Os sujeitos envolvidos no processo foram os Estudantes do Ensino Médio do Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC). Foi um estudo relevante que procurou utilizar experiências e conhecimentos dos estudantes, a partir de uma escuta reflexiva. A qual me possibilitou a percepção que uma prática pedagógica, que considere os sujeitos do processo, contribui para um exercício motivador de aprendizagem. No caso do ensino da Matemática e da Física, auxilia na melhoria de habilidades matemáticas dos estudantes do Ensino Médio, utilizando-se de conceitos contextualizados na Astronomia.

**Palavras-chave:** Astronomia, Sequência Didática, Ensino de Física e Matemática.

## **ABSTRACT**

This research aims to implement the didactic sequence as a teaching strategy that can enable the improvement of mathematical skills in Mathematics' and Physics' classes, contextualized in Astronomy. The research question was guided by the following question: What are the contributions of the Didactic Sequence in the improvement of students' mathematical abilities, using concepts of physics and mathematics contextualized in Astronomy? Thus, this research is configured as applied research, anchored in the principles of the qualitative approach. For that, we developed and analyzed Didactic Sequences, which were elaborated based on the Guidelines of the National Curricular Parameters on the Universe, Earth and Life theme, on suggestions of activities of the Brazilian Astronomy Olympiad (OBA) based on the theory of Significant Critical Learning. The subjects involved in the process were the High School Students of the Assis Chateaubriand Integrated Education Center (CIEAC). It was a relevant study that sought to use students' experiences and knowledge, from a reflexive listening. This enabled me to perceive that a pedagogical practice, which considers the subjects of the process, contributes to a motivating learning exercise. In the case of Mathematics' and Physics' teaching, it helps to improve the mathematical skills of high school students, using concepts contextualized in Astronomy.

**Key-words:** Astronomy, Didactic Sequence, Teaching of Mathematics and Physics.

## LISTA DE SIGLAS

<b>ANRESC</b>	<b>Avaliação Nacional do Rendimento Escolar</b>
<b>CIEAC</b>	<b>Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand</b>
<b>SD</b>	<b>Sequência Didática</b>
<b>PCN</b>	<b>Parâmetros Curriculares Nacional</b>
<b>PCE</b>	<b>Programa Ciência na Escola</b>
<b>SAEB</b>	<b>Sistema de Avaliação da Educação Básica</b>
<b>INEP</b>	<b>Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira</b>
<b>OBA</b>	<b>Olimpíada Brasileira de Astronomia</b>

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 01** Exemplo de Matemática dos calendários.
- FIGURA 02** Sombra do Gnômon em superfície plana.
- FIGURA 03** Sombra do Gnômon em superfície curva.
- FIGURA 04** Em destaque Relógio Solar Equatorial feito de papelão.
- FIGURA 05** Desenho geométrico para demonstrar a necessidade do Gnômon está paralelo ao eixo de rotação da Terra.
- FIGURA 06** Uso do desenho geométrico para cálculos da calibração do relógio.
- FIGURA 07** Relógio Solar Equatorial com destaque do ângulo de rebatimento.
- FIGURA 08** Uso do Eclipse Lunar por Hiparco no séc. II a.C para determinação da distância Terra-Lua.
- FIGURA 09** Resultados da Prova Brasil – Resultados dos níveis de aprendizagem em matemática do Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand.
- FIGURA 10** Problema proposto no livro didático do aluno.
- FIGURA 11** Livro do Ciência na Escola: Bahia (2014).
- FIGURA 12** Atividade com utilização do livro BAHIA (2014, p. 10).
- FIGURA 13** Levantamento de hipóteses sobre a produção de energia no Sol.
- FIGURA 14** Levantamento de hipóteses sobre a produção de energia no Sol.
- FIGURA 15** Vídeo sobre o processo de Fusão Nuclear.
- FIGURA 16** Exemplo de texto utilizado.
- FIGURA 17** Problema proposto na OBA de 2013.
- FIGURA 18** Figura 18: Orientação de experimento para medida do raio de objeto circular.
- FIGURA 19** Exemplos de erros trabalhados durante o experimento
- FIGURA 20** Exemplos de erros trabalhados durante o experimento (Gnômon muito grande).
- FIGURA 21** Uso incorreto da calculadora.
- FIGURA 22** Prancha: Sinais da Atmosfera.
- FIGURA 23** Levantamento de hipóteses de porquê existem as Estações do Ano.
- FIGURA 24** Utilização do Geogebra no Laboratório de Informática.

- FIGURA 25** Laboratório de Informática.
- FIGURA 26** Simulação das Estações do Ano no Geogebra (Elipse quase circular).
- FIGURA 27** Exemplo de erro trabalhado (alta excentricidade).
- FIGURA 28** Construção elipse pelo método do Jardineiro.
- FIGURA 29** Exemplo de atividade finalizada com erro para ser discutido com a turma (não utilização do transferidor).
- FIGURA 30** Medida feita por Aristarco: Terra – SOL em função da distância Terra - Lua no sec. III a.C.
- FIGURA 31** Figura geométrica demonstrando o ângulo da Paralaxe.
- FIGURA 32** Medindo Paralaxe com Teodolito horizontal.
- FIGURA 33** Esquema para cálculo do ângulo de Paralaxe no Geogebra.
- FIGURA 34** Prancha: Nós no espaço
- FIGURA 35** Problema OBA 2014
- FIGURA 36** Construção de Câmera Escura para medir o diâmetro do Sol.
- FIGURA 37** Exemplo de Câmera Escura finalizada.
- FIGURA 38** Utilização de desenho geométrico na produção de experimento.
- FIGURA 39** Exemplo de projeção do Sol obtido pelos estudantes.
- FIGURA 40** Exemplo de Câmera Escura produzida pelos alunos.
- FIGURA 41** Exemplo de atividade finalizada.
- FIGURA 42** Telescópio refrator de 90 mm de abertura utilizado na atividade.
- FIGURA 43** Problema da OBA sobre resolução angular.
- FIGURA 44** Leitura de texto, fonte 14, a 100 m de distância.
- FIGURA 45** Gráfico utilizado para determinar a resolução angular do olho.
- FIGURA 46** Determinação da resolução angular do olho pelos estudantes.
- FIGURA 47** Problema aplicado no primeiro momento da SD1.
- FIGURA 48** Exemplo de solução na SD1.
- FIGURA 49** Exemplo de resposta da terceira SD.
- FIGURA 50** Câmera Escura construída por estudante durante a SD3.
- FIGURA 51** Problema aplicado fora de contexto das SDs.
- FIGURA 52** Típica figura com erro conceitual sobre as Estações do Ano.

- FIGURA 53** Imagem que mostra o tipo de geometria presente no conceito de Estações do Ano.
- FIGURA 54** Levantamento de hipóteses na SD2.
- FIGURA 55** Exemplo de resposta em momento posterior a SD2.
- FIGURA 56** Distribuição Percentual dos alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental por Nível de Proficiência – Matemática.
- FIGURA 57** Porcentagem de acertos para cada habilidade/subsunçor.
- FIGURA 58** Ficha de verificação das SDs.
- FIGURA 59** Distribuição Percentual de acertos dos alunos do 2º Ano do Ensino Médio para a habilidade em resolver problemas que envolvam grandezas diretamente proporcionais.

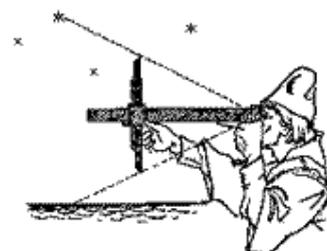
## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>p.14</b>
<b>2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....</b>	<b>p.23</b>
2.1 Aprendizagem Significativa Crítica (Subversiva).....	p.35
2.2 Sequências Didáticas.....	p.44
2.3 Um pouco de História das Ciências (História da Astronomia).....	p.47
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>p.54</b>
3.1 A Escola: contexto.....	p.55
3.2 Testes de Sondagem, Prova Brasil e os conhecimentos prévios dos estudantes.....	p.56
3.3 Proposição.....	p.57
3.4 A escolha das SD .....	p.57
3.5 O material elaborado .....	p.60
<b>4. DESENVOLVIMENTO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS.....</b>	<b>p.61</b>
4.1 As Sequências Didáticas.....	p.62
4.2. SD 01: Explorando o conceito de fusão e medindo objetos como Erastóstenes.....	p.62
4.2.1 Aplicando a SD 01 .....	p.65
4.3. SD 02: Simulando as estações do ano no Geogebra .....	p.72
4.3.1 Aplicando a SD 02.....	p.74
4.4. SD 03: Medindo o diâmetro do sol.....	p.78
4.4.1 Aplicando a SD 03.....	p.80
4.5. SD 04: Conhecendo a resolução angular dos seus olhos.....	p.86
4.5.1 Aplicando a SD 04.....	p.89
<b>5. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS .....</b>	<b>p.93</b>
5.1 O caso do estudante A .....	p.95
5.2 Comparando dados .....	p.101
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>p.111</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>p.114</b>
<b>8. APÊNDICE .....</b>	<b>p.118</b>

## 1 INTRODUÇÃO

---

---



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

*Carl Sagan*

A Astronomia, enquanto estudos dos astros celestes, surge da observação, da curiosidade, ao qual de início era um estudo complicado, por não existir instrumentos adequados para tal. Assim, os primeiros estudiosos ao observar os astros acreditaram que a Terra era o centro do universo (geocentrismo), e tudo girava em torno da mesma, um dos principais defensores dessa tese foi o filósofo, matemático e astrônomo Aristóteles (384 a.C a 322 a.C). Contudo, apesar dessa teoria estar errada, foi um ponto de partida para a evolução da astronomia.

Assim, a ciência astronômica foi evoluindo, instrumentos foram criados, ajudando a melhorar o conhecimento sobre os astros, Galileu foi um dos primeiros a observar o céu noturno com um telescópio, e após construir um telescópio refrator com 30 vezes de (aumento) <sup>1</sup>, descobriu as quatro maiores luas de Júpiter em 1610. Essa foi a primeira observação conhecida de satélites orbitando outro planeta.

A Astronomia é considerada uma das mais antigas das ciências, contribuindo com questionamentos que ajudaram, por exemplo, a desenvolver vários conceitos na Matemática, Física e Geometria. Foi fundamental para evolução de várias ciências e das suas tecnologias, muitos equipamentos, como: telescópios, câmeras, CCDs, supercomputadores, etc, que ajudam astrônomos a conhecerem melhor o universo em que vivemos, são desenvolvidos para suprir as demandas dessa ciência.

Interdisciplinar, a Astronomia transversaliza no currículo os conhecimentos de Matemática, Física, Geografia, Biologia, História e Química, além da ciência da computação. No PCN de Física podemos identificar a presença da Astronomia, com o tema estruturador Universo, Terra e Vida, conforme fragmento:

Será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar. (BRASIL, 2002, p.19).

---

<sup>1</sup> O aumento não é uma propriedade do telescópio, mas da ocular, a lente colocada na extremidade junto ao olho. O aumento do telescópio é igual à distância focal da objetiva dividida pela distância focal da ocular.

Ainda, conteúdos como a Óptica, Mecânica, Eletromagnetismo, Geometria, Equações, Proporção, entre outros, estão fortemente ligados a Astronomia. O simples uso de um telescópio remete a vários conceitos físicos e matemáticos. A Astronomia envolve uma combinação de ciência, tecnologia e cultura e é uma ferramenta poderosa para despertar o interesse em Física e Matemática inspirando os jovens.

A astronomia está presente desde a utilização dos céus para formação de calendários, que informavam de maneira precisa a época correta de plantar e de colher, até os nossos dias com a tecnologia necessária para se comprovar que existe água em Marte. Mais do que isso, mostra ao cidadão de onde viemos, onde estamos e para onde vamos. Langhi e Nardi (2014) de forma interessante procura unificar ideias sobre a importância da utilização da Astronomia em educação, fazendo um levantamento em artigos publicados em revistas científicas brasileiras da área de Ensino, que remete a um discurso coletivo que eles procuram reunir a seguir:

Conforme meus resultados apontam, apresento as seguintes justificativas para importância do ensino de temas de Astronomia na educação básica e na formação inicial e continuada de professores: ela contribui para uma visão de conhecimento científico enquanto processo de construção histórica e filosófica; representa um exemplo claro de que a ciência e a tecnologia não estão distantes da sociedade; desperta a curiosidade e a motivação nos alunos e nas pessoas em geral; potencializa um trabalho docente voltado para a elaboração e aplicação autônoma de atividades práticas contextualizadas, muitas destas sob a necessidade obrigatória de uma abordagem de execução tridimensional que contribua para a compreensão de determinados fenômenos celestes; implica em atividades de observação sistemática do céu a olho nu e com telescópios (alguns construídos pelos alunos e professores, desmistificando sua complexidade); conduz o habitante pensante do planeta Terra a reestruturações mentais que superam o intelectualismo e o conhecimento por ele mesmo, pois a compreensão das dimensões do universo em que vivemos proporciona o desenvolvimento de aspectos exclusivos da mente humana, tais como fascínio, admiração, curiosidade, contemplação e motivação; é altamente interdisciplinar; sua educação e popularização podem contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica, da cultura, da desmistificação, do tratamento pedagógico de concepções alternativas, da criticidade sobre notícias midiáticas sensacionalistas e de erros conceituais em livros didáticos; fornece subsídios para o desenvolvimento de um trabalho docente satisfatoriamente em conformidade com as sugestões dos documentos oficiais para a educação básica nacional, a partir da sua inserção na formação inicial e continuada de professores; possui

potenciais de ensino e divulgação, ainda nacionalmente pouco explorados, nos âmbitos das comunidades de astrônomos profissionais e semi profissionais (amadores colaboradores com profissionais), bem como de estabelecimentos específicos onde estes atuam (observatórios, planetários e clubes de Astronomia). (LANGHI e NARDI, 2014, p.13).

Com base nos estudos da Astronomia é possível usar o céu como um vasto conjunto de laboratórios de Física e Matemática, tornando as aulas mais significativas e dinâmicas. É viável para qualquer estudante da educação básica do nosso país e em especial da região de Feira de Santana, no atual contexto escolar, ter acesso a planetários e um universo de informações acerca dos corpos celestes e desta maneira se aproximar do mundo das ciências. Para tanto se faz necessário priorizar na sala de aula um ensino por investigação, ao qual se constitui em uma “perspectiva de ensino baseada na problematização, elaboração de hipóteses e teste de hipóteses, seja por meio da pesquisa, seja por meio da experimentação, podendo, envolver ou não atividades experimentais” (BASSOLI, 2014, p.583), ou seja, um ensino que considere fatores como: contextualização, significado, problemáticas sociais, interatividade, dialogicidade. Para isso, no ensino devem ser observados os princípios facilitadores de uma aprendizagem significativa crítica listados a seguir:

Perguntas ao invés de respostas (estimular o questionamento ao invés de dar respostas prontas); b) Diversidade de materiais (abandono do manual único); c) Aprendizagem pelo erro (é normal errar; aprende-se corrigindo os erros); d) Aluno como perceptor representador (o aluno representa tudo o que percebe); e) Consciência semântica (o significado está nas pessoas, não nas palavras); f) Incerteza do conhecimento (o conhecimento humano é incerto, evolutivo); g) Desaprendizagem (às vezes o conhecimento prévio funciona como obstáculo epistemológico); h) Conhecimento como linguagem (tudo o que chamamos de conhecimento é linguagem); i) Diversidade de estratégias: abandono do quadro-de-giz. (MOREIRA, 2005, p.13).

É comum nas atividades complementares ACs, que são reuniões semanais pedagógicas nas escolas, nos deparamos com discussões acerca de como melhorar as aulas, de maneira que os alunos vejam mais significados nos temas abordados e que se tenham aulas participativas e motivadas, em que os estudantes se interessem de fato pelos conceitos abordados. Nestas reuniões pedagógicas em que os professores são agrupados por área do conhecimento. Realizamos planejamento,

alinhamos nossos planos de ensino, debatemos com nossos pares acerca das dificuldades dos nossos estudantes, planejamos na perspectiva de promover uma aprendizagem significativa, de maneira que estes encontrem significados nos temas abordados, que se motivem a participar das aulas e se interessem de fato pelos conceitos abordados.

Desse modo, esta investigação nasceu do desejo de se promover um ensino no qual ocorra a construção do conhecimento contextualizado pelos estudantes, nas aulas de Matemática e Física, disciplinas as quais trabalho. Ao refletir sobre as possíveis dificuldades dos estudantes com relação ao conhecimento Matemático e da Física, percebi que, de modo geral, nós professores temos a prática de “despejar” uma imensa quantidade de conhecimento na cabeça de nossos estudantes, sem contudo contextualizar os conteúdos abordados, ou seja, sem atribuir sentido ao que se deseja que os estudantes aprendam, e, além disso, também sem justificar para o estudante a necessidade de ter sido produzido determinado conhecimentos que muitas vezes são sem sentido para eles. Vale salientar que devido a essas inquietações comuns na minha prática docente de professor na área de exatas procurei desenvolver e aplicar um material fundamentado na Aprendizagem Significativa Crítica, visando oferecer aos alunos, um ensino diferenciado, que considere seus conhecimentos prévios e no abandono da narrativa exclusiva do professor.

É nesta perspectiva que esta proposta trilha, se constitui em utilizar o fascínio que a Astronomia exerce sobre os estudantes, e assim ajudá-los a desenvolver competências e habilidades necessárias para o enfrentamento de problemas do seu cotidiano, que façam relação com conceitos da Física e Matemática. Proposição que é reforçada no PCN de Física:

O ensino de Física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média. (BRASIL, 2002, p.2).

Conforme preconiza os PCN de Física e Matemática (2000), o professor ao planejar suas aulas, precisa levar em consideração a necessidade de promover um trabalho pedagógico que possibilite aos estudantes o desenvolvimento de

competências de leitura e interpretação de textos, leitura de gráficos, resolução de expressões matemáticas, capacidade de questionar, investigar, interpretar situações gerais, reconhecer o sentido histórico da ciência e da tecnologia. Para tal, o professor necessita estruturar claramente os objetivos propostos alinhado aos conteúdos, e dessa maneira estimular no estudante a capacidade de relacionar os assuntos abordados na sala com situações, ou problemas, do cotidiano. É preciso demonstrar a importância das ciências Física, Matemática entre outras, como instrumentos primordiais de investigação do nosso cotidiano, além disso, é necessário evidenciar como as conquistas científicas estão dentro de um contexto histórico, levando em consideração as necessidades de determinados grupos.

Vale ainda ressaltar que no processo de ensinar o professor deve diversificar suas metodologias e buscar desenvolver atividades que extrapolem o ambiente de sala de aula, como por exemplo, observatórios, laboratórios, quadras, museus, feiras de ciências, planetários, etc.

Considerando as reflexões anteriores, pode-se afirmar que o objetivo das disciplinas científicas é possibilitar ao sujeito a capacidade de compreender e resolver os problemas do cotidiano através do conhecimento, portanto se faz necessário propor atividades contextualizadas, que vão além do livro didático, e que façam relação com outras disciplinas, essa deve ser uma prática constante nas aulas de Matemática e Física, proporcionando um momento de mãos na massa, dúvida, de pesquisa e de curiosidade de descobrir mais coisas sobre determinado assunto. Nesse viés é que proponho a Sequência Didática – SD, como metodologia de ensino que contempla uma abordagem de Aprendizagem Significativa Crítica que pretende oferecer aos alunos, um ensino que valorize seus conhecimentos prévios e no abandono da narrativa exclusiva do professor.

Segundo Zabala (2007, p. 18) uma sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos estudantes”. No desenvolvimento da sequência, as atividades devem ser conduzidas pelo professor de maneira que possibilite aos estudantes, oportunidades de utilizar seus conhecimentos prévios, expor suas ideias, levantar hipóteses, e experimentar ações que promovem uma aprendizagem significativa com relação à aquisição do conhecimento. Desse modo, a utilização da Sequência Didática enquanto estratégia de ensino, possibilita que os estudantes

tenham a percepção de que os conhecimentos que trazem para a escola são valorizados e estão relacionados com os conteúdos que são abordados em sala de aula, o que contribui para criar um ambiente de aprendizagem estimulante e provocador.

Assim, considerando esses fatores, é que utilizei as SDs que envolvem a temática Universo, Terra e Vida, para trabalhar os conceitos de Matemática e Física, contextualizados na Astronomia, na perspectiva de promover a melhoria de habilidades matemáticas em estudantes de uma escola estadual de Feira de Santana. Vale destacar, habilidades matemáticas é aqui definida como sinônimo de álgebra, ramo da matemática que recorre a manipulação de números, letras e sinais (símbolos), ou seja, como na sua definição técnica vista a seguir:

Parte da matemática elementar que generaliza a aritmética, introduzindo variáveis que representam os números e simplificando e resolvendo, por meio de fórmulas, problemas nos quais as grandezas são representadas por símbolos (HOUAISS, 2001, p.28).

Neste sentido, sinto-me provocado a questionar: **Quais as contribuições da sequência didática na melhoria de habilidades matemáticas dos estudantes, utilizando-se de conceitos de física e matemática contextualizados na Astronomia?** Desse modo, esta investigação configura-se como pesquisa aplicada, que tem seu valor centrado na possibilidade de se desenvolver uma escuta reflexiva dos sujeitos envolvidos no desenvolvimento desta proposta, a saber: Estudantes do Ensino Médio do CIEAC. Nessa direção, foi tomado como objeto de estudo para a pesquisa o uso de Sequência Didática como estratégia de ensino, para a melhoria de habilidades matemáticas, utilizando-se de conceitos de física e matemática contextualizados na Astronomia, tendo como objetivo geral implementar a Sequência Didática enquanto estratégia de ensino que pode possibilitar a melhoria de habilidades matemáticas, utilizando-se de conceitos da Matemática e da Física, contextualizados na Astronomia. E objetivos específicos: averiguar se as sequências didáticas contextualizadas na Astronomia potencializam a assimilação de conceitos de Física e Matemática; Verificar se os estudantes conseguem interagir, provocar discussões, argumentar e relatar sua experiência de maneira crítica sobre os conceitos abordados nas Sequências Didáticas; Construir material didático de apoio ao professor de Física e Matemática.

Para tanto serão analisadas Sequências Didáticas, que foram elaboradas com base nas Orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais na temática Universo, Terra e Vida, em sugestões de atividades da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) e na Aprendizagem Significativa Crítica. Em suma, este trabalho procura utilizar algumas experiências envolvendo o fascínio que a Astronomia provoca em todos nós; o livro Bahia, Brasil: espaço, ambiente e cultura, ofertado aos professores da rede estadual de ensino na Bahia, e a construção de materiais didáticos de baixo custo por parte dos alunos.

Para essa discussão foram utilizadas as Matrizes de Referência (2008) do Sistema Nacional da Avaliação da Educação Básica – SAEB-INEP, que tem por referência os Parâmetros Curriculares Nacionais. Em Matemática - com foco na resolução de problemas - são avaliadas habilidades e competências definidas em unidades chamadas descritores, agrupadas em temas que compõem a Matriz de Referência dessa disciplina. Como resultado desta investigação o desejo é de ofertar aos meus pares (professores) um material, que possa servir de base, que possibilite a estes a promoção de um ensino mais dinâmico, criativo, significativo, que se utilize dos conceitos de Matemática e Física como ferramentas para o domínio da linguagem científica, com atividades que gerem diálogo entre as partes do processo de ensino-aprendizagem, fugindo assim de um ensino autoritário e dogmático. Levando em consideração esses fatores, desenvolvemos um material de suporte para professores (Produto Educacional – Material com SDs para o Ensino Médio), sendo este com sugestões de textos, links, vídeos, atividades práticas, todos associados aos conteúdos abordados, que será apresentado no apêndice. Além disso, na produção das SD, leva-se em consideração o livro do programa Ciência na Escola e a construção de materiais didáticos descritos nas provas da Olimpíada Brasileira Astronomia (OBA).

O programa intitulado Ciência na Escola é ofertado aos professores do estado da Bahia objetivando promover a educação científica. Com essa finalidade, é disponibilizado para toda rede um livro cujo título é Bahia, Brasil: espaço, ambiente e cultura, sendo suas atividades, aqui denominadas, de pranchas. Para sintetizar, considero importante a utilização desse material em sala de aula, devido a sua qualidade e disponibilidade nas escolas. Cabe comentar que apesar da excelência do livro do Ciência na Escola, que oferece atividades envolvendo a Ciência do dia a dia e a Bahia, o mesmo é pouco utilizado nas escolas, ficando quase sempre sem

seu devido uso, fato este que pretendo modestamente contribuir para que seja modificado.

Assim, a escrita desta produção se estendeu por cinco capítulos, que articulados constituem a trajetória vivenciada por mim na investigação. No primeiro capítulo faço uma contextualização do problema da pesquisa situando-o no contexto macro e as implicações no meu fazer pedagógico. Delineio assim, objeto e objetivos da pesquisa.

No segundo capítulo discorro sobre os princípios da Aprendizagem Significativa Crítica, abordo sobre Sequencia Didática - SD, suas principais características, demonstro como a SD, proporciona um ambiente de aprendizagem significativa e de interação entre os sujeitos envolvidos, justifico a escolha dessa perspectiva metodológica, discuto sobre a mesma e suas principais características, e faço um breve histórico da história da Astronomia.

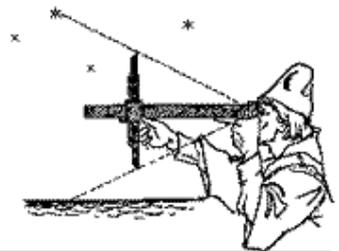
No terceiro capítulo apresento o lócus, os resultados da Prova Brasil e do teste de sondagem que realizei com os sujeitos do processo investigativo, apresento os caminhos metodológicos da investigação.

No quarto capítulo demonstro a aplicação das Sequencias Didáticas escolhidas.

No quinto capítulo, faço a discussão e análise de dados das SD desenvolvidas e trabalhadas com os estudantes. Discorro neste capítulo o modo como as mesmas foram desenvolvidas, apresento e analiso os relatos dos estudantes, realizo a análise das atividades na perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica. Por fim as considerações finais, nas quais apresento as reflexões sobre as descobertas e possibilidades dessa pesquisa.

## 2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

---



*Existem muitas hipóteses na ciência que são erradas. Isso é perfeitamente correto; elas são a abertura para descobrir o que é certo. A ciência é um processo auto-corretivo. Para serem aceitas, novas ideias devem sobreviver aos mais rigorosos padrões de evidência e escrutínio.*

*Carl Sagan*

Os debates e discussões nos eventos que tratam sobre o ensino e educação escolar, entre outros temas, abordam sobre como desenvolver metodologias que despertem o interesse dos estudantes para a aprendizagem dos conteúdos escolares, visto que o atual contexto é marcado por grandes avanços tecnológicos, que inundam nossos estudantes de informações e conhecimento, aos quais estes têm acesso de modo fácil e rápido. Fato este que provoca os professores a repensar suas práticas pedagógicas, o que implica tomar o estudante como sujeito do processo, para tanto o professor necessita utilizar uma metodologia que provoque e desafie o estudante, partindo dos conhecimentos prévios destes, conforme Ausubel (2003), tornar claro o que os estudantes já sabem sobre um tema, mediando e interagindo com os mesmos, na construção de conceitos fundamentais necessários à sua formação, e assim, construindo conhecimento e aprendendo a aprender.

Assim, pretendo neste capítulo discutir o processo de adquirir significados a partir de material potencialmente significativos, e suas implicações para organização e funcionamento da estrutura cognitiva do estudante. Mostrando como a teoria da aprendizagem significativa em uma abordagem cognitivista pode facilitar o ensino de disciplinas como Física e Matemática.

Para Ausubel (2003), um dos principais aspectos do cognitivismo, é o que o estudante traz consigo - conhecimento prévio, e este é o fator mais importante para seu aprendizado, e nós professores devemos propor aulas que considere esses conhecimentos como um ponto de partida para nossas aulas. Sua teoria de aprendizagem é cognitivista e construtivista, uma vez que considera que o processo de apreensão de conhecimento pelo aluno ocorre de maneira evolutiva, em que o conhecimento presente no cognitivo do estudante é construído sobre estruturas prévias já consolidadas. Dessa maneira, valoriza-se os conhecimentos que os alunos trazem consigo para se tratar de questões de ensino consonante ao enfoque cognitivista. Para o referido autor

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo ("saber") que envolve a interação entre ideias "logicamente" (culturalmente) significativas, ideias anteriores ("ancoradas") relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o "mecanismo" mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos. (AUSUBEL, 2003, p.04).

Ausubel (2003), aborda a teoria da assimilação da aprendizagem e da retenção significativa, propondo uma teoria cognitivista que tenta explicar os processos de ensino e aprendizagem numa perspectiva distanciada do modelo comportamentalista prevalecente na época “quando o ensino e a aprendizagem eram focados em termos de estímulos, respostas e reforços, não de significados” (MOREIRA, M.A., CABALLERO e RODRÍGUEZ, 1997, p.25). Suas ideias foram apresentadas em uma monografia de título *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* no ano de 1963, e desde então vem influenciando a educação, pois a teoria foi pensada para a aprendizagem produzida no contexto da sala de aula. Para ele, a aprendizagem é um acontecimento que se dá a partir dos significados que o sujeito estabelece com o mundo em que se vive. Esta aprendizagem se constitui em um processo de armazenamento de informações que, segundo Moreira e Masini (2001), se aglutinam em classes mais genéricas de conhecimentos que vão sendo incorporadas no cérebro do estudante e que serão utilizadas futuramente. Quando os conceitos estão bastante claros e disponíveis na estrutura cognitiva, tornam-se pontos de ancoragem para novas ideias e informações, além de ocorrer modificações significativas desses conceitos quando algo novo é aprendido.

O conceito mais importante da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo. Ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor ou, simplesmente, subsunçor (subsumer), existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. (M.A. e MASINI, 2001, p. 17).

Dessa forma, Ausubel (2003) define subsunçores como elementos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprendem, no qual a nova informação se ancora. Essa nova informação é armazenada de forma organizada, levando a uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são relacionados (e assimilados) aos conceitos e proposições mais gerais e mais inclusivos. Esses conteúdos prévios deverão se relacionar com novos conteúdos que, por sua vez, poderão modificar e dar novos significados àquelas já consolidadas.

A essência do processo de aprendizagem significativa, tal como já se verificou, consiste no fato de que novas ideias expressas de forma

simbólica (a tarefa de aprendizagem) se relacionam àquilo que o aprendiz já sabe (a estrutura cognitiva deste numa determinada área de matérias), de forma não arbitrária e não literal, e que o produto desta interação ativa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflete a natureza substantiva e denotativa deste produto interativo. (AUSUBEL 2003, p. 71).

Assim, uma vez aprendidos de forma significativa, esse novo conceito em associação com os conceitos gerais preexistentes se tornará mais elaborados e, portanto mais diferenciados.

A essência do processo da aprendizagem significativa está, portanto, no relacionamento não-arbitrário e substantivo de ideias simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, isto é, a algum conceito ou proposição que já lhe é significativo e adequado para interagir com a nova informação. É desta interação que emergem, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos (ou seja, suficientemente não arbitrários e relacionáveis de maneira não-arbitrária e substantiva a sua estrutura cognitiva). É também nesta interação que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados. (MOREIRA, M.A., CABALLERO e RODRÍGUEZ, 1997, p.02).

Neste contexto, a Aprendizagem Significativa remete a um processo de modificação do conhecimento que acontece a partir das relações que o sujeito estabelece entre sua estrutura cognitiva e as novas informações a que tem acesso. Durante o processo de aprendizagem significativa a estrutura cognitiva sofre incremento de aspectos quantitativos (inclusão de novos conceitos) e/ou qualitativos (modificação ou complementação dos subsunçores).

A Aprendizagem Significativa pode resultar não só na conexão de novos conceitos da estrutura cognitiva, mas também em conexões entre conceitos já aprendidos que eram vistos como isolados. Quando não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada, tem-se o que Ausubel (2003) definem como uma Aprendizagem Mecânica, arbitrária e literal, que contrapõe a aprendizagem significativa. Nesse tipo de aprendizagem não ocorre uma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, ou seja, os novos conceitos não interagem com os subsunçores, e a informação é armazenada de forma arbitrária. Moreira (2012, p.12), no entanto, destaca que aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia: estão ao longo de um

mesmo contínuo, há uma “zona cinza” entre elas, dois pólos de um “*continuum*”. A proximidade de um pólo ou do outro, segundo o autor, depende da não arbitrariedade e da substantividade das relações estabelecidas: quanto mais se relaciona o novo material de forma substancial e não arbitrária com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia que lhe for relevante, mais próximo se está da aprendizagem significativa; quanto menos se estabelece este tipo de relação, mais próximo se está da aprendizagem mecânica. Entre as vantagens da aprendizagem significativa sobre a aprendizagem mecânica estão:

Na aprendizagem significativa, o aprendiz possui um mecanismo obrigatório para relacionar aspectos não literais (em oposição aos literais) de novos conceitos, proposições, informações ou situações a componentes relevantes da estrutura cognitiva existente, de várias formas não arbitrárias, que tornam possível a incorporação de relações derivativas, de elaboração, correlativas, modificadoras, de apoio, de qualificação, subordinantes ou representacionais na estrutura cognitiva do mesmo. Dependendo da natureza da tarefa de aprendizagem (i.e., recepção ou descoberta), o mecanismo pode ser descobrir ou, simplesmente, apreender (compreender) e incorporar tais relações na estrutura cognitiva. Por outro lado, na aprendizagem por memorização, o mecanismo do aprendiz pode consistir em descobrir uma solução arbitrária para um problema, ou interiorizar o material verbal de forma arbitrária e literal, como um objetivo discreto e isolado por si só. Contudo, tal aprendizagem não ocorre, como é óbvio, num vácuo cognitivo. O material está relacionado com aspectos relevantes da estrutura cognitiva, mas não de forma substantiva (não literal) e não arbitrária, permitindo a incorporação numa das relações existentes na estrutura cognitiva acima especificadas. Sempre que a aprendizagem pela descoberta está envolvida, a distinção entre aprendizagem por memorização e significativa corresponde à distinção entre ‘tentativa e erro’ e resolução de problemas com discernimento. (AUSUBEL 2003, p. 57).

Para Ausubel, a interação entre novas informações e conhecimentos prévios pressupõe que os conceitos subsunçores constituam-se enquanto tais e potencializem a aprendizagem, apresentando como características a capacidade de discriminabilidade, abrangência, disponibilidade, estabilidade e clareza. A sua efetivação no ambiente escolar se dá, sobretudo, por meio da aprendizagem de conceitos e de proposições potencialmente significativos relacionados a estrutura cognitiva e nela incorporados, conforme analisa Moreira e Masini (2001, p. 14).

Segundo a teoria da aprendizagem significativa, há uma distinção no que se refere à aprendizagem por descoberta, na qual o conteúdo que deve ser aprendido é descoberto pelo aprendiz, e a aprendizagem por recepção, na qual o que deve ser

aprendido é apresentado ao aprendiz na sua forma final. Embora distintas nenhuma aprendizagem significativa ocorre se não houver a incorporação da nova informação de forma não arbitrária à estrutura cognitiva. Assim, em crianças em idade pré-escolar, a formação de conceitos é um tipo de aprendizagem por descoberta, onde se levantam e testam hipóteses, da mesma forma que fazem generalizações a partir de instancias mais específicas.

A aprendizagem mecânica é sempre necessária quando o indivíduo adquire informação numa área de conhecimento completamente nova para ele. Isto é, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a nova informação na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. (MOREIRA, M.A. e MASINI, 1981, p.19).

Após a criança formar vários conceitos, a diferenciação adicional destes e o desenvolvimento de novos prosseguem principalmente através da assimilação de conceitos. Essa assimilação em criança mais velha, e adulto, acontece quando se consegue perceber e relacionar conceitos com ideias relevantes já fundamentadas em sua estrutura cognitiva, conforme refletem Moreira e Masini (2001). Nesse processo de assimilação de conceitos o mais significativo envolve a relação, de modo substantivo e não arbitrário, de ideias relevantes estabelecidas com o conteúdo significativo. Do produto dessa relação nasce das etapas percorridas o novo significado. Estas ideias corroboram as propostas do ensino por investigação, na qual o aluno não é um receptor passivo de informações, ele mesmo estabelece relações, discute e constrói o conhecimento científico. “O caráter do conhecimento muda se for comunicável, debatido e compartilhado” (MOREIRA, M.A., 2003, p.7). “Entendemos que ajudar os estudantes a aprender a aprender, no sentido em que nós o tentamos fazer, é algo novo e tremendamente importante” (NOVAK, 1995, p. 15), ou seja, usar estratégias que habilitam o aprendiz a encarregar-se de sua própria aprendizagem de maneira altamente significativa:

Esperava-se que a aprendizagem dos estudantes fosse da responsabilidade do professor, quando, na realidade, a aprendizagem é da responsabilidade do aluno. Quando os estudantes aprendem acerca da aprendizagem da maneira que recomendamos, podem encarregar-se da sua própria aprendizagem. Uma vez aliviados da carga de ser o responsável pela aprendizagem, o professor pode concentrar-se no processo de ensino. Quando a

meta do ensino se fixa no atingir de significados compartilhados, liberta-se uma grande quantidade de energia, tanto da parte dos professores como dos estudantes. As estratégias apresentadas neste livro não só podem ajudar os alunos, como também podem formar professores melhores e mais capazes. E nisto reside grande parte do potencial do livro, já que, ao longo da sua carreira, um professor pode influenciar as vidas de milhares de pessoas. (NOVAK, 1995, p. 14 e 15).

Tais estratégias incluem metaaprendizagem, ou aprender sobre aprendizagem significativa e, metaconhecimento, ou aprender sobre a natureza do conhecimento:

As melhores estratégias de meta-aprendizagem devem ser acompanhadas por estratégias que facilitem a aprendizagem sobre o metaconhecimento. A meta-aprendizagem e o metaconhecimento, embora interligados, são dois corpos diferentes de conhecimento que caracterizam a compreensão humana. A aprendizagem sobre a natureza e a estrutura do conhecimento ajuda os estudantes a perceber como é que eles aprendem, e o conhecimento acerca da aprendizagem facilita a sua visão de como os seres humanos constroem o novo conhecimento. (NOVAK, 1995, p.25).

Nessa perspectiva, compreende-se como fundamentais para aprendizagem significativa as características dos conceitos que Ausubel definem como:

[...] objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos criteriosais comuns, e que são designados por algum signo ou símbolo, tipicamente uma palavra com significado genérico. [...] atributos específicos abstratos comuns a uma determinada categoria de objetos, acontecimentos ou fenômenos, apesar da diversidade das dimensões que não as que caracterizam os atributos específicos partilhados por todos os membros da categoria. (Ausubel 2003, p. 02).

Assim, conceitos são compreendidos como unidades de conhecimento que implicam princípios, teorias e procedimentos. A aprendizagem conceitual é caracterizada pela identificação de atributos criteriosais que determinam os conceitos. Aprender o significado do conceito consiste em compreender quais são os atributos criteriosais que o distinguem ou identificam, e não apenas nomeá-lo por meio de um rótulo diretamente vinculado ao referente. “Na aprendizagem conceitual os atributos de critérios de um novo conceito relacionam-se com as ideias relevantes na estrutura cognitiva, para darem origem a um novo significado genérico, mais

unitário” (AUSUBEL,2003, p. 02 e 03). Esse tipo de aprendizagem pode ocorrer por formação de conceitos – aquisição espontânea e indutiva de ideias genéricas, baseadas em experiências concretas – e por assimilação de conceitos – aos conceitos preexistentes na estrutura cognitiva são relacionados novos significados apresentados ao indivíduo. Outra categoria também utilizada para caracterizar a aprendizagem significativa é a aprendizagem representacional. Essa aprendizagem é o tipo mais básico de aprendizagem humana e está relacionada à atribuição de significados a determinados símbolos individuais (ou palavras) e aos eventos aos quais eles se referem. “A aprendizagem representacional (tal como a atribuição de um nome) aproxima-se da aprendizagem por memorização” (AUSUBEL, 2003, p. 17). Esses símbolos são convencionais e permitem ao aprendiz conhecer e organizar o mundo exterior e interior (por exemplo: as primeiras palavras que a criança aprende são representações de objetos ou fatos reais).

No caso da aprendizagem proposicional, “[...] uma nova proposição (ou ideia compósita) se relaciona com a estrutura cognitiva para dar origem a um novo significado compósito” (AUSUBEL, 2003, p. 85). Ou seja, o significado da proposição é mais que – e diferente – a soma dos significados isolados das palavras que a compõem:

[...] na medida em que a própria proposição se cria a partir da combinação ou relação de múltiplas palavras individuais (conceitos), representando cada uma delas um referente unitário; e, as palavras individuais se combinam de tal forma (geralmente na forma de frase) que a nova ideia resultante é mais do que a soma dos significados das palavras individuais componentes. (AUSUBEL, 2003, p. 85).

Neste caso, ocorre o inverso da aprendizagem representacional. Embora necessite do conhecimento prévio dos conceitos e símbolos, seu objetivo é mais amplo: aprender o significado das ideias que compõem uma proposição (expressão) por meio da junção dos significados individuais das palavras e dos conceitos. Os processos cognitivos relativos à aprendizagem proposicional dependem da inclusividade das novas informações em relação às ideias já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Ausubel (2003) considera que a aprendizagem significativa proposicional é mais complexa que as aprendizagens conceituais e representacionais porque as representações e os conceitos podem constituir os subsunçores para a formação de proposições. Porém, para facilitar a aprendizagem

subsequente, quando não existem, na estrutura cognitiva do aprendiz, os subsunçores, Ausubel sugere o uso de organizadores prévios como uma das formas de adquiri-los. Outra forma de adquirir esses subsunçores é usar a aprendizagem mecânica para a memorização do novo conhecimento e, a partir dele, estruturar gradualmente o conhecimento sobre o tópico considerado, permitindo a “ancoragem” de novos conhecimentos.

Vale destacar, quando se tem a utilização de organizadores prévios, esses servem de pontes cognitivas para a nova aprendizagem levando ao desenvolvimento de subsunçores, ou seja, servindo como uma ponte intelectual entre o que já se sabe e o que se deve saber:

Organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados a um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade que o conteúdo do material instrucional a ser aprendido proposto por David Ausubel para facilitar a aprendizagem significativa. Eles se destinam a servir como pontes cognitivas (subsunçores) entre aquilo que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber para que possa aprender significativamente o novo conteúdo. Ausubel propõe os organizadores prévios como a estratégia mais eficaz para facilitar a aprendizagem significativa quando o aluno não dispõe, em sua estrutura cognitiva, dos conceitos relevantes para a aprendizagem de um determinado tópico. Os organizadores prévios não devem ser confundidos com sumários e introduções que são escritos no mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade do material que se segue, simplesmente enfatizando os pontos principais desse material. Na concepção ausubeliana, os organizadores prévios destinam-se a facilitar a aprendizagem de um tópico específico. Por outro lado, os materiais introdutórios construídos para este estudo, são denominados pseudoorganizadores prévios, porque se destinam a facilitar a aprendizagem de uma unidade. (MASINI e MOREIRA, 2001, p. 21).

O Organizador Prévio serve para a manipulação deliberada da estrutura cognitiva do estudante com a finalidade de revitalizar significados esquecidos ou buscar, na estrutura cognitiva dos estudantes, significados que guardam uma certa familiaridade com o novo conteúdo (conceitos, ideias...), chamados de organizadores comparativos, mas que não estão sendo utilizados, a fim de desenvolver subsunçores, de modo a favorecer a aprendizagem. No entanto, não é um processo simples avaliar o que o aprendiz já sabe. O professor deve tentar encontrar fragmentos dos conhecimentos já assimilados na estrutura cognitiva de quem aprende. Todavia, ainda há a preocupação, com a mobilização da vontade do

estudante em relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva para não correr o risco de ter uma mera aprendizagem mecânica e sem significado, mesmo quando o conteúdo for potencialmente significativo conforme propõe Ausubel (2003). Da mesma forma, mesmo com vontade e disposição do aprendiz, se o material não for potencialmente significativo, o aluno irá apenas obter uma aprendizagem mecânica.

Assim, a concepção ausubeliana, para avaliarmos se uma aprendizagem é significativa ou não, o conteúdo adquirido deve estar claro, preciso e que o estudante deve ter competência em transferi-lo a novas situações para se evitar a “simulação de aprendizagem”. Deve-se utilizar situações novas, diferentes das usadas em seu ensino, ou seja, não familiares e procurar evidência de uma compreensão significativa,

Uma longa experiência em fazer exames faz com que os estudantes se habituem em memorizar não só proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver problemas típicos. (MOREIRA, M.A.,1999, *apud* DARROZ,2012, p.34).

Para enfatizar a ocorrência da ligação entre a nova informação e a estrutura cognitiva, foi introduzido o princípio da assimilação, que ajuda a explicar como o conhecimento é organizado na estrutura cognitiva. O subsunçor não é apenas um objeto no qual a informação fica presa. Ele tem um papel interativo, facilitando a passagem de informações relevantes através de barreiras perceptivas do indivíduo e fornecendo ligação entre a nova informação recém percebida e o conhecimento adquirido anteriormente. Durante esse processo, o subsunçor também é modificado e a informação salva se torna um pouco alterada.

Quando se apreende uma nova ideia a, através da relação e da interação com a ideia relevante A estabelecida na estrutura cognitiva, alteram-se ambas as ideias e a assimila-se à ideia estabelecida A, tanto a ideia ancorada A e a nova ideia a, se alteram de alguma forma na formação do produto interativo A'a'. (AUSUBEL, 2003, p.105).

Por exemplo, se A for a proposição ‘Estações do Ano são provocadas pelo movimento de translação da Terra ao redor do Sol’ existente na estrutura cognitiva de uma criança, a pode ser uma apresentação da proposição de que as Estações do Ano é provocada pela constância da inclinação e direção do eixo de rotação da

Terra, alterando, assim, ligeiramente o conceito que a criança tem de (A'), além de produzir um novo significado idiossincrático para (a'). Há também outras três categorias de aprendizagem pelas quais novos conhecimentos podem interagir com conhecimentos prévios disponíveis na estrutura cognitiva, chamadas de subordinada, superordenada e combinatória. A primeira ocorre quando os novos conceitos vão encaixar em conceitos já existentes na estrutura cognitiva, ou seja, quando a informação nova é assimilada pelo subsunçor passando a alterá-lo.

A aprendizagem superordenada parte dos subsunçores formando uma ideia mais geral - conceito ou proposição, organizando os subsunçores como parte desta ideia mais genérica, ou seja, à medida que ocorre a aprendizagem significativa, além da elaboração dos conceitos subsunçores é também possível a ocorrência de interações entre esses conceitos. Por outro lado, a aprendizagem combinatória pode ser entendida como uma aprendizagem de proposições ou conteúdos mais amplos que aqueles já existentes na estrutura cognitiva. Por ser uma aprendizagem de uma proposição global, não guarda um papel de subordinação e nem de superordenação, pois não se liga a conceitos (ou aspectos) específicos da estrutura cognitiva.

Para facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel (2003) propõe o princípio da diferenciação progressiva que deve ser considerado quando se planeja um conteúdo a ser ensinado. Nesse sentido, segundo Moreira e Masini (1981) as ideias mais gerais da disciplina devem ser apresentadas logo no início para, então, serem progressivamente diferenciadas em termos de detalhe e especificidade. Os autores se embasam na ideia de que as dificuldades de aprendizagem são menores quando, a partir do todo, se olha as partes, do que quando, a partir das partes, tenta-se entender o todo. Sob esta perspectiva, na estrutura mental de um indivíduo, existe certa hierarquia, na qual ideias mais gerais encontram-se no topo, incluindo mais abaixo proposições e conceitos específicos conforme analisa Moreira (1999). Assim, surge a chamada reconciliação integrativa, onde a programação do material deve ser elaborada para explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes.

Tanto a diferenciação progressiva como a reconciliação integrativa estão relacionadas, pois toda aprendizagem por diferenciação progressiva acaba resultando em uma reconciliação integrativa.

Nesse contexto, o processo de ensino e aprendizagem de Física e Matemática também se dão por uma troca de significados entre o professor e o

aluno, cujo efeito pressupõe a iniciação do aprendiz na comunidade de usuários de determinados conhecimentos e linguagens das ciências. Assim, ensinar e aprender são um compartilhamento de significados.

Gowin e Novak (1995) estabeleceram que a relação entre professor e aluno é um processo de negociação envolvendo materiais educativos com o objetivo de provocar um compartilhamento de significados. Quando esse objetivo é alcançado, o aluno é quem decide se quer ou não aprender significativamente. Nessa relação, o professor passa a não ser um mero transmissor de conteúdos e o aluno passa a oferecer ao professor, e aos seus colegas, o seu conhecimento prévio, baseado, geralmente, em suas vivências pessoais que irão determinar a sua aprendizagem escolar. Desse modo, o processo de ensino e de aprendizagem se apresenta como uma responsabilidade de ambos, professor e aluno, e a relação com o outro, com o coletivo, e com o social, leva à modificação da estrutura cognitiva não apenas como uma atividade interna do sujeito. O papel do professor é ser um mediador, estimulando a reativação dos conhecimentos prévios e orientando os estudantes a refletirem sobre eles, para desenvolverem conceitos cada vez mais próximos daqueles aceitos cientificamente.

A aprendizagem escolar vai além da aquisição de informações e exige também conhecimentos sobre o mundo para que o estudante possa atribuir significado e sentido ao que está sendo ensinado. Privilegiar no ensino a elaboração de conceitos e proposições requer o estímulo, pelos professores, por estratégias que permitam aos alunos desenvolverem o pensamento abstrato e certa destreza para pensar cientificamente.

Para Ausubel, a aprendizagem significativa não está condicionada à idade – excetuando-se as crianças recém nascidas – nem à prontidão, mas ao conhecimento prévio de que o aluno dispõe, à predisposição para aprender significativamente, à potencialidade do material de aprendizagem e às estratégias instrucionais empregadas pelo docente. Portanto, em qualquer nível de ensino é possível o compartilhamento de significados entre aluno e professor. Essa troca permite a inclusão do aluno na comunidade de usuários de um conhecimento científico socialmente aceito. Ele passa a dominar um instrumental que lhe permite acionar o seu repertório para posicionar-se frente às demandas cotidianas.

Indo além da Aprendizagem Significativa, Moreira (2009) propõe a Aprendizagem Significativa Crítica, dentro de uma ótica contemporânea. Assim, nos

dias de hoje, não basta obter uma aprendizagem significativa, a aquisição de novos conhecimentos tem que vir de maneira crítica.

## **2.1 Aprendizagens Significativa Crítica (Subversiva)**

Na concepção ausubeliana a Aprendizagem Significativa tem como base “[...] o conhecimento prévio, a experiência prévia, ou a percepção prévia, e o aprendiz deve manifestar uma predisposição para relacionar de maneira não-arbitrária e não-litera o novo conhecimento com o conhecimento prévio.” (MOREIRA, 2010, p.20) Contudo na perspectiva de Moreira (2000) isso não é o suficiente. O autor argumenta que pode-se aprender significativamente conteúdos que não são relevantes para o pleno desenvolvimento do sujeito, que os mantenha alienado das questões relevantes do contexto socioeconômico.

Meu argumento, parafraseando Postman e Weingartner (1969) é que esse foco deveria estar na aprendizagem significativa subversiva, ou crítica como me parece melhor, aquela que permitirá ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela, manejar a informação, criticamente, sem sentir-se impotente frente a ela; usufruir a tecnologia sem idolatrá-la; mudar sem ser dominado pela mudança; viver em uma economia de mercado sem deixar que este resolva sua vida; aceitar a globalização sem aceitar suas perversidades; conviver com a incerteza, a relatividade, a causalidade múltipla, a construção metafórica do conhecimento, a probabilidade das coisas, a não dicotomização das diferenças, a recursividade das representações mentais; rejeitar as verdades fixas, as certezas, as definições absolutas, as entidades isoladas. (MOREIRA, 2000, p.20).

Considerando essas ideias, em que o autor afirma que aprendizagem deve ser significativa e subversiva, e que temos como desafio tornar claro o que os estudantes já sabem sobre determinado tema, desenvolvendo através da mediação aluno-professor a construção de conceitos, ou seja, ensinar o aluno a aprender a aprender. Ou seja, é preciso viver em sociedade e fazer parte dela, contudo é importante, e necessário, olhar para as questões que se apresentam no contexto social de maneira crítica. Para tal o sujeito precisa saber selecionar o que realmente é essencial na construção de conceitos e conhecimento. Vale ressaltar que no atual contexto em que vivemos, que há uma grande quantidade de informações que

podem ser acessadas a partir da rede de computadores (*internet*). Torna-se necessário o desenvolvimento de uma aprendizagem crítica, que possibilite ao sujeito usar e processar as informações, e reelaborar os conhecimentos acessados, para que possa selecionar o que realmente é importante. Porém, um ensino baseado somente em transmissão passiva, não leva o aluno a pensar. Para que isto ocorra, o ensino deve desenvolver, nos estudantes, habilidades essenciais como entender, questionar, interagir, e assim, obtendo-se uma aprendizagem significativa crítica fundamental para a formação de um cidadão. Para promover a Aprendizagem Significativa Crítica existem alguns princípios facilitadores para os professores desenvolverem em sala de aula. Estes princípios são orientações para que as atividades educativas se tornem mais eficientes.

**a. Princípio do conhecimento prévio. Aprendemos a partir do que já sabemos.**

Ausubel (2003), Tavares (2008) e Novak (1995), defendem a importância do conhecimento prévio, na concepção dos referidos autores as ideias e conhecimentos presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, sejam elas quais forem, sobre o objeto do conhecimento, servem como base para alimentar a nova aprendizagem. Considerando tal premissa, estudantes e professores devem ter clareza do valor deste na aquisição dos novos conhecimentos. Nesse sentido observamos que a Aprendizagem Significativa Crítica precisa vir após ocorrer a Aprendizagem Significativa:

A aprendizagem significativa, no sentido de captar e internalizar significados socialmente construídos e contextualmente aceitos é o primeiro passo, ou condição prévia, para uma aprendizagem significativa crítica. Quer dizer, para ser crítico de algum conhecimento, de algum conceito, de algum enunciado, primeiramente o sujeito tem que aprendê-lo significativamente e, para isso, seu conhecimento prévio é, isoladamente, a variável mais importante. (Moreira, 2000, p.08).

**b. Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas.**

Uma aula na perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica deve valorizar a interação entre as partes envolvidas, ou seja, estimular o questionamento, a conversa entre os envolvidos no processo de aprendizagem, motivando o compartilhamento de saberes sobre determinado conteúdo. O professor deve deixar de ser um transmissor de conceitos que têm pouca ou nenhuma relação com os estudantes. Deve-se valorizar e incentivar as discussões, afastando-se de uma aula em que discentes aprende somente respostas prontas para serem colocadas em avaliações, o diálogo entre as partes é indispensável para a aprendizagem.

Um ensino baseado em respostas transmitidas primeiro do professor para o aluno nas aulas e, depois, do aluno para o professor nas provas, não é crítico e tende a gerar aprendizagem não crítica, em geral mecânica. Ao contrário, um ensino centrado na interação entre professor e aluno enfatizando o intercâmbio de perguntas tende a ser crítico e suscitar a aprendizagem significativa crítica. Como sugerem os autores em foco: "Uma vez que se aprende a formular perguntas - - relevantes, apropriadas e substantivas -- aprende-se a aprender e ninguém mais pode impedir-nos de aprendermos o que quisermos". (MOREIRA 2000, p.09).

O professor deve ensinar o estudante a perguntar, questionar, ser curioso, a fonte do conhecimento humano está no questionamento, nas perguntas, quando o estudante elabora uma pergunta relevante, oportuna, ele utiliza seu conhecimento prévio de maneira não-arbitrária e não-literal, e isso é indício de aprendizagem significativa.

**c. Princípio da não centralidade do livro de texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais.**

É necessário diversificar os materiais utilizados nas aulas, aproveitando a imensa quantidade de materiais que hoje estão disponíveis, sair do livro didático como o centro das atividades. Não se trata de banir o livro texto, mas sim aproveitar, artigos, revistas, vídeos, computadores, experimentos, celulares, apps etc., como ferramentas de auxílio à aula.

A utilização de materiais diversificados, e cuidadosamente selecionados, ao invés da "centralização" em livros de texto é também um princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica. Educação para a diversidade é uma das narrativas defendidas por Neil Postman em um de seus livros mais recentes -- *The end of education: redefining the value of school* (1996) -- para dar um fim à educação na escola. Aqui estou defendendo a diversidade de materiais instrucionais em substituição ao livro de texto, tão estimulador da aprendizagem mecânica, tão transmissor de verdades, certezas, entidades isoladas (em capítulos!), tão "seguro" para professores e alunos. Não se trata, propriamente, de banir da escola o livro didático, mas de considerá-lo apenas um dentre vários materiais educativos. Seguramente, há bons livros didáticos em qualquer disciplina, mas adotar um único como livro de texto, vai contra a facilitação da aprendizagem significativa crítica. É uma prática docente deformadora, ao invés de formadora, tanto para alunos como para professores. (MOREIRA 2010, p.10).

Chamamos atenção para o fato de que na cultura escolar o livro didático emana conhecimento para os estudantes, e que tanto os estudantes como os professores se apoiam demasiadamente no livro texto como única fonte válida e confiável de informação.

#### **d. Princípio do aprendiz como perceptor/representador.**

A nossa percepção de mundo é única, a nossa compreensão esta alicerçada em nossos conhecimentos prévios, são eles que nos ajudam a ler o mundo. Esta percepção não está relacionada somente às experiências do passado, está, também, fortemente ligada à funcionalidade, a busca de um sentido, a capacidade da nova informação - ou conteúdo, ou conceito, ou ideia - dar conta de ajudá-lo a entender, ou dar significado, as coisas de seu cotidiano.

A ideia de percepção/representação nos traz a noção de que o que "vemos" é produto do que acreditamos "estar lá" no mundo. Vemos as coisas não como elas são, mas como nós somos. Sempre que dissermos que uma coisa "é", ela não é. Em termos de ensino, isso significa que o professor estará sempre lidando com as percepções dos alunos em um dado momento. Mais ainda, como as percepções dos alunos vêm de suas percepções prévias, as quais são únicas, cada um deles perceberá de maneira única o que lhe for ensinado. Acrescente-se a isso o fato que o professor é também um perceptor e o que ensina é fruto de suas percepções. Quer dizer, a

comunicação só será possível na medida em que dois perceptores, professor e aluno no caso, buscarem perceber de maneira semelhante os materiais educativos do currículo. Isso nos corrobora a importância da interação pessoal e do questionamento na facilitação da aprendizagem significativa. (MOREIRA 2000, p.11).

Cada percepção é única, portanto o professor tem que estar atento, pois cada um percebe o que lhe for ensinado de maneira única, não esquecendo que o professor também tem a sua percepção daquilo que ele está ensinando. Assim, a interação pessoal, relação: Professor X Aluno; Aluno X Professor; Aluno x Aluno, e o questionamento ganham importância na facilitação da Aprendizagem Significativa.

#### **e. Princípio do conhecimento como linguagem.**

Precisamos conhecer a linguagem das ciências, todo conhecimento é conceituado através de uma linguagem específica. Por exemplo, para entender Matemática, precisamos compreender seus símbolos. É através da linguagem que temos a interação social e o questionamento e, assim, a possibilidade de facilitação da aprendizagem.

Cada linguagem, tanto em termos de seu léxico como de sua estrutura, representa uma maneira singular de perceber a realidade. Praticamente tudo o que chamamos de "conhecimento" é linguagem. Isso significa que a chave da compreensão de um "conhecimento", ou de um "conteúdo" é conhecer sua linguagem. Uma "disciplina" é uma maneira de ver o mundo, um modo de conhecer, e tudo o que é conhecido nessa "disciplina" é inseparável dos símbolos (tipicamente palavras) em que é codificado o conhecimento nela produzido. Ensinar Biologia, Matemática, História, Física, Literatura ou qualquer outra "matéria" é, em última análise, ensinar uma linguagem, um jeito de falar e, conseqüentemente, um modo de ver o mundo. (MOREIRA 2000, p.12).

Precisamos destacar o fato de que a linguagem não é "neutra no processo de perceber, bem como no processo de avaliar nossas percepções". O autor destaca que ingenuamente pensamos que linguagem "expressa" nosso pensamento e que ela "reflete" o que vemos. Contudo, esta crença é ingênua e simplista, a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas nossas tentativas de perceber a realidade.

#### **f. Princípio da consciência semântica.**

É o processo de dar sentido as palavras, conscientização que pode ser de três formas: a primeira conscientização é de que o significado está nas pessoas e não nas palavras, pois foi atribuído pelas pessoas. Portanto, para os estudantes atribuírem um significado a alguma coisa na direção de uma aprendizagem significativa eles têm que ter conhecimentos prévios. Se assim não for, eles somente terão a aprendizagem mecânica, lembrando que o aluno pode não ter o conhecimento prévio ou deliberadamente não atribuir significado. A segunda conscientização se refere ao fato de que a palavra não é aquilo que ela diz e sim sua representação. Ela só significa a coisa, só a representa. A terceira conscientização é de que o significado das palavras muda constantemente, pois estamos em um mundo permanentemente em transformação. Se fixamos esse significado podemos dificultar a percepção da mudança e dificultar a aprendizagem significativa.

Na medida em que o aprendiz desenvolver aquilo que chamamos de consciência semântica, a aprendizagem poderá ser significativa e crítica, pois, por exemplo, não cairá na armadilha da causalidade simples, não acreditará que as respostas têm que ser necessariamente certas ou erradas, ou que as decisões são sempre do tipo sim ou não. Ao contrário, o indivíduo que aprendeu significativamente dessa maneira, pensará em escolhas ao invés de decisões dicotômicas, em complexidade de causas ao invés de super simplificações, em graus de certeza ao invés de certo ou errado. (MOREIRA, 2000, p.13 e 14).

Portanto, para um indivíduo ter uma aprendizagem significativa crítica ele necessita ter consciência semântica para ser capaz de fazer escolhas e tomar decisões.

#### **g. Princípio da aprendizagem pelo erro.**

O erro é algo natural para o ser humano e também no mundo das ciências. O conhecimento é construído através da superação do erro, através da autocorreção. Nós devemos aprender com nossos erros e aproveitá-los de maneira significativa, o

erro deve ser considerado para a construção do conhecimento, contudo Moreira ressalta que:

É preciso não confundir aprendizagem pelo erro com o conceito de aprendizagem por ensaio-e-erro, cujo significado é geralmente pejorativo. Na medida em que o conhecimento prévio é o fator determinante da aprendizagem significativa, ela, automaticamente, deixa de ser o processo errático e a teórico que caracteriza a aprendizagem por ensaio-e-erro. A ideia aqui é a de que o ser humano erra o tempo todo. É da natureza humana errar. O homem aprende corrigindo seus erros. Não há nada errado em errar. Errado é pensar que a certeza existe, que a verdade é absoluta, que o conhecimento é permanente. (Moreira, 2000, p 14).

É sabido contudo que a cultura escolar evita e pune o erro, tem a aprendizagem de fatos, leis, conceitos, teorias, como verdades duradouras – os livros didáticos estão repletos de verdades, a escola, até mesmo nós, ignoramos o erro como ferramenta humano, por excelência, para construir o conhecimento.”

#### **h. Princípio da desaprendizagem.**

Devemos em alguns momentos não utilizar o conhecimento prévio - subsunçor, ele pode funcionar como um obstáculo epistemológico, isto é, as vezes não conseguimos nos libertar de certos conceitos e por isso não conseguimos captar outros significados, sendo necessário desaprende-lo. Isso significa que devemos aprender a distinguir entre o relevante e o irrelevante, o bom convívio em sociedade depende basicamente de sermos capazes de identificar quais dos velhos conceitos e estratégias são relevantes às novas demandas impostas por novos desafios e quais não são.

Desaprender está sendo usado aqui com o significado de não usar o conhecimento prévio (subsunçor) que impede que o sujeito capte os significados compartilhados a respeito do novo conhecimento. Não se trata de “apagar” algum conhecimento já existente na estrutura cognitiva o que, aliás, é impossível se a aprendizagem foi significativa, mas sim de não usá-lo como subsunçor. Outro exemplo é o da aprendizagem da Mecânica Quântica: muitos alunos parecem não captar os significados de conceitos da Física Quântica por que não conseguem desaprender (i.e., não utilizar como ancoradouro) certos conceitos da Física Clássica. (MOREIRA, 2000, p.15).

Aprender a desaprender, é está receptivo para obtenção de novas informações ou conceitos, esquecer o que não é relevante, é distinguir o que é irrelevante no conhecimento prévio e utilizar conceitos e estratégias que são relevantes para a sobrevivência em um mundo em transformação.

#### **i. Princípio da incerteza do conhecimento.**

O nosso conhecimento é metafórico. O estudante deve perceber que os conceitos e definições são criações humanas e que tudo que sabemos tem origem em perguntas.

Perguntas são instrumentos de percepção. A natureza de uma pergunta (sua forma e suas suposições) determinam a natureza da resposta. Poder-se-ia dizer que as perguntas constituem o principal instrumento intelectual disponível para os seres humanos (op. cit. p. 173). Nosso conhecimento é, portanto, incerto, pois depende das perguntas que fazemos sobre o mundo. Mais ainda, para responder, muitas vezes observamos o mundo, mas a observação é função do sistema de símbolos disponível ao observador. Quanto mais limitado esse sistema de símbolos (i.e., essa linguagem) menos ele é capaz de “ver”. (Já no segundo princípio desta série foi destacada a extrema importância do questionamento crítico para a aprendizagem significativa crítica.). (MOREIRA 2000, p.16).

O princípio da incerteza do conhecimento nos direciona ao fato de que a nossa visão de mundo é construída a partir das definições que criamos, com as perguntas que pensamos, formulamos, e com as metáforas que utilizamos. Naturalmente, estes três elementos estão inter-relacionados na linguagem humana.

#### **j. Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.**

A interação entre os envolvidos no processo de aprendizagem em sala de aula, deve ser estimulada pelo professor, para tanto o mesmo deve trabalhar com uma diversidade de estratégias de ensino. O ensino tradicional onde os professores passam a matéria no quadro, os alunos copiam, memoriza e reproduz não permite uma Aprendizagem Significativa. O uso de distintas estratégias que impliquem

participação ativa do estudante e, de fato, promovam o ensino centralizado no aluno é fundamental para facilitar a Aprendizagem Significativa Crítica.

Este princípio é complementar ao terceiro. Assim como o livro de texto simboliza a autoridade de onde "emana" o conhecimento, o quadro-de-giz simboliza o ensino transmissivo, no qual outra autoridade, o professor, parafrasea, ou simplesmente repete, o que está no livro, ou resolve exercícios, para que os alunos copiem, "estudem" na véspera da prova e nela repitam o que conseguem lembrar. É difícil imaginar ensino mais anti-aprendizagem significativa, e muito menos crítica, do que esse: o professor escreve no quadro, os alunos copiam, decoram e reproduzem. É a apologia da aprendizagem mecânica, mas, ainda assim, predomina na escola. (MOREIRA 2000, p.17).

Desse modo o professor deve utilizar uma diversidade de estratégias de ensino, que possibilitem a efetiva participação do estudante, promovendo um ensino em que o estudante é o centro do processo o que promoverá a Aprendizagem Significativa Crítica.

### **I. Princípio do abandono da narrativa.**

Precisamos deixar todos os envolvidos no processo de ensino aprendizagem falarem, se expressarem. Para o estudante aprender com significado ele precisa falar mais, no entanto o que percebemos normalmente é uma aula em que somente o professor discursa, e assim, o aluno deixa de ser uma parte ativa no processo de ensino.

Este princípio é complementar ao da não utilização do quadro-de-giz que, por sua vez, é complementar ao da não centralidade do livro de texto. Usar um livro de texto como referência única de um certo conhecimento, transmite a ilusão da certeza, não promove a aprendizagem significativa crítica e estimula a aprendizagem mecânica. Na prática é comum que o professor reproduza no quadro-de-giz certos trechos do livro de texto para os alunos copiarem em seus cadernos e estudarem (decorarem) depois para as provas. Por que não deixar que o aluno interprete o que está nos livros e externalize sua interpretação aos colegas e ao professor? Este poderia ouvir caladas as interpretações e negociações de significados entre os alunos e intervir quando apropriado trazendo à discussão os significados aceitos naquele tempo e no contexto da matéria de ensino, deixando claro que poderão mudar e que podem haver interpretações alternativas, até mesmo contraditórias para

determinados conhecimentos. O importante é não transmitir a ilusão de certeza, sem cair na indiferença relativista, no tudo vale. (MOREIRA 2000, p.18).

Neste princípio evidencia-se o papel do professor como mediador do processo de ensino, possibilitando ao estudante o aprender a aprender, para tal o professor deve buscar problematizar as questões postas pelos estudantes.

## **2.2 Sequência Didática (SD)**

Uma Sequência Didática é um conjunto de atividades pedagógicas ligadas entre si, planejadas intencionalmente, para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, considerando centralmente, níveis de complexidade progressivo destas atividades, ou seja, composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos desenvolvem com a mediação do professor. As atividades que fazem parte da sequência são ordenadas de maneira a aprofundar o tema que está sendo estudado e são variadas em termos de estratégia: leituras, situações problemas, aula dialogada, simulações computacionais, experimentos, vídeos, textos etc. Assim o tema será tratado durante um conjunto de aulas de modo que o aluno se aprofunde e se aproprie dos temas desenvolvidos:

Um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes (KOBASHIGAWA et al., 2008). Lembra um plano de aula, entretanto é mais amplo que este por abordar várias estratégias de ensino e aprendizagem e por ser uma sequência de vários dias. (Leal, 2013, p.07).

A proposta de inserir Sequências Didáticas nas aulas para o ensino deve ser dividida por alguns pontos, tais como: 1) o desenvolvimento de estratégias para diminuir a rejeição dos temas abordados; 2) implementação de abordagens significativa; 3) intenção em promover a compreensão dos assuntos tratados e que estes sejam levados ao cotidiano dos participantes. Nas SDs há algumas etapas em comum a um plano de aula, como: objetivo, materiais a serem usados e avaliações.

Com isso, acredita-se que, com um planejamento e um conjunto de atividades, como o uso e aplicação de uma SD, seja possível se aproximar dos estudantes, obtendo-se melhores resultados na relação ensino-aprendizagem.

Abaixo uma sugestão de estrutura para uma SD:

**1. CABEÇALHO** (Contendo: nome da instituição, área de conhecimento, segmento ou nível escolar (1º ano, 2º ano...), duração da sequência (o tempo mínimo sugerido são 05 aulas), docente).

**2. JUSTIFICATIVA** (Consiste em dizer o porquê estudar com os alunos o tema/assunto em questão, mostrando o sentido, dando uma visão do processo, ou seja, o que vai ser feito e como e o ponto de chegada (onde queremos chegar? O que desejamos alcançar?)

**3. OBJETIVOS** (ESPECÍFICOS)

**4. CONTEÚDOS** (o que relacionado à temática ou ao assunto será explorado com os estudantes)

**5. DESENVOLVIMENTO - Levantamento de Conhecimento Prévio** (PROBLEMATIZAÇÃO DO TEMA EM ESTUDO. É o momento de se fazer o mapeamento do conhecimento que os alunos têm sobre os principais conceitos que serão trabalhados. Para ativá-los, o professor precisa problematizar o tema ou assunto a ser trabalhado. Isto pode ser feito de formas variadas, como: rodas de conversa, leitura de imagens e/ou textos escritos, vídeos, filmes, letra de músicas, jogo, problemas, entre outras estratégias possíveis)

**5.1. ATIVIDADES OU ETAPAS** (No mínimo, quatro etapas ou atividades, sendo que cada uma é realizada durante uma aula)

**Exemplo:** Atividade 01 ou Etapa 01

Atividade 02 ou etapa 02

[...]

- Devem proporcionar um “mergulho” no tema/assunto. Por isso, devem ser realizadas atividades diversificadas (pesquisa, entrevista, produção de texto, expressão oral, saída de campo, observação, criação de textos variados, produção de gráficos, de painéis, entre outras possíveis).
- Devem ser descritas minuciosamente.

**6. SISTEMATIZAÇÃO** (É o momento de refazer o percurso mental e oralmente, organizando as principais noções e conceitos trabalhados. É o momento de garantir algum tipo de produção.

## **7. RECURSOS**

## **8. AVALIAÇÃO**

## **9. REFERÊNCIAS**

Lembrando que uma sequência didática deve promover compreensão, metacognição e aprendizagem significativa, o que é consonante a teoria de aprendizagem escolhida nessa pesquisa.

Considero extremamente importante o uso de SD como um dispositivo que possibilita a organização e implementação de materiais potencialmente significativos e logicamente articulados na sala de aula, por esta premissa, escolhi as SDs como estratégia fundamental na implementação de um ensino que possibilite uma Aprendizagem Significativa Crítica. Por meio dela, o planejamento didático define claramente seus objetivos de ensino, as expectativas de aprendizagem para os estudantes, os procedimentos metodológicos para alcançá-las, permitindo o controle das etapas de avaliação em momentos adequados dos processos de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, pensar em um ensino pautado na Aprendizagem Significativa Crítica, deve-se refletir sobre que conceitos e informações que se pretende transmitir e como se processa a assimilação dessas informações pelo estudante.

Vale ressaltar, que nós professores precisamos desenvolver uma metodologia que permita trabalhar a enorme quantidade de informações expostas para nossos estudantes de maneira significativa. Ou seja, os novos conceitos ou proposições

recebidos e armazenados só farão parte de sua estrutura cognitiva quando forem relacionados e somados aos seus conhecimentos prévios, tornando-se de fato conhecimento assimilado. E para isso, a sequência didática se constitui numa perspectiva metodológica que contribui na organização do trabalho pedagógico que vá para além da apresentação de conteúdos, a SD, possibilita a criação de um ambiente propício para articulação e execução de atividades potencialmente significativas e logicamente articuladas.

Promovendo assim, momentos em que o estudante agregue de fato novos significados em sua estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não literal.

### **2.3 Um pouco de História das Ciências (História da Astronomia)**

Tenho formação em Licenciatura em Matemática, por isso, durante a minha caminhada na graduação acabei me acostumando com cálculos, mas confesso que sentia falta de um significado para determinados teoremas que estudei durante a graduação e por incrível que pareça foi no curso de Mestrado em Astronomia, que conseguir completar as várias lacunas, que existiam em minha formação, e que sentia falta, nas aulas de ensino médio, que ministrava. Ao perceber como os antigos estudavam os movimentos celestes, baseados em observações contínuas, em teorias Matemáticas, e Físicas, que acabariam se tornando os princípios da ciência que acabei me apaixonando. Isso foi fabuloso. Hoje consigo perceber o quão a ferramenta matemática foi imprescindível para os antigos e graças a isso ela acabou se desenvolvendo, e tornando-se o alicerce para a matemática de hoje.

As discussões acerca dos astros apareciam e a Astronomia precisava de ferramentas que permitissem solucionar os seus questionamentos, e aí entrava por exemplo a Matemática. Métodos de contagem dos dias, a determinação das estações do ano, calendários, tornavam essas duas ciências parceiras e inseparáveis. É interessante perceber como tudo começou da necessidade de se contar o tempo, ou seja, criar um calendário - ano solar - que suprisse as necessidades religiosas, sociais, etc.

As civilizações perceberam que existia um ciclo bem interessante, o ano solar, que permitiu ao ser humano identificar períodos mais agradáveis e outros mais

difíceis. E assim nasceram as Estações do Ano e também começou a busca pelo seu entendimento, as civilizações encontrariam na Física e Matemática ferramentas para explicar tais fenômenos. Ou seja, a sociedade teve de trabalhar muito para desenvolver uma matemática que, por exemplo, resolvesse o problema da parte não inteira do ano solar, que hoje tem uma duração de 365d 5h 48min 46s, representado na figura 1. Pelo ano solar não ter uma quantidade exata de dias, torna-se necessário introduzir correções periódicas e regulares no ano civil, para que este se mantenha sincronizado com as estações. Para resolver esse problema vários povos trabalharam duro para deixar seus calendários emparelhados com as estações do ano, Egípcios, Babilônicos, Gregos, Romanos, etc.

Vejamos alguns exemplos dessa matemática abaixo:

**Figura 1: Exemplo de Matemática dos calendários**

$$1 \text{ ANO SOLAR} \cong 365,242199 \cong 365 + \frac{1}{4} - \frac{1}{100} + \frac{1}{400} - \frac{1}{3300},$$

$$\text{ANO GREGORIANO} = 365 + 0,25 - 0,01 + 0,0025 = 365,2425 \text{ dias.}$$

**Fonte: R. Boczko(1994)**

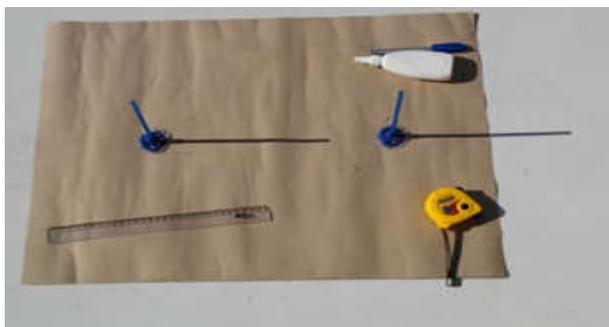
No fragmento do texto de História das ciências, de Verdet (1991, p.19) em que o autor afirma que “[...] ... pode-se deduzir, ainda assim, que se a introdução, na Jônia, do Gnômon, relógio de sombra cujo emprego teria levado Anaximandro a descobrir a obliquidade da eclíptica, [...]” que me chamou atenção: Então como seria possível associar sombra a obliquidade da eclíptica? E nessas leituras me deparei com a Astronomia Geométrica Grega, e um de seus célebres representantes. Eratóstenes (cerca de 276 a.C. – 193 a.C.), sábio grego, nascido em Cirene e falecido em Alexandria, diretor da grande biblioteca desta cidade, que através de um experimento simples consegue demonstrar a curvatura da superfície do nosso planeta. Naquela época ele já sabia que o comprimento de uma circunferência valia  $c = 2\pi r$  e que ela tinha  $360^\circ$ .

Voltando ao problema da curvatura da Terra, Eratóstenes ao ler um dos manuscritos existentes na grande biblioteca de Alexandria, descobriu que em um

determinado dia e hora do ano, o Sol ficava a pino em Syene (poste sem sombra), e que naquele mesmo dia e hora, ou seja, mesma altura do Sol, o mesmo não acontecia em Alexandria. Há milhares de anos as sombras de bastões são usadas como um instrumento de indicação da passagem do tempo durante o dia. Estes bastões são denominados “Gnômons”, objetos que ao incidir sobre ele a luz solar, ocasionam sombras sobre o solo, as quais se deslocam ao longo do dia devido à junção dos movimentos de Rotação (movimento que a Terra realiza em torno de seu eixo imaginário) e Revolução da Terra (movimento em que a Terra gira ao redor do Sol).

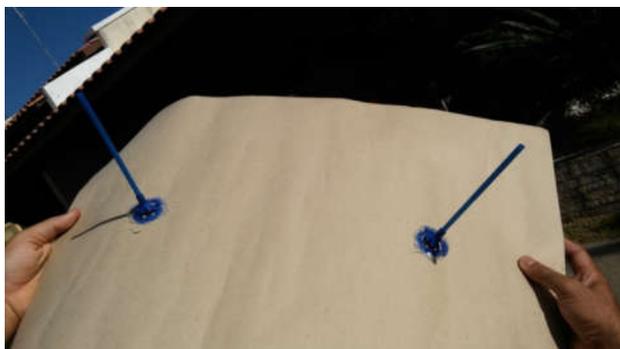
Na figura 2 a seguir, pode-se perceber que em uma superfície plana temos para Gnômons idênticos em locais diferentes, sombras com tamanhos, direções e ângulos iguais. O que não acontece na superfície de nosso planeta devido a sua curvatura, sendo assim, temos para a mesma hora solar em locais diferentes da superfície terrestre, ângulos, tamanho e direções, da sombra do Gnômon, diferentes, o que é perceptível na figura 3.

**Figura 2: Sombra do gnômon em superfície plana**



Fonte: Arquivo pessoal

**Figura 3: Sombra do gnômon em superfície curva**



Fonte: Arquivo pessoal

Ao aprofundar nos estudos, fui compreendendo que a Geometria de Erastóstenes, Hiparco e Ptolomeu poderia me auxiliar em um novo desafio que havia surgido em meus estudos, à calibração de um Relógio Solar Equatorial. Para tal desafio construir um modelo de relógio solar equatorial de papelão, figura 4.

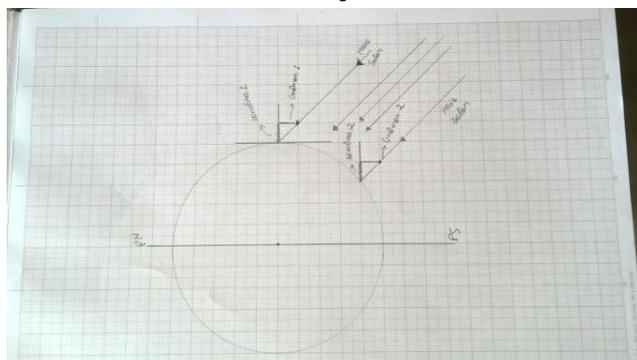
**Figura 4: Em destaque Relógio Solar Equatorial feito de papelão**



Fonte: Arquivo pessoal

Assim, considerando as questões postas anteriormente sobre a curvatura da Terra, pode-se inferir que teríamos para locais diferentes da Terra, e uma mesma hora solar, ou seja, a mesma altura do Sol, horários diferentes. Para resolver este problema basta colocar o Gnômon na mesma direção do eixo de rotação de nosso planeta, que no nosso caso seria o pólo Sul. Fato este exemplificado na figura 5 com a utilização de desenho geométrico.

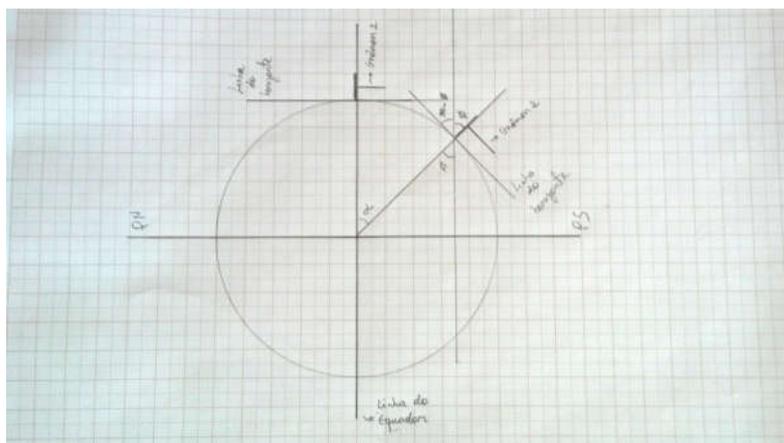
**Figura 5: Desenho geométrico para demonstrar a necessidade de o Gnômon está paralelo ao eixo de rotação da Terra**



Fonte: Arquivo pessoal

Sendo assim, para calibrar o Relógio Solar de maneira a resolver o problema de horários diferentes para locais distintos em uma mesma hora solar, precisa-se de um pouco de Matemática e Geometria. Então recorri ao Paralelismo entre retas, e que ângulos opostos pelo vértice possuem a mesma medida para construir a Figura 6.

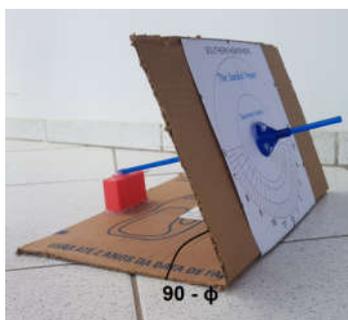
**Figura 6: Uso do desenho geométrico para cálculos da calibração do relógio**



Fonte: Arquivo pessoal

Observa-se na Figura 6 que o ângulo  $\alpha = \beta$ , pois, eles são alternos internos e que  $\varphi = \beta$ , pois, são ângulos opostos pelo vértice. Logo, sendo  $\alpha$  a latitude do meu local, temos que o ângulo  $\varphi$  é igual a latitude do local e que  $90 - |\varphi|$  é o seu complemento. Na prática, isso significa que primeiro devemos colocar o nosso relógio na direção sul (Gnômon para o sul), para isso pode-se usar um aplicativo como o Google Sky ou uma bússola. Depois, verifica-se na figura 7, que basta rebater na direção do sul a base do Gnômon em  $90 - |\varphi|$  graus, sendo  $\varphi$  a latitude de sua cidade.

**Figura 7: Relógio Solar Equatorial com destaque do ângulo de rebatimento**

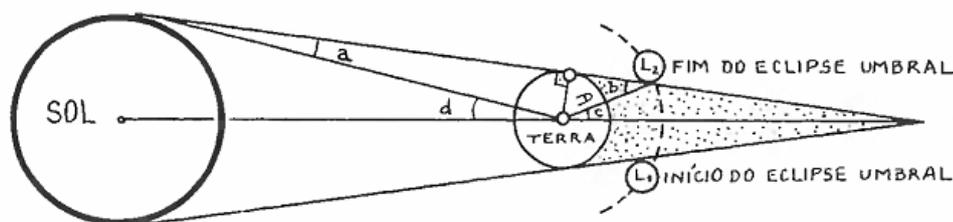


Fonte: Arquivo pessoal

Ao realizar o experimento pude verificar que o relógio funciona mesmo. Continuando minha jornada na história das ciências nas aulas do mestrado, acabei despertando interesse por um objeto essencial para a Astronomia. E assim comecei o meu estudo sobre telescópios. Tive contato com os dois tipos existentes de telescópios óticos: refratores e refletores. Nos refratores, o principal componente é uma lente objetiva curva que refrata os raios de luz até o ponto focal, onde a imagem pode ser ampliada e observada através de uma ocular. Já os refletores utilizam espelhos curvos, que realizam a mesma função da lente objetiva dos refratores, porém, ao invés da luz passar através do vidro, ela é refletida por uma superfície polida encoberta por algum material metálico.

O espelho curvo também converge os raios de luz até um ponto focal, onde há a formação de uma imagem que pode ser ampliada e observada pela mesma ocular utilizada nos refratores. Percebi como as tecnologias atuais são fruto das construções humanas e de suas necessidades. O próprio telescópio já foi algo bem diferente destes que conhecemos atualmente, os primeiros não produziam imagens como os de hoje, mas mediam ângulos entre os corpos celestes, permitindo ao homem calcular distâncias como, por exemplo, Terra – Lua, com cálculos como o da figura 8.

**Figura 8: Uso do Eclipse Lunar por Hiparcos no séc. II a.C. para determinação da distância Terra-Lua.**



**Fonte: R. Boczko(1994)**

E assim motivado pelo potencial desses aparelhos óticos, acabei adquirindo um refrator de abertura 90 mm, distância focal de 900 mm, montagem altazimutal e com poder separador, ou resolução angular, de 1,5 segundos de arco (esse poder de resolução permitiu que meus estudantes pudessem fazer a leitura de um

documento de identidade a uma distância de 100 m durante o dia). O que acabou gerando um novo desafio para mim. Como utilizar esse aparelho durante as minhas aulas diurnas? E essa resposta foi obtida durante o curso, ao estudarmos as características desses aparelhos, e em especial uma chamada de resolução angular. Aqui o poder de resolução de um telescópio deve ser entendido como a capacidade que o aparelho tem de separar imagens distintas.

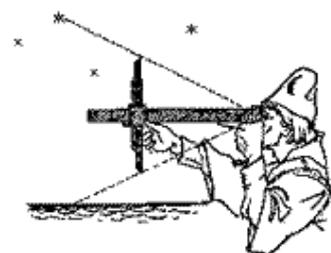
Da mesma maneira que os supertelescópios ajudam a resolver às novas questões das ciências, o uso de equipamentos mais simples na escola permite que de uma maneira motivadora, sejam abordados de forma prática, conteúdos que antes eram abordados em sala de forma descontextualizada.

O uso da característica física - poder de resolução, permitiu serem explorados vários aspectos em uma aula prática com o telescópio. Durante o estudo do conceito, vários questionamentos iam surgindo. Exemplos: qual telescópio devo utilizar para ver a bandeira dos Estados Unidos na Lua? O telescópio Hubble consegue ver a nossa escola? Qual deve ser o tamanho de uma cratera na Lua para eu conseguir vê-la? Por que vemos a imagem invertida na luneta buscadora do telescópio? 90 mm correspondem a quantos centímetros? O que são grandezas diretamente proporcionais? Será que conseguimos ler o texto que está a 100 m de nós? Ou seja, conseguimos com a ajuda da Astronomia e da História das Ciências, uma aula rica em conteúdos, nas quais os estudantes ficam motivados para a aprendizagem.

### 3 METODOLOGIA

---

---



*Ad astra, per aspera!*  
*[Aos astros, por árduos caminhos!]*

*Salvador Nogueira*

### 3.1 A Escola - contexto

O Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand - CIEAC foi fundado no final do ano de 1969, pelo então governador baiano Luiz Viana Filho em homenagem ao jornalista, embaixador e educador Francisco de Assis Chateaubriand Bandeira de Melo, dando o seu nome ao mais importante centro integrado da Bahia, teve a presença de jornalistas, prefeito, deputados, secretário da educação, vereadores, secretários municipais, intelectuais e estudantes. Está localizado na Rua Arivaldo de Carvalho, S/N, bairro Sobradinho, Feira de Santana-BA. A escola oferece cursos de Ensino Fundamental (diurno), Ensino Médio (Diurno e noturno) e Educação de Jovens e Adultos (EJA) no noturno.

As atividades do CIEAC funcionam em módulos de boa construção, que estão em bom estado de conservação (47 anos). Está dividido em três módulos, sendo um administrativo e dois dedicados à aula: um para ensino fundamental e o outro, para o médio. A escola possui regularmente matriculados 3.600 alunos e apresenta um quadro de 111 professores. A área livre - externa aos módulos - da escola é composta por três quadras de esportes, sendo uma de cimento e cercada e as outras duas de terra, jardins em frente aos módulos e estacionamento particular para alguns professores. Não há nenhuma área coberta, possui estacionamento para bicicletas, mas ainda é pouco para a demanda. Não tem nenhuma estrutura para acesso de portadores de necessidades especiais. O CIEAC é um colégio de grande porte e possui prestígio na sociedade feirense. Atende alunos de diversos bairros de Feira de Santana, bem como de alguns distritos próximos. Esses alunos são em sua maioria de classe baixa e classe média. O bairro Sobradinho, onde está localizado possui atualmente supermercados, lojas, outras escolas, pizzarias, bares, igrejas, postos de gasolina, etc. É um bairro residencial, mas que possui uma variedade comercial de estabelecimentos, que atendem bem à comunidade.

A escola apresenta também alguns problemas que são comuns à rede estadual de ensino como a falta de professores, espaços sucateados - laboratório de ensino, salas de aula com excessivo número de alunos, falta de materiais pedagógicos, etc.

Dentro desse contexto escolhemos três turmas de Ensino Médio no turno vespertino, o nosso público alvo em sua maioria tem distorção idade-série. São

turmas de 40 alunos do 2º ano do Ensino Médio que demonstram grandes dificuldades relacionadas a habilidades Matemáticas indispensáveis nas aulas de Física. Fato este comprovado pelos resultados da Prova Brasil para minha escola e pelos testes de sondagem que apliquei.

### 3.2 Testes de Sondagem e Prova Brasil... os conhecimentos prévios dos estudantes.

Os últimos resultados das avaliações externas demonstram, que os estudantes da educação básica têm grandes dificuldades relacionadas à habilidade algorítmica nas disciplinas de Física e Matemática.

Na Prova Brasil - avaliação nacional de rendimento escolar, que objetiva a produção de informações sobre os níveis de aprendizagem em Matemática com ênfase na resolução de problemas - os estudantes do CIEAC, que participaram da avaliação, apenas 15,22% são “provavelmente” capazes de trabalhar com a habilidade indicada no nível 4 - trabalhar com conversão de unidades de medida de comprimento, e apenas 6,05% são “provavelmente” capazes de trabalhar com a habilidade indicada no nível 5 - trabalhar problemas envolvendo grandezas diretamente proporcionais.

Com o objetivo de confirmar os resultados do Prova Brasil, preparei e apliquei durante o ano de 2016, atividades de sondagem, abordando essas habilidades que considerei necessárias, ou pré-requisitos para a série que estava lecionando, turmas do 2º ano do ensino médio. Os resultados praticamente confirmaram o que foi aferido pela Prova Brasil (figura 9). Como exemplo cito, o domínio para habilidade de conversão de unidades de medida na qual apenas 10% conseguiram responder corretamente o problema.

**Figura 9: Resultado Prova Brasil – Resultado dos níveis de aprendizagem em matemática do Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand**

Distribuição dos Alunos por Nível de Proficiência em Matemática										
	Abaixo do Nível 1	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7	Nível 8	Nível 9
Sua Escola	20,43%	14,82%	22,82%	19,22%	14,03%	6,44%	0,92%	1,23%	0,00%	0,00%
Escolas Similares	14,51%	14,04%	19,36%	22,59%	17,22%	8,47%	2,41%	1,32%	0,08%	0,00%

Fonte: INEP/MEC/2013

Assim, considerando os resultados, e as reflexões sobre como reverter os dados apresentados, a ideia proposta nesta investigação apresenta-se como uma possibilidade de reversão dessa problemática, através de uma mudança na prática pedagógica, com o uso da SD como metodologia de ensino, e a proposta de elaborar atividades com o tema estruturador Universo, Terra e Vida, ou seja, utilizar a Astronomia nas aulas, de maneira a oferecer aos estudantes uma aula contextualizada, participativa, motivadora, envolvendo o estudo de habilidades necessárias para aquela série. Sendo assim, acredito que existe a necessidade imediata de ser oferecido aos professores, e estudantes, situações (atividades) aqui chamadas de Sequências Didáticas, que valorizem e dê significado aos conteúdos abordados em sala de aula. A iniciativa tem importância, na medida em que dados obtidos em sistemas de avaliação como o SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica), demonstram a necessidade de se trabalhar com metodologias que busquem enfrentar e minimizar esses resultados negativos aferidos nessas avaliações.

Das seis turmas que leciono a disciplina Física, à proposta foi implementada em três dessas turmas, 2º A, 2º C e 2º F. Foi nesse contexto que foram aplicadas as SDs no período de março a novembro de 2016.

### **3.3 Proposição**

É possível contribuir na melhoria de habilidades matemáticas, nos estudantes de uma escola estadual de Feira de Santana, com o uso de Sequências Didáticas contextualizadas na Astronomia?

### **3.4 A escolha das SDs**

Para essa pesquisa foi utilizada uma amostra de três turmas de Física, perfazendo o total de 120 alunos, do Ensino Médio do turno vespertino, do CIEAC, público este em sua maioria com distorção idade-série, nas quais serão aplicados

um conjunto de Sequências Didáticas que pretendem responder aos seguintes questionamentos:

- As SDs contextualizadas na Astronomia potencializam a assimilação algébrica nas aulas de Matemática e Física?
- Quais "pranchas" do livro Bahia, Brasil: espaço, ambiente e cultura, distribuído pelo Governo do Estado da Bahia são adequadas para atividades que relacionam Física, Matemática e Astronomia?
- Os estudantes conseguem interagir, provocar discussões, argumentar e relatar sua experiência de maneira crítica sobre os conceitos abordados nas Sequências Didáticas?
- A falta de laboratórios na escola compromete a execução de atividades extraclasse?

Em um primeiro momento foi feito um levantamento dos conteúdos de Física para o segundo ano do Ensino Médio, levando-se em consideração o livro didático adotado e as orientações da Secretaria de Educação e Cultura - BA, verificando-se os seguintes temas de trabalho: Energia, Calor, Imagem e Som.

Posteriormente, foi identificado quais conteúdos de Matemática são pré-requisitos em especial para o ensino de Física naquela série, obtendo-se:

- **Tema Livro Didático: Energia** - Matemática presente neste tema: proporção, razões trigonométricas, vetores, áreas de figuras planas, unidade de medida, gráficos;
- **Tema Livro Didático: Calor** - Matemática presente neste tema: proporção, gráfico, potência de 10, unidade de medida;
- **Tema Livro Didático: Imagem e Som** - Matemática presente neste tema: proporção, geometria, razões trigonométricas.

Em seguida procurou-se relacionar o tema estruturador Universo, Terra e Vida do PCN+, materiais didáticos com a temática Astronomia, conteúdos de matemática considerados pré-requisitos da série e as pranchas do livro BAHIA (2014) com os conteúdos de Física abordados naquela série. Vale a pena ressaltar que os materiais didáticos pensados para serem construídos pelos alunos consideram a utilização de materiais simples e de baixo custo, garantindo assim a

participação de todos, uma vez que existe uma heterogeneidade muito grande quanto ao poder aquisitivo deles. É proposta em uma das atividades a utilização do software gratuito Geogebra, que é um programa de matemática dinâmica para todos os níveis de ensino que reúne geometria, álgebra, gráficos, cálculos, permitindo que, por exemplo, o estudante se utilizando de conceitos de geometria construa uma simulação para o entendimento das estações do ano. Pretendo com a utilização de esse programa trabalhar conceitos de geometria que considero essenciais para o desenvolvimento das SDs.

Com a elaboração e aplicação das SDs, será produzido um material para ser analisado de maneira quantitativa e qualitativa: ficha de exercícios; relatos de experiência; exposição e produção de murais com as atividades; gráficos; relatórios de experimentos; ficha de auto avaliação.

Cabe esclarecer que com essas atividades em uma abordagem de Aprendizagem Significativa Crítica, pretendemos oferecer aos alunos, um ensino fortemente baseado nos seus conhecimentos prévios e no abandono da narrativa exclusiva do professor. Para isso, Moreira (2010) propõe alguns princípios facilitadores para esse tipo de aprendizagem. Nesse contexto essas atividades seriam produzidas seguindo as etapas abaixo:

**a) Inserção de materiais introdutórios:** um texto, um vídeo, um painel, um mapa conceitual, uma prancha, atividade OBA, entre outros, que servirá de ponte (organizadores prévios) entre o que o aluno já sabe e o que ele deveria saber, ou seja, valorizar os conhecimentos prévios do estudante;

**b) Uso da Astronomia como fator motivador para aprendizagem.** Para isso será solicitado aos estudantes a construção de material didático na temática Astronomia;

**c) Atividade de construção de questionamentos sobre o tema.** O aluno deverá propor perguntas sobre os conteúdos abordados, ou seja, ensinar os estudantes a fazerem perguntas relacionadas a aula e assim criar um ambiente de diálogo entre as partes.

**d) Momento resolução de problemas.** O estudante deverá responder algumas atividades que vão além daquelas oferecidas no livro didático.

**e) Momento “as linguagens das ciências”.** O professor deverá ressaltar a importância da linguagem matemática para o entendimento e formação de conceitos abordados;

**f) Momento discussão das respostas.** O estudante será provocado a rever as respostas, identificando as dificuldades e refazendo-as.

Sendo assim, acredito que devemos investir em novos caminhos para o ensino de ciências, buscando maneiras de torna as nossas aulas mais significativas, oposta à aprendizagem mecânica, puramente decoreba, sem motivação, sem significado, sem compreensão.

### **3.5 O material elaborado**

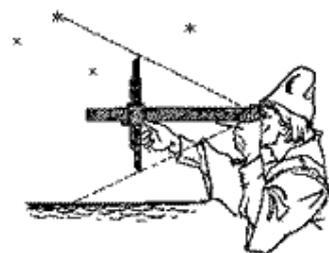
Propor Sequências Didáticas que estejam em consonância com a aprendizagem significativa crítica e os PCN foi o principal objetivo deste trabalho. A aplicação das SDs, tiveram 4 momentos que eram distribuídos durante as aulas, todas as SDs estavam associadas a habilidades ou pré requisitos para as aulas de Física do segundo ano do ensino médio em particular, as sequências foram preparadas para ajudar os estudantes na compreensão de conceitos abordados na unidade. Foram pensadas quatro SDs para aplicação durante o ano letivo de 2016, envolvendo um tema de Astronomia relacionado aos PCN, um material didático ou experimento trabalhado com os estudantes, uma prancha do livro Ciência na escola, e o trabalho com habilidades matemáticas presentes nos conteúdos de Física, que estavam sendo vistos pelos estudantes.

As SDs aplicadas compreenderam o período da primeira e quarta unidade quando foram abordados temas referentes à Fusão Nuclear, Princípio de Conservação da Energia, Trajetória da Luz, Regra de Três Simples, Unidades de Medida, conceitos básicos de Geometria, Desenho Geométrico, Paralaxe, Potência de 10, Semelhança de Triângulos e Proporção. Nestas oportunidades, as atividades referentes a estes temas foram adaptadas para contemplar a Astronomia, principalmente no que se refere ao domínio de habilidades necessárias para aquele ano.

#### 4 DESENVOLVIMENTO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

---

---



*Na ciência é bem comum um cientista dizer, Quer saber, seu argumento é realmente bom; minha posição estava errada, e então eles realmente irão mudar de opinião e nunca mais irão voltar na antiga novamente. Eles realmente fazem isso.*

*Carl Sagan*

#### 4.1 As Sequências Didáticas

As SDs foram produzidas na perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica de Ausubel e Moreira, e nas orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais no tema Universo, Terra e Vida. Sendo assim, vale ressaltar que essas SDs têm como objetivo fomentar uma postura de diálogo entre as partes envolvidas no processo de aprendizagem. Buscando com o uso de problemas que envolva a Astronomia um ambiente diferenciado de ensino, construindo atividades que venham ter significado para os estudantes, uma aula motivada e ajustada para interação professor-aluno, aberta a questionamentos acerca de conteúdos abordados na sala. Para atingir esse propósito será utilizada uma metodologia consonante ao livro Bahia (2014) do Ciência na Escola do Governo da Bahia:

1. Explorar o conceito: Escolher um tema de interesse ou observar um fenômeno e sondar os conhecimentos prévios dos estudantes de modo a problematizá-lo e aproximá-lo do cotidiano, formulando um desafio ou questão a ser investigada.
2. Investigar o conceito: Fazer levantamento de informações sobre o assunto (ler, pesquisar) e formular hipóteses para responder à problematização e registrar bem esta etapa.
3. Solucionar problemas: Resolver problemas desafiadores e contextualizados, realizar experimentos como forma de responder às hipóteses levantadas anteriormente, registrar o observado e analisar os resultados
4. Avaliar: Avaliar, de modo consistente e coerente com as expectativas de aprendizagem dos estudantes.

#### 4.2. SD 01: Explorando o conceito de fusão e medindo objetos como Erastóstenes

- **Tema:** A energia que vem do Sol - A energia solar é gerada no núcleo do Sol. Lá, a temperatura (15.000.000 °C) e a pressão (340 bilhões de vezes a pressão atmosférica da Terra ao nível do mar) são tão intensas que ocorrem reações nucleares.

- **Problema:** Como calcular o raio da Terra?
- **Objetivos:**
  - ✓ Trabalhar as habilidades de Conversão de Unidades de Medida, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez dentro do conteúdo (linguagens da Matemática e Geometria),
  - ✓ Fazer relação com o Princípio de conservação da Energia (destacando o conceito de Fusão Nuclear)
- **Exemplos de PCN relacionados:**
  - ✓ Representação e comunicação (Física): Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico; Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
  - ✓ Astronomia - O Universo e sua Origem (PCN): Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo; Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.
  - ✓ **Conteúdos propostos:** Fusão Nuclear; Princípio de Conservação da Energia; Unidade de Medidas, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez.
- **Expectativas de Aprendizagem:**
  - ✓ Entender a energia e suas transformações;
  - ✓ Compreender o conceito de proporção, triângulos;
  - ✓ Compreender conversões entre unidades de medida.
- **Conteúdos propostos:**
  - ✓ **Factuais:** O que se deve saber? Como é produzida a energia do Sol? Habilidades Matemáticas necessárias para os conteúdos abordados.
  - ✓ **Conceituais:** O que se deve saber explicar? Qual é o princípio de conservação da energia?
  - ✓ **Procedimentais:** O que se deve saber fazer? Calcular o raio da Terra.

- ✓ **Atitudinais:** Como se deve ser? Valorização da postura investigativa e científica na elaboração de hipóteses sobre Energia.

- **Recursos:**

- ✓ Experimento medindo o raio da Terra;
- ✓ Prancha “Luz Solar” e Livro didático

- **Etapas:**

**1ª Etapa:** Exploração de conceito, Motivação e Levantamento de hipóteses

- a) Solicitar que abram o livro do PCE nas páginas 10 e 11. Após a leitura em sala, os estudantes devem responder à seguinte pergunta: Como é produzida a energia do Sol?
- b) Analisar o problema proposto pelo seu livro didático: Texto: Massa também é energia. Oliveira (2013, p.12)
- c) Prancha, fundamentação histórica e Fusão; Trabalhar habilidades necessárias.

**2ª Etapa:** Investigação: texto sobre o Sol, Vídeos, Banners e Textos com matemática; Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Trabalhar o princípio de Conservação da Energia e Fusão Nuclear.
- b) Solicitar que façam a leitura do texto (até página 3): Sol, que maravilha é essa que possibilita energia e luz necessárias para manutenção da vida?  
[http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n30\\_Muller/aula2/aula2c.pdf](http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n30_Muller/aula2/aula2c.pdf).
- c) Solicitar que façam leitura do capítulo 1 do livro didático. Oliveira (2013)
- d) Assistir vídeo sobre Fusão Nuclear durante a aula.  
<https://www.youtube.com/watch?v=2fKd-mHjl48>
- e) Analisar com os estudantes o Banner e Textos com dados matemáticos do Sol.

**3ª Etapa:** Experimento Eratóstenes (confeção e solução); Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Solução de problema motivador. Como calcular o raio da Terra usando o Sol?
- b) Assistir vídeo sobre o problema da medida do raio da Terra e fazer leitura do Problema OBA (a medida do raio da Terra).  
<https://www.youtube.com/watch?v=VWU1YoFZlZU>,  
<http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=9&pag=conteudo&m=s>

- c) Planejar com os estudantes como poderia ser feito o experimento do cálculo da medida do raio da Terra.
- d) Material para ser utilizado;
- e) O experimento;
- f) Resultados esperados;
- g) Discussão e Conclusões.

**4ª Etapa:** Exposição, Apresentação, Avaliação; Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Relatório: Pedir aos estudantes que respondam individualmente a questão seguinte: Por que a energia que vem do Sol é tão importante para nós?
- b) Análise das respostas incorretas cometidas no experimento

**Observação:** Em todas as etapas são trabalhadas as habilidades matemáticas necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos abordados.

#### 4.2.1 Aplicando a SD 01

Aproveitando um dos conteúdos da primeira unidade, o princípio de Conservação da Energia, e o livro BAHIA (2014, p.10) do Programa Ciência na Escola que abordava o mesmo tema em um dos seus capítulos, iniciei a SD1 cujo título é “Explorando o conceito de Fusão e medindo objetos como Eratóstenes”.

Para a realização da SD, foi necessária a utilização de conceitos básicos de Geometria, Matemática, Fusão Nuclear e Trajetória da Luz, sendo utilizadas 4 aulas. A SD foi dividida em quatro momentos.

Em um primeiro momento, foram levantados os conhecimentos prévios dos alunos de como seria produzida a energia em nosso Sol, fazendo relação com habilidades matemáticas necessárias presentes no problema proposto em seu livro didático, figura 10 “Massa também é energia”. Neste momento foi colocada a importância da linguagem das ciências e em especial da Matemática para o entendimento de conceitos Físicos e introduzido o livro do programa Ciência na Escola, figuras 11 e 12, com a prancha “Energia da Vida”. Após uma análise das respostas referentes ao processo de produção de energia no Sol, percebi que necessitaria de uma abordagem mais significativa para o conceito de Fusão Nuclear

e habilidades matemáticas como: Razão, Proporção, Regra de Três Simples, Potência de Dez.

Figura 10: Problema proposto no livro didático do aluno

**1.2 Massa também é energia!**

O desenvolvimento da teoria da Relatividade trouxe uma nova concepção para o conceito de massa. De acordo com essa teoria, existe um princípio geral de equivalência entre massa e energia, representado pela equação  $E = mc^2$ , em que  $E$  é a energia,  $m$  a massa e  $c$  a velocidade da luz no vácuo.

No texto a seguir, compara-se a quantidade de energia presente em uma massa de sorvete com a energia necessária para o funcionamento de um aparelho de TV.

Todo mundo gosta de tomar sorvete e assistir à TV, não?

Mas por que estamos falando exatamente de sorvete e TV agora? Você já vai entender...

Imagine que uma pessoa vai a uma sorveteria em que o sorvete é vendido por quilo e compra um sorvete de 200 g.

Segundo a relatividade, 200 g é a massa de repouso do sorvete que tem uma energia (de repouso) armazenada. Quanto vale essa energia?

É simples, veja:  $m_s = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ kg}$   
 $c^2 = (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$

Então:  $E = m_s c^2 = 2 \cdot 10^{-1} \text{ kg} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$   
 $E = 1,8 \cdot 10^{16} \text{ J}$

E uma quantidade estupidamente grande de energia, concorda?

Supondo que fosse possível transformar toda essa energia relativística em energia elétrica para alimentar um aparelho de TV comum de 100 W de potência, por quanto tempo a TV funcionaria?

Fazendo as contas:  $P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta E}{P}$

$$\Delta t = \frac{\Delta E}{P} = \frac{1,8 \cdot 10^{16}}{10^2 \text{ J/s}} = 1,8 \cdot 10^{14} \text{ s}$$

Só para termos uma ideia dessa quantidade de tempo, um ano tem 365 dias, cada dia tem 24 horas e cada hora tem 3600 segundos. Então:

1 ano =  $365 \times 24 \times 3600 = 31\,536\,000 \text{ s}$   
 1 ano =  $3,1 \cdot 10^7 \text{ s}$

Usando uma regra simples de proporcionalidade, teremos:

1 ano —  $3,1 \cdot 10^7 \text{ s}$   
 $\Delta t$  anos —  $1,8 \cdot 10^{14} \text{ s}$

$\Delta t = 5,8 \cdot 10^6$  anos, ou seja, quase 6 bilhões de anos!

Se a TV tivesse uma impressionante durabilidade, poderia ficar ligada por quase 6 bilhões de anos com a energia de um simples sorvete de 200 g, mais ou menos a ordem de grandeza da idade do planeta Terra! E estamos falando apenas de um sorvetezinho...

Dulcídio Braz Jr. Física moderna: tópicos para o Ensino Médio.  
 1. ed. Campinas: Companhia da Escola, 2002, p. 33.

Não existe nenhuma tecnologia atualmente que possa aproveitar essa energia.



Fonte: Oliveira (2013)

Figura 11: Livro do Ciência na Escola: Bahia (2014)



Fonte: arquivo pessoal

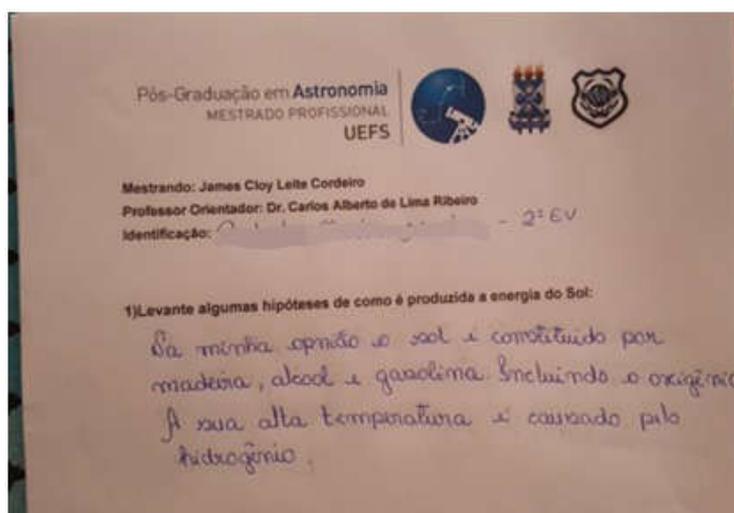
Figura 12: Atividade com utilização do livro BAHIA (2014, p. 10)



Fonte: arquivo pessoal

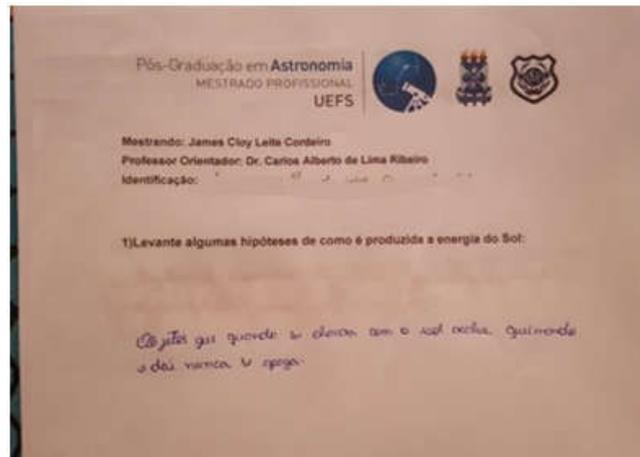
Com relação aos conhecimentos prévios dos estudantes, destaco que os mesmos não possuem ideia sobre o que seria Fusão Nuclear, e detém conceitos errados sobre a produção de energia no Sol. Exemplos de respostas dos estudantes: Figura 13: “Na minha opinião o Sol é constituído por madeira, álcool e gasolina. Incluindo o oxigênio. A sua alta temperatura é causada pelo hidrogênio” e Figura 14: “Objetos que quando se chocam com o Sol acabam queimando e daí nunca se apaga”.

Figura 13: Levantamento de hipóteses sobre a produção de energia no Sol



Fonte: arquivo pessoal

Figura 14: Levantamento de hipóteses sobre a produção de energia no Sol



Fonte: arquivo pessoal

Em um segundo momento, considerando as análises e questionamentos dos estudantes, realizei a exibição de um vídeo, figura 15, com a temática Fusão Nuclear, ao qual encontrei no YouTube - disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=2fKd-mHj148>., e trabalhei com textos e materiais com conceitos de Matemática e Geometria, figura 16.

Figura 15: Vídeo sobre o processo de Fusão Nuclear

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=2fKd-mHj148>

Figura 16: Exemplo de texto utilizado

Características do Sol	
Nome: Sol	
Massa	$M = 1,989 \times 10^{30}$ kg
Raio	$R = 695,500 \text{ km} = 109 R_{\oplus}$
Densidade média	$\rho = 1,407 \text{ kg/m}^3$
Densidade central	$\rho_c = 160,288 \text{ kg/m}^3$
Distância	$1,496 \times 10^{11} \text{ m}$
Luminosidade	$3,828 \times 10^{26} \text{ W} = 3,828 \times 10^{33} \text{ erg/s}$
Temperatura superficial	$T_s = 5778 \text{ K}$
Temperatura central	$T_c = 15,000,000 \text{ K}$
Intensidade absoleta isotrópica	$I_{\text{sol}} = 1,361 \text{ W/m}^2$
Intensidade absoleta média	$I_{\text{sol}} = 4,79 \text{ W/m}^2$
Índice de refração	1,000000000000
Índice de refração	1,000000000000
Constante gravitacional (em m/s <sup>2</sup> )	$274,1 \text{ m/s}^2$
Velocidade orbital média	$368,8 \text{ km/s}$
Período orbital	$365,25 \text{ dias}$

Fonte: [http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n30\\_Muller/aula2/aula2c.pdf](http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n30_Muller/aula2/aula2c.pdf)

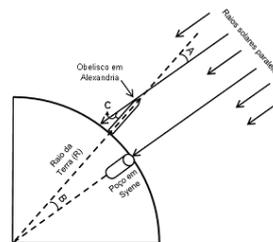
Em um terceiro momento foi proposto aos alunos um desafio que consistia em medir o raio de objetos cilíndricos, ou esféricos, pelo mesmo método que Eratóstenes utilizou para medir o raio da Terra. Para essa atividade era necessário dominar habilidades como: conceitos básicos de Geometria, Proporção, Regra de Três Simples. Posteriormente, ainda no terceiro momento, exibi um vídeo sobre Eratóstenes, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=VWU1YoFZlZU>, e iniciadas as orientações, figura 18, necessárias para que o estudante solucionasse o desafio. Nessas aulas busquei, juntamente com os estudantes, dirimir dúvidas de conceitos e habilidades que são pré-requisitos da atividade. Além disso, utilizei um problema da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) como material de apoio para a atividade, figura 17.

Figura 17: Problema proposto na OBA de 2013



## GABARITO DA PROVA DO NÍVEL 4

**Questão 1) (1 ponto)** Num círculo, de raio  $R$ , seu comprimento mede  $2\pi R$ , (use  $\pi = 3$ ) e temos 360 graus. Eratóstenes (cerca de 276 a.C. – 193 a.C.), sábio grego, nascido em Cirene e falecido em Alexandria, diretor da grande biblioteca desta cidade, no Egito, sabia disso. Ele também sabia que num certo dia, ao meio dia, em Syene, atual Assuã, uma cidade a 800 km de Alexandria, ao Sul do Egito, o Sol incidia diretamente no fundo de um poço e nenhum obelisco projetava sombra neste instante. Porém, no mesmo dia, em Alexandria, um obelisco projetava uma sombra! Tal fato só seria possível se a Terra fosse esférica, concluiu ele. Coincidentemente ambas as cidades estão próximas do mesmo meridiano.



Fonte: <http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=9&pag=conteudo&m=s>

Ressalto, que vários desses materiais que utilizei nas atividades foram passados aos estudantes através do aplicativo WhatsApp. Textos em PDF, imagens e vídeos são facilmente encaminhados para um grupo composto por estudantes da turma, facilitando assim a troca de informações e de diálogo entre as partes envolvidas, até como ferramenta para solucionar dúvidas e fazer orientações. Deve-se trabalhar as habilidades matemáticas escolhidas em todos os quatro momentos da SD.

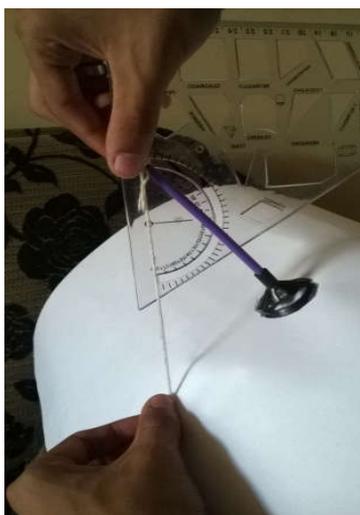
**Figura 18: Orientação de experimento para medida do raio de objeto circular.**



Fonte: arquivo pessoal

Finalizando, busquei no último e quarto momento da atividade, fazer uma análise em conjunto com os estudantes de erros cometidos, figuras 19, 20 e 21 e possíveis soluções para as dificuldades encontradas durante o experimento.

**Figura 19: Exemplos de erros trabalhados durante o experimento**



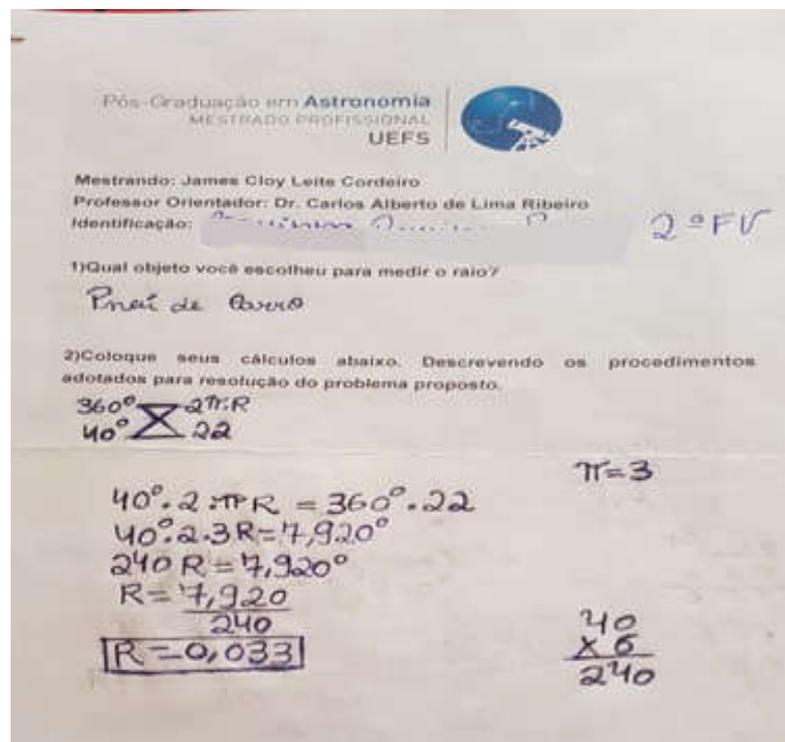
Fonte: arquivo pessoal

Figura 20: Exemplos de erros trabalhados durante o experimento (Gnômon muito grande)



Fonte: arquivo pessoal

Figura 21: Uso incorreto da calculadora



Fonte: arquivo pessoal

### 4.3.SD 02:Simulando as Estações do Ano no Geogebra

- **Tema:** Calor e Estações do Ano - As razões para termos as estações do ano são duas: constância da inclinação e direção do eixo de rotação da Terra; e movimento de translação da Terra ao redor do Sol. O eixo de rotação da Terra é inclinado  $23^{\circ}27'$  em relação à perpendicular ao plano da órbita e, portanto, de seu complemento  $66^{\circ}33'$  em relação ao plano da órbita. De modo que não se pode dizer (como fazem alguns livros didáticos), que o referido eixo está inclinado de  $23^{\circ}27'$  em relação ao plano da órbita, pois, neste caso, ele estaria quase “deitado” sobre o plano da órbita, o que não é verdade.
- **Problema:** Simulando as Estações do Ano no Geogebra e Desenhando Elipses com excentricidade da órbita da Terra.
- **Objetivo:**
  - ✓ Trabalhar habilidades de Geometria;
- **Exemplos de PCN relacionados:**
  - ✓ Representação e comunicação (Física): Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico; Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
  - ✓ Astronomia-Terra e Sistema Solar (PCN)  
Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.);
- **Conteúdos propostos:** Estações do Ano, Geometria e Elipse
- **Expectativas de Aprendizagem:**
  - ✓ Entender o porquê existe as Estações do Ano;
  - ✓ Compreender o conceito de Elipse;
  - ✓ Compreender elementos da Geometria.
- **Conteúdos propostos:**
  - ✓ **Factuais:** O que se deve saber? Motivos geométricos que provocam o acontecimento das Estações do Ano. Habilidades Matemáticas e Geométricas necessárias para os conteúdos abordados.
  - ✓ **Conceituais:** O que se deve saber explicar? Por que acontecem as Estações do Ano?

- ✓ **Procedimentais:** O que se deve saber fazer? Desenhar órbita da Terra e Simular órbita no Geogebra.
- ✓ **Atitudinais:** Como se deve ser? Valorização da postura investigativa e científica na elaboração de hipóteses sobre o Sistema Solar.

- **Recursos:**

- ✓ Experimento: Simulando e construindo elipses.
- ✓ Prancha “Clima”.

- **Etapas:**

**1ª Etapa:** Exploração de conceito, Motivação e Levantamento de hipóteses

- a) Solicitar que abram o livro do PCE nas páginas 70 e 71.
- b) Após a leitura em sala, os estudantes devem responder à seguinte pergunta: Por que existem as estações do ano?
- c) Fazer relação com a geometria presente no seu livro didático, investigar o problema proposto pelo seu livro didático - destacando a importância da linguagem geométrica. Oliveira (2013, p. 24 e 25)

**2ª Etapa:** Investigação: texto sobre as Estações do Ano, Vídeos, Banners e Textos com matemática; - Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Trabalhar o conceito de calor e escalas termométricas associado as Estações do Ano;
- b) Solicitar que façam a leitura do texto: Atividade 1-Estações do Ano-Astronomia : Nogueira (2009, p.140);
- c) Solicitar que façam leitura do capítulo 2 do livro didático; Oliveira (2013);
- d) Assistir vídeo sobre Estações do Ano durante a aula; <https://www.youtube.com/watch?v=Qejc-mAObgw>
- e) Analisar com os estudantes o Banner, Textos e Vídeos com erros conceituais (Matemática e Geometria).

**3ª Etapa:** Experimento no laboratório de informática (confecção e solução) - Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Solução de problema motivador. Simular as Estações do Ano no Geogebra e construir elipse com excentricidade da órbita da Terra; Nogueira (2009, p.80)
- b) Planejar com os estudantes como poderia ser feito o experimento da construção da elipse;
- c) Material para ser utilizado;

- d) O experimento;
- e) Resultados esperados;
- f) Discussão e Conclusões.

**4ª Etapa:** Exposição, Apresentação e Avaliação. - Trabalhar habilidades necessárias.

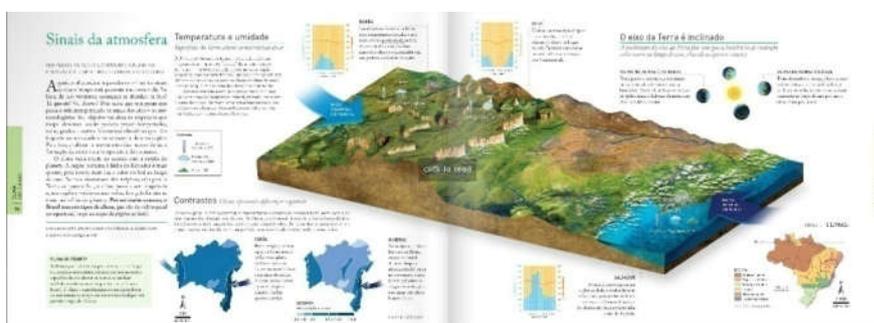
- a) Relatório: Pedir aos estudantes que respondam individualmente a questão seguinte: Você consegue perceber a relação entre as estações do ano, a geometria e as nossas aulas de Física? Explique essa relação, se existir;
- b) Pedir aos estudantes que respondam individualmente a questão seguinte: Por que a energia que vem do Sol é tão importante para nós?
- c) Análise das respostas incorretas cometidas no experimento.

**Observação:** Em todas as etapas são trabalhadas as habilidades matemáticas necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos abordados

#### 4.3.1 Aplicando a SD 02

Inicialmente para esta atividade fiz um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, do porquê existir as Estações do Ano, nesta aula foi utilizado a prancha “Sinais da Atmosfera” do livro BAHIA (2014, pg.70) do Ciência na escola, figura 22 e 23 e trechos do livro didático que trabalhava conceitos de Geometria. Percebi que apesar de ser um tema visto no Ensino Fundamental por eles, não conseguiram justificar de maneira correta os motivos das estações acontecerem e não dominavam conceitos como perpendicularismo entre retas e problemas que envolvesse ângulos.

**Figura 22: Prancha: Sinais da Atmosfera**



Fonte: arquivo pessoal

**Figura 23: Levantamento de hipóteses de o porquê existir as estações do ano**



**Fonte: arquivo pessoal**

O segundo momento da atividade aconteceu no laboratório de informática da escola, figura 24, 25 e 26, onde foi solicitado aos estudantes que simulassem as Estações do Ano no software Geogebra. Para esta atividade eram necessários o domínio de habilidades referentes a conceitos de Geometria.

**Figura 24: Utilização do Geogebra no Laboratório de Informática**



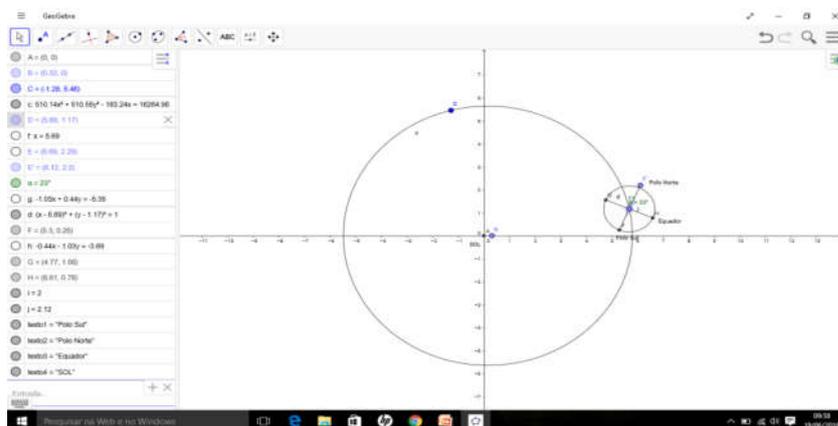
**Fonte: arquivo pessoal**

**Figura 25: Laboratório de Informática**



**Fonte: arquivo pessoal**

**Figura 26: Simulação das Estações do Ano no Geogebra (Elipse quase circular)**



Fonte: arquivo pessoal

Em um terceiro momento pedi para os estudantes construírem uma elipse com excentricidade da órbita da Terra pelo método do Jardineiro, finalizando a atividade com um desenho dentro da elipse envolvendo elementos de Geometria e Astronomia, figura 28 e 29.

No quarto momento discutimos os erros apresentados em um vídeo sobre o tema e nos desenhos feitos por eles em seus aspectos geométricos, figura 27. Gostaria de salientar que o uso de recursos de multimídias em atividades planejadas para o laboratório de informática, produz momentos de grande interação e motivação para os estudantes. É incrível como os mesmos demonstram interesse em aulas que se utilizam recursos como: softwares, internet, YouTube, etc.

**Figura 27: Exemplo de erro trabalhado (alta excentricidade)**



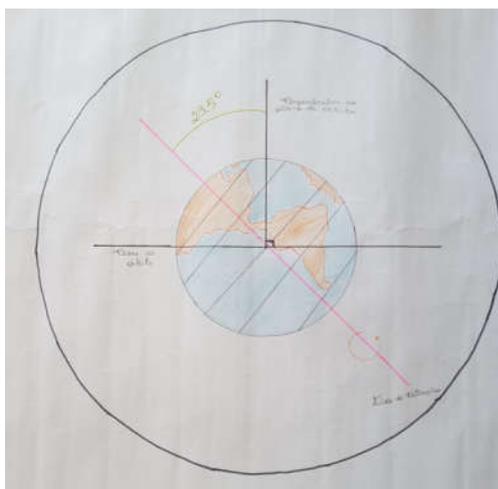
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Qejc-mAObgw>

**Figura 28: Construção elipse pelo método do Jardineiro**



Fonte: arquivo pessoal

**Figura 29: Exemplo de atividade finalizada com erro para ser discutido com a turma (não utilização do transferidor)**



Fonte: arquivo pessoal

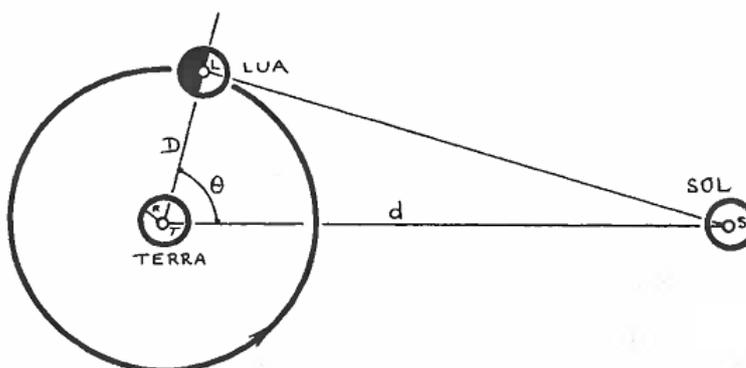
A totalidade das turmas em que foi trabalhada a SD demonstra claramente a concepção de órbita como uma elipse achatada, o que não é correto. Por exemplo, para a nossa órbita que tem excentricidade igual a 0,0167 ou aproximadamente 0,02. Devemos ressaltar na atividade que devido ao movimento de Translação (Revolução) da Terra em torno do Sol, o mesmo aparentemente se move entre as estrelas, ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada Eclíptica. A Eclíptica é um círculo máximo, que tem uma inclinação de  $23^{\circ}27'$  em relação ao Equador Celeste. É essa inclinação que causa as estações do ano,

embora a órbita da Terra em torno do Sol seja uma elipse, e não um círculo, a distância da Terra ao Sol varia somente 3% ao longo do ano, sendo que a Terra está mais próxima do Sol em Janeiro. Mas é fácil lembrar que o Hemisfério Norte da Terra também está mais próximo do Sol em Janeiro, e é inverno lá.

#### 4.4.SD 03: Medindo o diâmetro do sol.

- **Tema:** Óptica e medidas astronômicas - Aristarco além de ter suposto o Sol como centro do sistema planetário, no século III a.C., também determinou a distância Terra – Sol em função da distância Terra – Lua.

Figura 30: Medida feita por Aristarco: Terra – Sol em função da distância Terra - Lua no sec. III a.C.



Fonte: R. Boczko(1994)

- **Problema:** Medindo o diâmetro do Sol
- **Objetivos:**
  - ✓ Trabalhar as habilidades de Conversão de Unidades de Medida, Geometria;
  - ✓ Compreender a regra de três simples, Potência de Dez dentro do conteúdo (linguagens da Matemática e Geometria), fazendo relação com a Óptica (destacando o princípio da propagação retilínea da luz).
- **Exemplos de PCN relacionados:**
  - ✓ Representação e comunicação (Física): Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si;

- ✓ Astronomia - O Universo e sua Origem (PCN) - Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo;
- ✓ Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

- **Conteúdos propostos:** Princípio da propagação retilínea da luz, Unidade de Medidas, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez.

- **Expectativas de Aprendizagem:**

- ✓ Entender os princípios de funcionamento de uma Câmera Escura;
- ✓ Compreender o conceito de Proporção, Triângulos;
- ✓ Compreender conversões entre Unidades de Medida.

- **Conteúdos propostos:**

- ✓ **Factuais:** O que se deve saber? Como a luz se propaga. Habilidades Matemáticas necessárias para os conteúdos abordados.

- ✓ **Conceituais:** O que se deve saber explicar? O funcionamento de uma Câmera Escura?

- ✓ **Procedimentais:** O que se deve saber fazer? Medir o diâmetro do Sol.

- ✓ **Atitudinais:** Como se deve ser? Valorização da postura investigativa e científica na elaboração de hipóteses sobre a luz.

- **Recursos:**

- ✓ Experimento: Experimento Medir o diâmetro do Sol (OBA);
- ✓ Prancha “Nós no espaço” e Livro didático.

- **Etapas:**

**1ª Etapa:** Exploração de conceito, Motivação, Levantamento de Hipóteses, Prancha, Fundamentação Histórica e Paralaxe - Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Solicitar que abram o livro do PCE nas páginas 48 e 49. Após a leitura em sala, os estudantes devem responder à seguinte pergunta: Como foi possível medir a distância Terra – Sol no século III a.C.
- b) Investigar o problema proposto pelo seu livro didático: Texto: Câmera Escura. Oliveira (2013, p.184 e 185)

**2ª Etapa:** Investigação: texto sobre Paralaxe e fazer medidas no campo de futebol; - Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Trabalhar o princípio de propagação retilínea da luz e do funcionamento da Câmera Escura;
- b) Solicitar que façam a leitura do texto: Paralaxe; Uhr (2007, pg. 29).
- c) Solicitar que façam leitura do capítulo 9 do livro didático; Oliveira (2013)
- d) Solicitar que façam medidas no campo de futebol usando o conceito de Paralaxe. Uhr (2007, p.32)

**3ª Etapa:** Experimento “Medindo o diâmetro do Sol” (confeção e solução) - Trabalhar habilidades necessárias. Solução de problema motivador.

- a) Como medir o diâmetro do Sol?
- b) Planejar com os estudantes como poderia ser feito o experimento do cálculo da medida. (Utilizar questão da OBA); <http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=9&pag=conteudo&m=s>
- c) Material para ser utilizado;
- d) O experimento;
- e) Resultados esperados;
- f) Discussão e Conclusões.

**4ª Etapa:** Exposição, Apresentação e Avaliação. - Trabalhar habilidades necessárias.

- a)Relatório: Pedir aos estudantes que relate sua experiência, passos da construção, dificuldades, o que achou da atividade.
- b)Análise das respostas incorretas cometidas no experimento

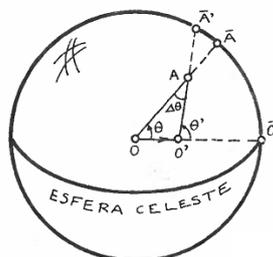
**Observação:** Em todas as etapas são trabalhadas as habilidades matemáticas necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos abordados.

#### 4.4.1 Aplicando a SD 03

Nessa atividade procurei trabalhar com as habilidades de Semelhança de Triângulos, Regra de Três Simples e Potência de 10. Para iniciar a SD3 trabalhei o conceito de Paralaxe, figura 31, mostrando como os antigos astrônomos faziam para medir distâncias inacessíveis, como a distância Terra-Lua. Em um segundo momento, fiz uma atividade prática no campo de futebol da escola. Coloquei os estudantes para efetuarem algumas medidas de distâncias usando o conceito de Paralaxe, para isso, construímos um Teodolito horizontal, figura 32. Além disso, foi

utilizado software Geogebra para montar um esquema de cálculo para o problema, figura 33.

**Figura 31: Figura geométrica demonstrando o ângulo Paralaxe**



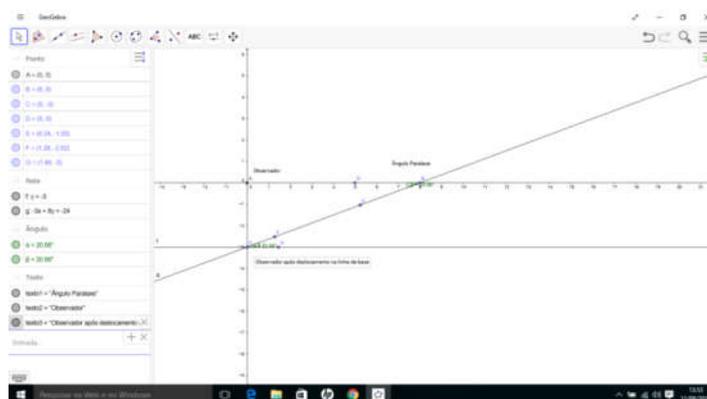
Fonte: R. Boczko (1994)

**Figura 32: Medindo Paralaxe com Teodolito horizontal**



Fonte: arquivo pessoal

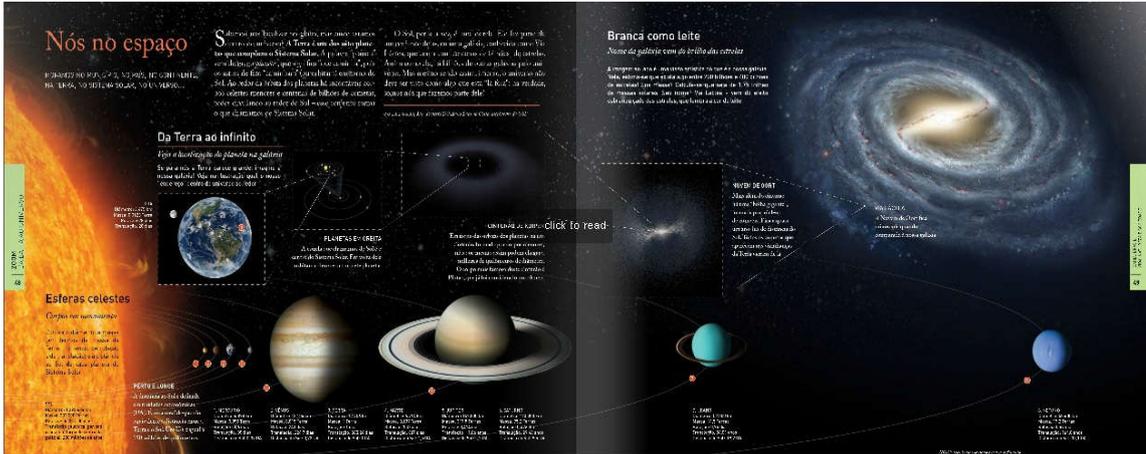
**Figura 33: Esquema para cálculo do ângulo Paralaxe no Geogebra**



Fonte: arquivo pessoal

Em um terceiro momento foi utilizada a prancha do livro Bahia (2014, p. 48) “Nós no espaço”, para se trabalhar a importância da Potência de 10 nos cálculos com números grandes ou pequenos, figura 34. Em seguida, foi proposto para a turma um desafio da OBA, que consiste em determinar o diâmetro do Sol, figura 35.

Figura 34: Prancha: Nós no espaço



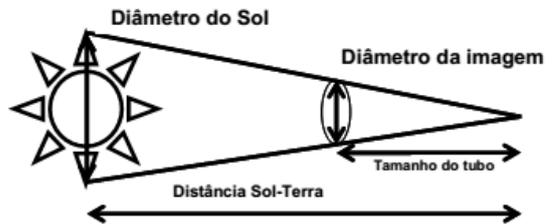
Fonte: Bahia (2014)

Figura 35: Problema OBA 2014

**Questão 1) (1 ponto)** Na XVI OBA mostramos como Eratóstenes fez para medir o raio da Terra. Nesta questão vamos mostrar como você mesmo pode fazer para medir o diâmetro (D) do Sol, conhecendo-se sua distância até a Terra.



A primeira figura mostra, esquematicamente, o experimento. Faça um tubo com cartolina preta, com cerca de 10 ou 15 cm de diâmetro e o mais longo possível, tipo 1 ou 2 metros. De um lado tape com papel alumínio e no centro dele faça um minúsculo furo com a ponta de uma fina agulha. Tape o outro lado do tubo com uma folha de papel milimetrado. Na primeira figura o tubo está representado por uma caixa. Não importa. Pode ser tubo, caixa ou paralelepípedo. Como ângulos opostos pelo vértice são iguais, você pode redesenhar os dois raios de luz conforme o esquema ao lado e usar simples semelhança de triângulos para calcular o diâmetro do Sol.



Fonte: <http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=9&pag=conteudo&m=s>

Em um quarto momento, para finalizar a atividade, os alunos efetuaram a medida solicitada na atividade, seguindo orientações sinalizadas pelo professor.

Ainda nesse momento foram trabalhados os erros que impediam a finalização da SD, figuras 36, 37, 38, 39, 40 e 41.

**Figura 36: Construção de Câmera Escura para medir o diâmetro do Sol**



Fonte: arquivo pessoal

**Figura 37: Exemplo de Câmera Escura finalizada**



Fonte: arquivo pessoal

**Figura 38: Utilização de desenho geométrico na produção de experimento**



Fonte: arquivo pessoal

**Figura 39: Exemplo de projeção do Sol obtido pelos estudantes**



Fonte: arquivo pessoal

**Figura 40: Exemplo de Câmera Escura produzida pelos alunos**



Fonte: arquivo pessoal

**Figura 41: Exemplo de atividade finalizada**

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



Calculando o diâmetro do Sol. Como? Cálculos

$$D = ?$$

$$T = 150.000.000 \text{ km}$$

$$d = 0,9 \div 100.000 = 0,000009 \text{ km}$$

$$t = 98 \div 100.000 = 0,00098 \text{ km}$$

$$\frac{D}{T} = \frac{d}{t} \rightarrow \frac{D}{150.000.000} = \frac{0,000009}{0,00098}$$

$$\frac{D}{150.000.000} = \frac{0,0102273}{1}$$

$$D = 150.000.000 \times 0,0102273$$

$$D = 1.534.095 \text{ km}$$

Fonte: arquivo pessoal

**a. Relato feito por alguns alunos com relação a atividade**

“Primeiramente, gostaríamos de agradecer ao professor James pela oportunidade, foi um ótimo trabalho de se fazer muito bom mesmo, ficamos muito gratificados com o resultado do nosso trabalho.

Os materiais que foram utilizados em nosso trabalho, a maioria são recicláveis, ou seja, reciclamos de outros trabalhos e de coisas que não serviam mais. Usamos duas caixas de papelão para montar o instrumento, por dentro nós o forramos com papel cartão e por fora nos cobrimos com papel E.V.A, usamos cola para untar todas as partes e em uma folha de papel manteiga para podermos visualizar a ilustração do sol através dos raios solares, utilizamos também uma agulha de crochê para fazer os furos e um estilete para cortar a caixa e os papeis.

Nós desmontamos as duas caixas e as suas tampas, em seguida nós medimos o seu comprimento, que no caso deveria ser de 1 metro ou dois metros, optamos por fazer uma caixa de 1 metro, após medirmos a caixa nós colamos as suas partes, e fizemos esse mesmo procedimento com as tampas, formando uma caixa de 1 metro com uma tampa do mesmo tamanho.

Logo após forramos a parte interior dessa caixa com papel metro com uma extrema precisão, evitando qualquer tipo de luz sequer. Após forramos o interior, nós fizemos o exterior, para que ela tivesse um acabamento digno. Por fim, nós fizemos um furo maior e pusemos um pedaço da folha de papel manteiga para visualizarmos a ilustração do sol.

Os cálculos foi a parte mais fácil de se fazer, como já tínhamos a formula era só substituir. Nós queríamos achar o  $D$ , que é o diâmetro do sol na formula tínhamos o  $T$  que é a distância Terra-Sol que é equivalente a 150.000.000 Km, o  $d$  que era o diâmetro da imagem que se projeta no papel manteiga, o nosso foi de 0,9 cm o qual nós transformamos em km, dividimos esse valor por 100.000 e obtivemos  $d = 0,000009$  km, e por fim o  $t$  que era equivalente ao comprimento do tubo, que no nosso caso foi o comprimento da caixa, esse comprimento ficou em torno de 88 cm, fizemos o mesmo processo de divisão e achamos  $t = 0,00088$  km. Aplicando na formula os dados nos encontramos aproximadamente 1.534.095 km de diâmetro do Sol.”

#### 4.5. SD 04: Conhecendo a resolução angular dos seus olhos.

- **Tema:** Formação de Imagens - Uma importante função do telescópio é permitir ver separados astros que a olho nu veríamos como sendo um só, porque estão muito distantes. Por exemplo, se você fizer dois pontinhos pretos numa folha de papel, separados 1 cm um do outro, poderá vê-los separados, se se afastar até, aproximadamente, 10 m. Contudo o telescópio espacial Hubble poderia vê-los separados mesmo que estivessem a 12 km! Chamamos de resolução angular ( $\varphi$ ) a menor separação angular que nosso olho, ou o telescópio, pode ver separados dois astros ou objetos.
- **Problema:** Conhecendo a resolução angular dos seus olhos.
- **Objetivos:**
  - ✓ Trabalhar as habilidades de Conversão de Unidades de Medida;

- ✓ Compreender a Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez dentro do conteúdo (linguagens da Matemática e Geometria), fazendo relação com a Óptica (destacando o funcionamento do olho humano).

- **Exemplos de PCN relacionados:**

- ✓ Representação e comunicação (Física): Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si;
- ✓ Astronomia - O Universo e sua Origem (PCN);
- ✓ Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo;
- ✓ Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

- **Conteúdos propostos:** Óptica Geométrica, Unidade de Medidas, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez.

- **Expectativas de Aprendizagem:**

- ✓ Entender as características de um telescópio;
- ✓ Compreender o conceito de resolução angular, proporção;
- ✓ O que é resolução angular? O que é resolução espacial? Segundo de arco? Radiano?
- ✓ Compreender conversões entre unidades de medida.

- **Conteúdos propostos:**

- ✓ **Factuais:** O que se deve saber? Leitura de mapas (resolução espacial). Fotos por satélite ou avião? Qual a melhor resolução para cada mapa? Entendendo as escalas. Habilidades Matemáticas necessárias para os conteúdos abordados;
- ✓ **Conceituais:** O que se deve saber explicar? O funcionamento do olho humano. Características de um telescópio;
- ✓ **Procedimentais:** O que se deve saber fazer? Calcular a resolução angular do olho e entender as características de um telescópio;
- ✓ **Atitudinais:** Como se deve ser? Valorização da postura investigativa e científica na elaboração de hipóteses sobre equipamentos ópticos.

- **Recursos:**

- ✓ Experimento: Cálculo da resolução angular dos olhos (OBA).

✓ Prancha “Zoom” e Livro didático

• **Etapas:**

**1ª Etapa:** Exploração de conceito, Motivação, Levantamento de hipóteses, Prancha, Fundamentação histórica, Telescópios; - Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Solicitar que abram o livro do PCE nas páginas 40 à 43. Após a leitura em sala, os estudantes devem responder à seguinte pergunta: O telescópio Hubble poderia tirar uma fotografia nossa da sua órbita atual?
- b) Investigar o problema proposto pelo livro didático através do texto Problemas de visão. Oliveira (2013, p. 231)

**2ª Etapa:** Investigação: texto sobre Telescópios e resolução angular; Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Trabalhar conceitos de resolução angular, resolução espacial, segundo de arco, radiano;  
[http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob\\_arquivos/Prova%20nivel%204%20da%20XVII%20OBA%20DE%202014%20GABARITO.pdf](http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/Prova%20nivel%204%20da%20XVII%20OBA%20DE%202014%20GABARITO.pdf)
- b) Solicitar que façam a leitura do problema da OBA (questão 1);  
[http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob\\_arquivos/provas\\_gabaritos/2012/GABARITO%20Prova%20nivel%204%20da%20XV%20OBA%20DE%202012.pdf](http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/provas_gabaritos/2012/GABARITO%20Prova%20nivel%204%20da%20XV%20OBA%20DE%202012.pdf)
- c) Solicitar que façam leitura do capítulo nove do livro didático. Oliveira (2013)

**3ª Etapa:** Experimento “Medida da resolução angular dos olhos” (confeção e solução) - Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Solução de problema motivador. Como medir a resolução angular do seu olho? [http://www.radford.edu/brockway/lab\\_angular-resolution.pdf](http://www.radford.edu/brockway/lab_angular-resolution.pdf)
- b) Planejar com os estudantes como poderia ser feito o experimento.
- c) Material para ser utilizado;
- d) O experimento;
- e) Resultados esperados;
- f) Discussão e Conclusões.

**4ª Etapa:** Exposição, Apresentação e Avaliação. - Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Responder questionário solicitado
- b) Análise das respostas incorretas cometidas no experimento

**Observação:** Em todas as etapas são trabalhadas as habilidades matemáticas necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos abordados.

#### 4.5.1 Aplicando a SD 04

Iniciei essa atividade com meu telescópio refrator de 90 mm, figura 42, trabalhei com os estudantes as características do aparelho (abertura, distância focal, razão focal, ampliação, resolução angular, montagem, etc). Mostrei aos estudantes a necessidade de saber converter unidades de medidas, e entender o conceito de ângulos para proceder na análise do aparelho.

**Figura 42: Telescópio refrator de 90 mm de abertura utilizado na atividade**



Fonte: Arquivo pessoal

Em um segundo momento propus um problema da OBA, figura 43, que consistia em confirmar que o telescópio Hubble podia resolver (enxergar) dois pontos separados por 1 cm a uma distância de 12 km. Ainda nesse momento coloquei os estudantes para brincar com o refrator, pedir que manipulassem as

oculares para a leitura de um texto (fonte 14) que estava a 100m de distância, figura 44.

**Figura 43: Problema da OBA sobre resolução angular.**

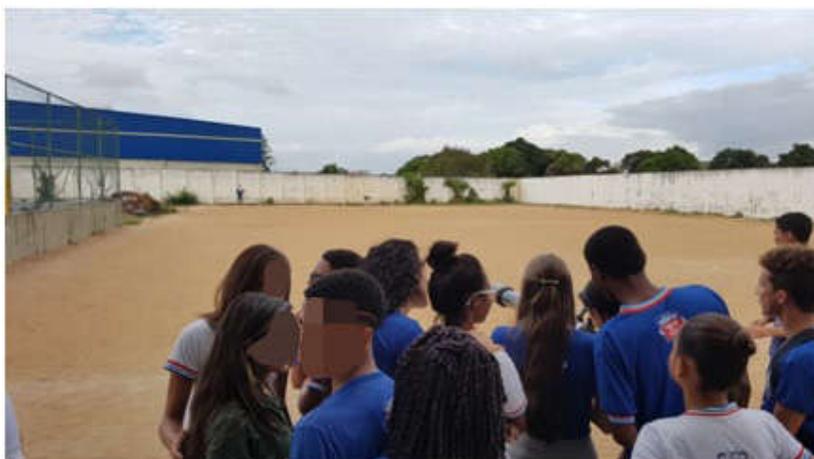
6) - Nota obtida: \_\_\_\_\_

**Questão 7) (1 ponto)** Uma importante função do telescópio é permitir ver separados astros que a olho nu veríamos como sendo um só, porque estão muito distantes. Por exemplo, se você fizer dois pontinhos pretos numa folha de papel, separados 1 cm um do outro, poderá vê-los separados se se afastar até, aproximadamente, 10 m. Contudo o telescópio espacial Hubble poderia vê-los separados mesmo que estivessem a 12 km! Chamamos de resolução angular ( $\phi$ ) a menor separação angular que nosso olho ou o telescópio podem ver separados dois astros ou objetos.

Gabarito da Prova do nível 4 (Para alunos de qualquer ano do ensino médio)  
XVII OBA – 16/05/2014 TOTAL DE PÁGINAS: 8 Página 4

Fonte: [http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob\\_arquivos/Prova%20nivel%204%20da%20XVII%20OBA%20DE%202014%20GABARITO.pdf](http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/Prova%20nivel%204%20da%20XVII%20OBA%20DE%202014%20GABARITO.pdf)

**Figura 44: Leitura de texto fonte 14 a 100 m de distância**



Fonte: Arquivo Pessoal

No terceiro momento trabalhamos com o livro Bahia (2014, p. 42 a 44) com a prancha Zoom. Esse momento tinha o objetivo de entender e fazer leitura de mapas (resolução espacial), respondendo aos questionamentos: Fotos por satélite ou avião? Qual a melhor resolução para cada mapa? Você entende as escalas que aparecem nos mapas? Para finalizar a atividade foi proposto aos alunos que descobrissem a resolução angular de seus olhos, figura 46 e 45 e respondessem algumas perguntas do tipo: A Lua está a cerca de 384000 km da Terra. Qual é o menor diâmetro que a cratera deve ter na superfície lunar, para que você consiga ver?

**Figura 45: Gráfico utilizado para determinar a resolução angular do olho**

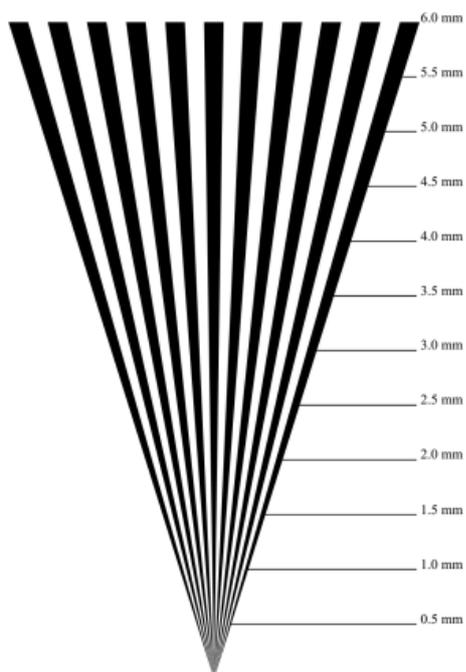


Figure A.8: The fan-tailed chart for measuring the distance-to-size ratio.

Fonte: [http://www.radford.edu/brockway/lab\\_angular-resolution.pdf](http://www.radford.edu/brockway/lab_angular-resolution.pdf)

**Figura 46: Determinação da resolução angular do olho pelos estudantes**



Fonte: Arquivo pessoal

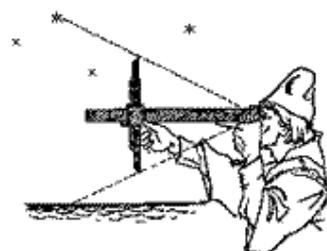
Ao elaboramos estas SDs, estamos partindo de alguns pressupostos, em relação à construção do conhecimento e a participação do aluno e do professor nessa construção. Assim, estamos levando em consideração que:

- O conhecimento prévio do estudante deve ser considerado no aspecto de fornecer um ponto de partida para o professor planejar suas aulas;
- a inserção de organizadores prévios é um facilitador da aprendizagem;
- a História da Ciência têm um papel significativo no aprendizado da Física e Matemática;
- fazer relações dos conteúdos escolares com atividades práticas contextualizadas é um facilitador da aprendizagem;
- devemos valorizar as linguagens das ciências, como aspecto primordial para entendimento dos conteúdos abordados.

Na expectativa de trabalhar com conteúdos considerados básicos para a Física e Matemática e atender aos pressupostos anteriormente colocados, devemos propor uma metodologia que busque transformar os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem (discentes e docentes) em sujeitos do processo de construção do conhecimento, colocando a realidade do aluno como elementos fundamentais, fazendo surgir a motivação como elemento chave para o estudo dessas disciplinas. A sala de aula deve deixar de ser um local onde os alunos vão apenas para ouvir o professor. Considerando esses aspectos, no próximo capítulo analiso de maneira qualitativa essas SDs.

## 5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

---



*Para mim, é muito melhor compreender o universo como ele realmente é do que persistir no engano, por mais satisfatório e tranquilizador que possa parecer.*

*Carl Sagan*

A proposta de trabalhar com as SDs enquanto metodologia de ensino, se embasa na crença de que esta prática tem o potencial de possibilitar o desenvolvimento das habilidades matemáticas necessárias aos estudantes, por possuir os princípios promotores para uma Aprendizagem Significativa Crítica.

Assim, seguindo as orientações propostas na teoria da Aprendizagem Significativa, inseri organizadores prévios relacionados entre si, com o intuito de melhorar a assimilação de conceitos aos conhecimentos prévios dos estudantes, necessários para os conteúdos propostos. Tanto o livro didático e a prancha do PCE, ofereciam uma leitura que possibilitava a relação com as habilidades matemáticas que seriam trabalhadas ao longo das SDs, também foram utilizadas questões da OBA, textos, experimentos, e vídeos, para enriquecerem as atividades. Como principal fator motivador utilizei a Astronomia, trabalhando temas como: Nascimento e Vida das Estrelas, História da Astronomia com produção do experimento “ Medindo o raio da Terra como Erastotenes”, As Estações do Ano, Medindo objetos distantes (Paralaxe) e Telescópios.

Apesar dos estudantes apresentarem dificuldades em compreender os conteúdos abordados, incentivou-se o questionamento, proporcionando momentos com problematizações, as quais eles podiam escrever ou fazer oralmente seus questionamentos.

Nas aulas, nos momentos de reflexão, percebi o quanto o modelo de ensino tradicional, que incentiva a aprendizagem mecânica, dificulta a participação do estudante de maneira mais ativa nas aulas. É preciso que nós professores possibilitemos situações, que quebrem essas barreiras impostas por uma educação altamente mecanicista, e muitas vezes sem significado para o aluno, conseguindo assim criar um ambiente de diálogo entre as partes.

Diante das dúvidas que iam surgindo durante a resolução dos experimentos e atividades, interagir com os estudantes, aproveitando o momento para avaliar e observar quais conhecimentos prévios eles possuíam. Em todas as etapas das SDs existiu a valorização da linguagem da Matemática como ferramenta essencial para o entendimento e formação de conceitos abordados. Além disso, nesse processo foi valorizado a todo momento a discussão e enfrentamento das hipóteses que iam surgindo durante as atividades, os estudantes foram provocados a questionar e refletir sobre suas respostas, buscando alternativas possíveis.

Durante o desenvolvimento das atividades das SDs, procurei aplicar uma abordagem significativa, dando sentido e contextualizando os conteúdos apresentados, numa prática oposta à aprendizagem mecânica, puramente memorística, sem significado, sem compreensão, passiva, mecânica, autoritária e não crítica.

Esta pesquisa teve como fulcro refletir se a abordagem metodológica preconizada na SD contribui para melhorar a aprendizagem do estudante com relação a alguns conceitos que o mesmo precisa assimilar de maneira significativa na sua caminhada escolar e posteriormente na sua vida adulta.

Aqui vamos defender que o principal processo de aprendizagem significativa, é por recepção, de forma não passiva. Exigindo do aprendiz, ação e reflexão, durante as SDs. As turmas participantes da pesquisa tiveram a oportunidade de experimentar um modelo de ensino oposto a uma aprendizagem verbal por memorização. A ideia aqui foi trabalhar materiais potencialmente significativos e diversificados, relacionando-os a estrutura cognitiva do estudante, ou seja, seus conhecimentos prévios, e assim, conseguir que o estudante produza conhecimento, memórias significativas, apreendida em longo prazo e de forma significativa e organizada.

### **5.1 O caso do estudante A**

O Estudante A, iniciou o ano letivo apresentando algumas dificuldades, consonante a maioria da turma, e ficou meio desconfiado, quando solicitei que os estudantes falassem um pouco de si e suas expectativas para as aulas de Física daquele ano. Ele afirmou que não gostava da disciplina por ser muito complicada, aproveitei o momento para fazer perguntas sobre alguns conteúdos de Matemática que considerava fundamentais para aquele ano.

O Estudante A questionou se aquilo seria um teste e se valia nota. Afirmei que não, e que era apenas uma sondagem para conhecê-los um pouco melhor. Alguns dias depois, ao iniciar a primeira SD, em que no primeiro momento apliquei um pré-teste, que avaliava habilidades e subsunções, que considerava pré-requisitos necessários para minhas aulas, percebi que o Estudante A teve um bom desempenho no teste, apesar de afirmar que não gostava de fazer cálculos, e que o

mesmo não valia nota. Ao verificar a sua resposta ao problema que propunha avaliar a habilidade de resolver problemas que envolviam grandezas diretamente proporcionais, o estudante procedeu da seguinte maneira, figura 47:

**Figura 47: Problema aplicado no primeiro momento da SD1**

IV) O desenho de um colégio foi feito na seguinte escala: cada 4 cm equivale a 5 m. A representação ficou com 10 cm de altura. Qual é a altura real, em metros, do colégio?

A) 2,0    ~~B) 12,5~~    C) 50,0    D) 125,0

$5 \times 2 = 10$   
 $4 \text{ cm} = 5 \text{ m}$   
 $8 \text{ cm} = 10 \text{ m}$   
 $10 \text{ cm} = 12,5 \text{ m}$

3400

Fonte: Arquivo pessoal

Percebi que o mesmo possuía o subsunçor/habilidade referente a proporcionalidade entre grandezas e que tinha utilizado uma estratégia bem interessante. Na primeira das atividades que trabalhei com os estudantes, o Estudante A, apesar de mostrar-se interessado pelas questões da astronomia, finalizou a tarefa de maneira mecânica: não perguntava, não questionava, parecia que tinha medo de se colocar como agente participante e ativo do processo.

A seguir apresento os cálculos do Estudante A para o experimento 1: “A medida do raio da Terra por Erastóstenes”, figura 48:

**Figura 48 : Exemplo de solução na SD1**

1) Qual objeto você escolheu para medir o raio?  
 Escolhemos uma estampa grande.

2) Coloque seus cálculos abaixo. Descrevendo os procedimentos adotados para resolução do problema proposto.

$\frac{360^\circ}{40^\circ} = \frac{2\pi r}{12 \text{ cm}}$        $40^\circ$   
 $12 \text{ cm}$

$\frac{360}{40} = \frac{2 \cdot 3\pi r}{12}$

$240\pi = 4320$

$\pi = \frac{4320}{240}$

$\pi = 18$

Fonte: Arquivo pessoal

Pelas minhas anotações, concluí que o Estudante A apenas copiou a resposta de algum colega. Mas, com o passar das atividades e a melhora da interação com os estudantes na sala de aula e muitas vezes no campo de futebol, onde aconteciam quase sempre nossos experimentos, algo parecia mudar.

O Estudante A, agora tirava dúvidas, questionava, produzia os experimentos com detalhes, e quando se tratava dos cálculos, não deixava passar nenhuma dúvida. Temos na figura 49 a resposta do referido estudante para a terceira atividade:

Figura 49: Exemplo de resposta da terceira SD.

1) Calcule o diâmetro do Sol e expresse o resultado em potência de 10.

$$\frac{D}{T} = \frac{d}{f}$$

$$\frac{D}{150 \cdot 10^6 \text{ Km}} = \frac{4 \text{ cm}}{98 \text{ cm}}$$

$$D = 150 \cdot 0,01 \cdot 10^6$$

$$D = 1,5 \cdot 10^6$$

$$D = 15 \cdot 10^5$$

$$D = 1500 \text{ 000 Km}$$

2) Relate sua experiência:

a) passos da construção;

b) dificuldades;

c) o que você achou da atividade.

Confeccionamos o Aparato Astronômico, com duas caixas de papelão de mesmo tamanho, ajustando-as para chegar a 4 metros de medida, utilizamos papel cartão preto para cubri-la por dentro, certificando que ela estava toda vedada, e para ter-mos uma maior certeza de vedação colocamos toda a caixa por fora também com o papel cartão preto.

A nossa preocupação foi ter que conseguir fechar a caixa e acreditar que ela estava toda vedada, mas deu tudo certo e a experiência saiu como esperada.

A experiência foi legal, toda a parte da confecção do aparelho e da experiência em si (apontar a caixa para o Sol e projetar a pequena imagem do Sol no papel mantiga, exatamente como uma câmara escura), foi de grande aprendizagem e contentimento, foi uma experiência legal pelo fato de poder-mos calcular o tamanho aproximado do Sol, com um objeto confeccionado por nós mesmos.

Fonte: Arquivo pessoal

Agora tudo mudou, sempre perguntando, preocupado porque o experimento não tava dando certo, empolgado e motivado em fazer os cálculos solicitados de maneira correta, capricho em fazer as tarefas, procurou até utilizar o desenho geométrico na produção de seu aparato astronômico. Na figura 50 temos a Câmara Escura produzida por ele:

Figura 50: Câmera Escura construída por estudante durante a SD3.



Fonte: Arquivo pessoal

O Estudante A relatou que foi uma experiência legal calcular (fazer cálculos!!!). Após essas SDs trabalhadas, procurei avaliar o estudante em um momento fora do contexto das atividades. Tomando como base o teste de sodagem que avaliava em umas das questões a habilidade de resolver problemas com grandezas diretamente proporcionais, coloquei em umas das avaliações da terceira unidade, questões direcionadas para avaliar essa habilidade. Na figura 51 temos a solução dada pelo estudante a um desses problemas.

Figura 51: Problema aplicado fora do contexto das SD

6) Se são necessárias 40000 calorias (40 kcal) para aquecer até a fervura 0,5 L de água, a partir da temperatura ambiente, quantas calorias serão necessárias para fazer o mesmo com 4,0 L de água?

$$\begin{array}{r} 160 \overline{) 00} \\ \underline{00} \\ 0 \end{array}$$

$$40 \text{ kcal} \begin{array}{l} \diagdown 0,5 \text{ L} \\ \diagup x \text{ kcal} \end{array} \begin{array}{l} \diagdown 4,0 \text{ L} \\ \diagup \end{array}$$

$$160 = 0,5x$$

$$x = \frac{160}{0,5}$$

$$x = 320 \text{ kcal}$$

$$x = 320 \text{ Kcal}$$

Fonte: Arquivo pessoal

Ao observar o desempenho dos estudantes durante as atividades propostas nas SDs, pude compreender a diferença entre aprendizagem mecânica (arbitrária e literal) e aprendizagem significativa (não arbitrária e não literal), colocado por Ausubel em sua teoria. Não arbitrário no sentido de você oferecer aos estudantes materiais que estejam relacionados logicamente com seus subsunçores (não aleatório) e não literal no sentido de sinônimo, ou seja, ao questionar o Estudante A sobre a resposta dada na atividade apresentada (usando regra de três simples), o mesmo explicou que poderia também responder o problema da mesma maneira que fez na figura 47. Agora o referido estudante têm um subsunçor alterado, refinado, ou seja, a nova ideia interagiu com a interior, modificando-a na sua estrutura cognitiva, para a solução de problemas que envolvam grandezas diretamente proporcionais. Evidenciando que :

Quando se apreende uma nova ideia *a*, através da relação e da interação com a ideia relevante *A* estabelecida na estrutura cognitiva, alteram-se ambas as ideias e a assimila-se à ideia estabelecida *A*. quer a ideia ancorada *A*, quer a nova ideia *a*, se alteram de alguma forma na formação do produto interativo *A'a'*. (AUSUBEL 2003.p,23).

Foi interessante perceber também essa mudança colocada por Ausubel na prática quando trabalhei por exemplo com o tema Estações do Ano. Ao fazer o levantamento das ideias prévias que o estudante traz consigo, percebi que todos possuíam esse subsunçor presente na sua estrutura cognitiva, e que o mesmo nada tinha de relação com a Matemática e Geometria. Para eles as Estações do Ano estavam relacionadas ao achatamento da órbita do nosso planeta e a sua aproximação e afastamento do Sol durante o ano, figura 52.

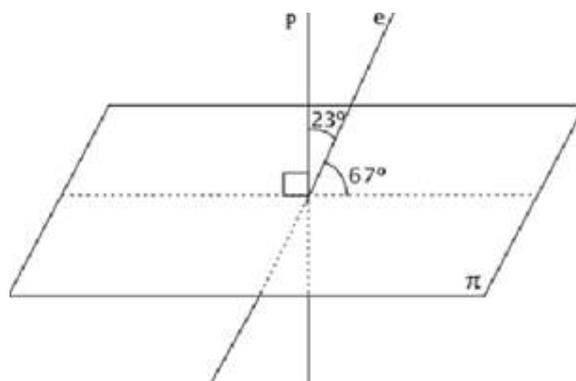
**Figura 52: Típica figura com erro conceitual sobre as Estações do Ano**



**Fonte: Beltrame et al., (1996)**

Mas quando introduzi na SD uma nova proposição afirmando que além do movimento de translação, ainda existia, a questão da inclinação do nosso eixo de rotação, figura 53.

Figura 53: Imagem mostrando o tipo de Geometria presente no conceito de Estações do Ano



Fonte: Nogueira (2009)

Percebi novamente o que Ausubel colocou como assimilação. Na figura 54 observa-se a resposta do Estudante A para o motivo de existirem as Estações do Ano:

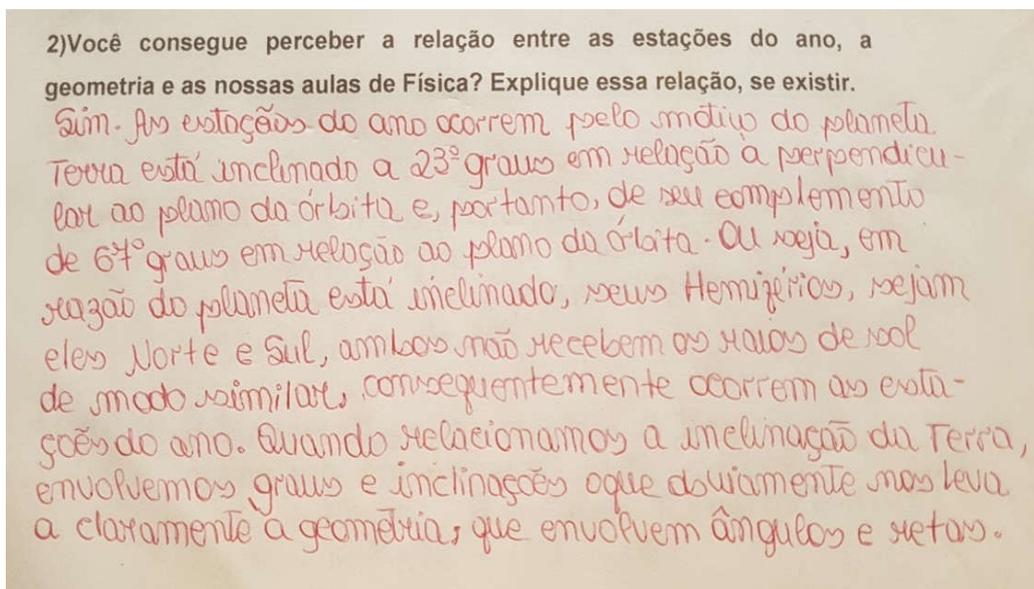
Figura 54: Levantamento de hipóteses na SD2

1) Levante algumas hipóteses sobre o porquê existe as estações do ano.  
 As estações do ano ocorrem pois existe o movimento de translação da Terra, ou seja o nosso planeta gira em torno da estrela Sol. Esse movimento em torno do sol acontece de modo elíptico, portanto através do mesmo, o planeta se afasta e se aproxima do sol conforme a sua órbita, acontecendo assim, as estações do ano. Em suma, denominamos o movimento de todos os planetas do Sistema Solar em torno do Sol de movimento Heliocêntrico.

Fonte: Arquivo pessoal

Após a aplicação da SD, o referido estudante agregou significado a sua resposta, conforme pode-se ver na figura 55.

**Figura 55: Exemplo de resposta em momento posterior a SD2.**



**Fonte: Arquivo pessoal**

Pode-se indentificar de modo claro, que o estudante alterou, modificou o subsunçor, enriquecido (fortalecido) com conceitos de Geometria e uma desaprendizagem de subsunçores que atrapalhavam o entendimento da proposição de forma correta.

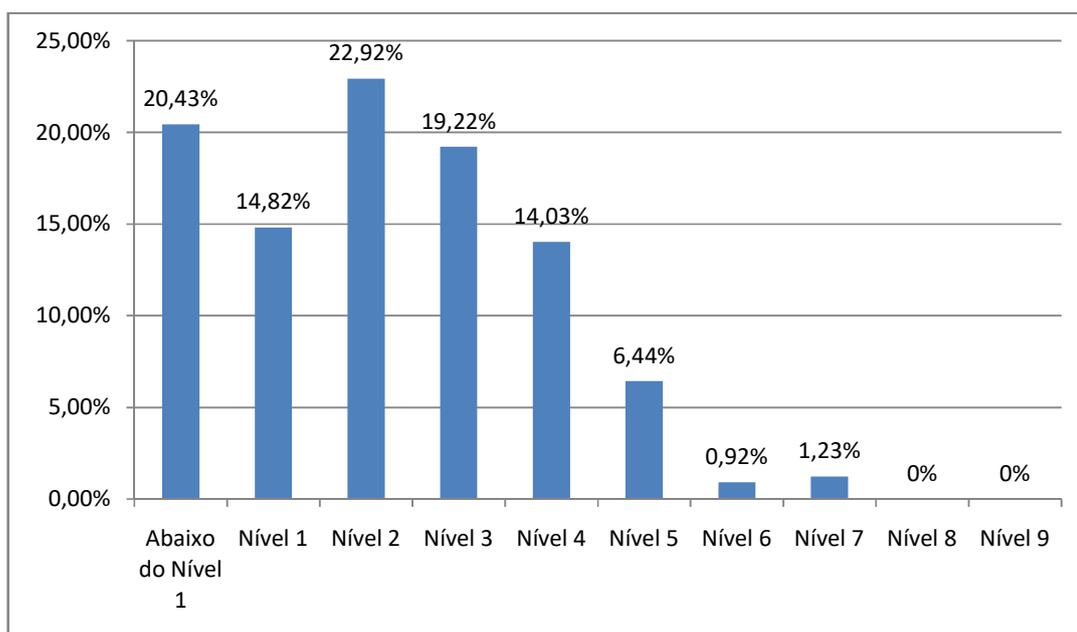
## 5.2 comparando dados

No início do ano de 2016, em uma das reuniões pedagógicas da escola, tive acesso aos resultados da Prova Brasil para minha escola, com relação ao nível de aprendizagem em Matemática. Analisei os resultados apresentados, conforme gráfico da figura a seguir, e concluí que deveria empreender esforços para melhorar déficits em determinadas habilidades, que seriam pré-requisitos para a série que iria trabalhar naquele ano (Física - Ensino médio).

Analisando o gráfico da figura 56 verifiquei que apenas 6,44% alcançavam o nível 5, que “provavelmente” garante conhecimentos básicos necessários para estudantes de Ensino Médio, como resolução de problemas envolvendo grandezas diretamente proporcionais ou cálculos com números racionais. Já o nível 7 que faz

referência a habilidades como: resolução de problemas que envolva ângulos, Teorema de Tales, Teorema de Pitágoras, e Linguagem algébrica. Esse nível é atingindo por apenas 1,23% dos estudantes da minha escola, ou seja, estes estudantes em sua maioria tem problemas sérios relacionados a subsunçores e habilidades que deveriam nesta idade escolar fazer parte do seu cognitivo de maneira significativa.

**Figura 56: Distribuição Percentual dos alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental por Nível de Proficiência – Matemática.**



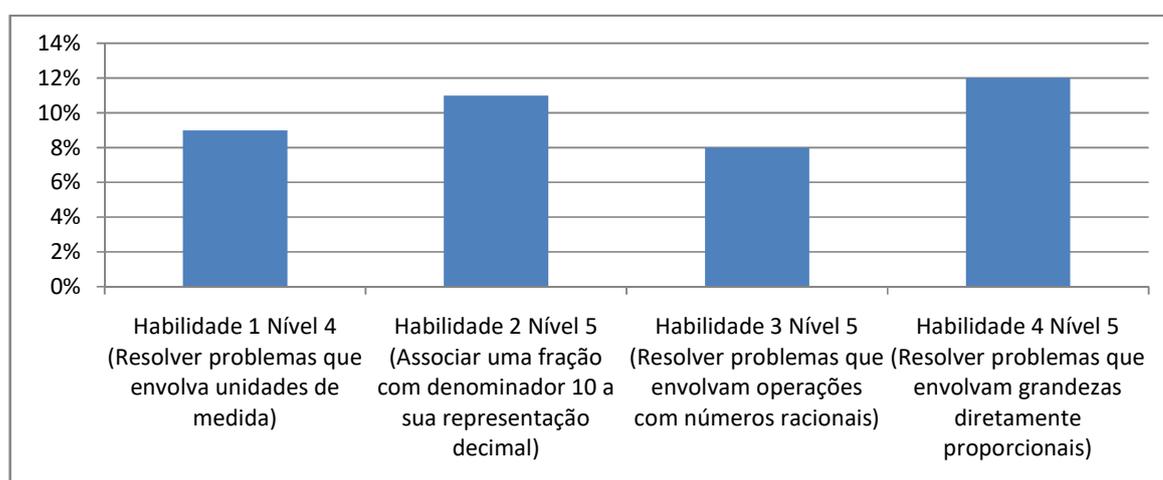
**Fonte: Arquivo pessoal**

Após analisar esses dados, e ainda não acreditando nos números, preparei no início do ano letivo alguns testes de sondagem para algumas habilidades avaliadas pela Prova Brasil, ou seja, avalei o domínio de alguns subsunçores ou conceitos, que os estudantes deveriam ter assimilados em sua estrutura cognitiva naquela série, com o intuito de utilizá-los nos primeiros momentos das SDs. Esses problemas foram retirados do banco de questões da Prova Brasil e separados por habilidades descritas segundo a Matriz de Referência do INEP para Matemática. Após avaliar esses números infelizmente concluir que os números da Prova Brasil eram condizentes com os resultados que obtive. Vale ressaltar que a antiga Prova Brasil tornou-se a Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc), que foi

criada com o objetivo de avaliar a qualidade do ensino ministrado nas escolas das redes públicas.

Na figura 57 temos o gráfico ao qual demonstra as habilidades avaliadas e o resultado.

**Figura 57: Porcentagem de acertos para cada habilidade/subsunção**



**Fonte: Arquivo pessoal**

A seguir pode-se analisar os níveis de proficiência em Matemática avaliados na Prova Brasil (2008).

#### MATEMÁTICA – 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:

Nível 1: 200-225

Números e operações; álgebra e funções

- Reconhecer o maior ou o menor número em uma coleção de números racionais, representados na forma decimal.

Tratamento de informações

- Interpretar dados apresentados em tabela e gráfico de colunas.

Nível 2: 225-250

Números e operações; álgebra e funções

- Reconhecer a fração que corresponde à relação parte-todo entre uma figura e suas partes hachuradas.

- Associar um número racional que representa uma quantia monetária, escrito por extenso, à sua representação decimal.
- Determinar uma fração irredutível, equivalente a uma fração dada, a partir da simplificação por três.

#### Tratamento de informações

- Interpretar dados apresentados em um gráfico de linha simples.
- Associar dados apresentados em gráfico de colunas a uma tabela.

#### Nível 3: 250-275

##### Espaço e forma

- Reconhecer o ângulo de giro que representa a mudança de direção na movimentação de pessoas/objetos.
- Reconhecer a planificação de um sólido simples, dado através de um desenho em perspectiva.
- Localizar um objeto em representação gráfica do tipo planta baixa, utilizando dois critérios: estar mais longe de um referencial e mais perto de outro.

##### Números e operações; álgebra e funções

- Determinar uma fração irredutível, equivalente a uma fração dada, a partir da simplificação por sete.
- Determinar a soma, a diferença, o produto ou o quociente de números inteiros em situações-problema.
- Localizar o valor que representa um número inteiro positivo associado a um ponto indicado em uma reta numérica.
- Resolver problemas envolvendo grandezas diretamente proporcionais, representadas por números inteiros.

#### Tratamento de informações

- Associar dados apresentados em tabela a gráfico de setores.
- Analisar dados dispostos em uma tabela simples.
- Analisar dados apresentados em um gráfico de linha com mais de uma grandeza representada.

#### Nível 4: 275-300

##### Espaço e forma

- Localizar um ponto em um plano cartesiano com o apoio de malha quadriculada, a partir de suas coordenadas.

- Reconhecer as coordenadas de um ponto dado em um plano cartesiano com o apoio de malha quadriculada.
- Interpretar a movimentação de um objeto utilizando referencial diferente do seu.

#### Grandezas e medidas

- Converter unidades de medidas de comprimento, de metros para centímetros, na resolução de situação-problema.
- Reconhecer que a medida do perímetro de um retângulo, em uma malha quadriculada, dobra ou se reduz à metade quando os lados dobram ou são reduzidos à metade.

#### Números e operações; álgebra e funções

- Determinar a soma de números racionais em contextos de sistema monetário.
- Determinar o valor numérico de uma expressão algébrica de 1º grau envolvendo números naturais, em situação-problema.
- Localizar números inteiros negativos na reta numérica.
- Localizar números racionais em sua representação decimal.

#### Tratamento de informações

- Analisar dados dispostos em uma tabela de dupla entrada.

#### Nível 5: 300-325

#### Espaço e forma

- Reconhecer que o ângulo não se altera em figuras obtidas por ampliação e redução.
- Localizar dois ou mais pontos em um sistema de coordenadas.

#### Grandezas e medidas

- Determinar o perímetro de uma região retangular, com o apoio de figura, na resolução de uma situação-problema.
- Determinar o volume através da contagem de blocos.

#### Números e operações; álgebra e funções

- Associar uma fração com denominador 10 à sua representação decimal.
- Associar uma situação-problema à sua linguagem algébrica, por meio de equações do 1º grau ou sistemas lineares.
- Determinar, em situação-problema, a adição e a multiplicação entre números racionais, envolvendo divisão por números inteiros.
- Determinar a porcentagem envolvendo números inteiros.

- Resolver problema envolvendo grandezas diretamente proporcionais, representadas por números racionais na forma decimal.

Nível 6: 325-350

Espaço e forma

- Reconhecer a medida do ângulo determinado entre dois deslocamentos, descritos por meio de orientações dadas por pontos cardeais.
- Reconhecer as coordenadas de pontos representados no primeiro quadrante de um plano cartesiano.
- Reconhecer a relação entre as medidas de raio e diâmetro de uma circunferência com o apoio de figura.
- Reconhecer a corda de uma circunferência, as faces opostas de um cubo, a partir de uma de suas planificações.
- Comparar as medidas dos lados de um triângulo a partir das medidas de seus respectivos ângulos opostos.
- Resolver problema utilizando o Teorema de Pitágoras no cálculo da medida da hipotenusa, dadas as medidas dos catetos.

Grandezas e medidas

- Converter unidades de medida de massa, de quilograma para grama, na resolução de situação-problema.
- Resolver problema fazendo uso de semelhança de triângulos.

Números e operações; álgebra e funções

- Reconhecer frações equivalentes.
- Associar um número racional, escrito por extenso, à sua representação decimal, e vice-versa.
- Estimar o valor da raiz quadrada de um número inteiro aproximando-o de um número racional em sua representação decimal.
- Resolver problema envolvendo grandezas diretamente proporcionais com constante de proporcionalidade não inteira.
- Determinar o valor numérico de uma expressão algébrica que contenha parênteses, envolvendo números naturais.
- Determinar um valor monetário obtido por meio de um desconto ou um acréscimo percentual.
- Determinar o valor de uma expressão numérica, com números irracionais, fazendo uso de uma aproximação racional fornecida.

### Tratamento de informações

- Resolver problemas que requerem a comparação de dois gráficos de colunas.

### Nível 7: 350-375

#### Espaço e forma

- Reconhecer ângulos agudos, retos ou obtusos de acordo com sua medida em graus.
- Reconhecer as coordenadas de pontos representados num plano cartesiano localizados em quadrantes diferentes do primeiro.
- Determinar a posição final de um objeto, após a realização de rotações em torno de um ponto, de diferentes ângulos, em sentido horário e anti-horário.
- Resolver problemas envolvendo ângulos, inclusive utilizando a Lei Angular de Tales sobre a soma dos ângulos internos de um triângulo.
- Resolver problemas envolvendo as propriedades de ângulos internos e externos de triângulos e quadriláteros, com ou sem justaposição ou sobreposição de figuras.
- Resolver problema utilizando o Teorema de Pitágoras no cálculo da medida de um dos catetos, dadas as medidas da hipotenusa e de um de seus catetos.

#### Grandezas e medidas

- Determinar o perímetro de uma região retangular, obtida pela justaposição de dois retângulos, descritos sem o apoio de figuras.
- Determinar a área de um retângulo em situações-problema.
- Determinar a área de regiões poligonais desenhadas em malhas quadriculadas.
- Determinar o volume de um cubo ou de um paralelepípedo retângulo sem o apoio de figura.
- Converter unidades de medida de volume, de  $m^3$  para litro, em situações-problema.
- Reconhecer a relação entre as áreas de figuras semelhantes.

#### Números e operações; álgebra e funções

- Determinar o quociente entre números racionais, representados na forma decimal ou fracionária, em situações-problema.
- Determinar a soma de números racionais dados na forma fracionária e com denominadores diferentes.
- Determinar o valor numérico de uma expressão algébrica de 2º grau, com coeficientes naturais, envolvendo números inteiros.
- Determinar o valor de uma expressão numérica envolvendo adição, subtração, multiplicação e/ou potenciação entre números inteiros.

- Determinar o valor de uma expressão numérica com números inteiros positivos e negativos.
- Determinar o valor de uma expressão numérica com números racionais.
- Comparar números racionais com diferentes números de casas decimais, usando arredondamento.
- Localizar na reta numérica um número racional, representado na forma de uma fração imprópria.
- Associar uma fração à sua representação na forma decimal.
- Associar uma situação-problema à sua linguagem algébrica, por meio de inequações do 1º grau.
- Associar a representação gráfica de duas retas no plano cartesiano a um sistema de duas equações lineares, e vice-versa.
- Resolver problemas envolvendo equação do 2º grau.

Tratamento de informações.

- Determinar a média aritmética de um conjunto de valores.
- Estimar quantidades em gráficos de setores.
- Analisar dados dispostos em uma tabela de três ou mais entradas.
- Interpretar dados fornecidos em gráficos envolvendo regiões do plano cartesiano.
- Interpretar gráficos de linhas com duas sequências de valores.

Nível 8: 375-400

Espaço e forma

- Resolver problemas utilizando as propriedades das cevianas (altura, mediana e bissetriz) de um triângulo isósceles com o apoio de figura.

Grandezas e medidas

- Converter unidades de medida de capacidade, de mililitro para litro, em situações-problema.
- Reconhecer que a área de um retângulo quadruplica quando seus lados dobram.
- Determinar a área de figuras simples (triângulo, paralelogramo, trapézio), inclusive utilizando composição/decomposição.

Números e operações; álgebra e funções

- Determinar o valor numérico de uma expressão algébrica do 1º grau, com coeficientes racionais, representados na forma decimal.
- Determinar o valor de uma expressão numérica envolvendo adição, subtração e potenciação entre números racionais, representados na forma decimal.

- Resolver problemas envolvendo grandezas inversamente proporcionais.

Nível 9: 400-425

Espaço e forma

- Resolver problemas utilizando a soma das medidas dos ângulos internos de um polígono.

Números e operações; álgebra e funções

- Reconhecer a expressão algébrica que expressa uma regularidade existente em uma sequência de números ou de figuras geométricas.

Fonte: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/saeb/matrizes-e-escalas>

Como parte da avaliação, busquei identificar se estas SDs contextualizadas na Astronomia de fato melhoraram a aprendizagem dessas habilidades de Matemática, que foram pré-requisitos nas aulas de Física nas turmas de 2º ano do Ensino Médio. Para essa verificação adotei alguns critérios: verificar interesse em resolver a situação problema (não valia nota) e utilização de conceitos trabalhados nas SDs em situações problemas propostos durante o ano letivo e fora do contexto das atividades.

Com relação ao primeiro item, procurei nas etapas das SDs manter um diálogo constante com meus estudantes, incentivando perguntas e momentos tira-dúvidas durante a aplicação da Sequência Didática e às vezes até utilizando aplicativos como WhatsApp para orientações fora do período das aulas. Como critério para avaliar se o discente estava apenas copiando as respostas de colegas, validei as atividades daqueles que conseguiam descrever como obtiveram os resultados conseguidos durante as etapas propostas. Para tal finalidade utilizei a tabela da figura 58:

**Figura 58: Tabela de verificação das SDs**

<b>SD1 Nome do aluno</b>	<b>Cumpriu o que foi proposto na etapa 1 (Sim ou Não)</b>	<b>Cumpriu o que foi proposto na etapa 2 (Sim ou Não)</b>	<b>Cumpriu o que foi proposto na etapa 3 (Sim ou Não)</b>	<b>Cumpriu o que foi proposto na etapa 4 (Sim ou Não)</b>	<b>Validação da SD. (Sim ou Não)</b>

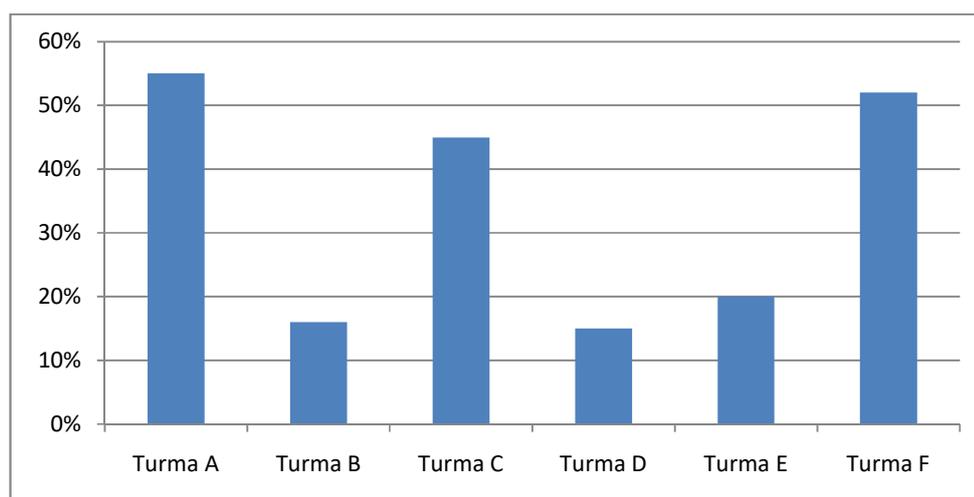
Fonte: Arquivo pessoal

Sendo assim, nas três turmas em que trabalhei com as SDs, 70% dos estudantes obtiveram participação ativa nas atividades, tirando dúvidas, discutindo resultados, se dedicando na construção e resolução dos experimentos solicitados pelo professor. Foi realmente interessante notar, nas etapas das SDs, que os estudantes queriam entender a matemática, que validava o conteúdo abordado e conseqüentemente o experimento trabalhado.

Mas, apesar de verificar que as SDs conseguiam envolver a maior parte da turma nas atividades solicitadas, eu precisava verificar se conceitos e subsunções da linguagem Matemática trabalhados nas aulas foram realmente assimilados de maneira significativa pelos estudantes. Para isso, em momentos oportunos, e fora do contexto das SDs, ou em avaliações de unidade, comparei o desempenho de turmas em que usei uma metodologia consonante a Aprendizagem Significativa Crítica e as orientações dos PCN, com turmas em que mantive o modelo de ensino tradicional. Na figura 59 preparei um gráfico comparativo entre as turmas na habilidade: Resolver problemas envolvendo grandezas diretamente proporcionais.

As turmas A, C e F trabalharam as SDs mencionadas acima, já as turmas B, D e E seguiram um modelo de ensino mecanicista. Vale a pena ressaltar que a escolha das turmas se deu através de sorteio.

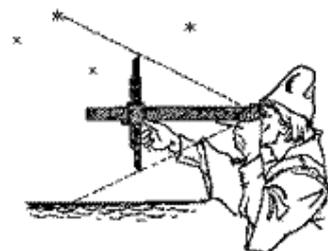
**Figura 59: Distribuição Percentual de acertos dos alunos do 2º Ano do Ensino Médio para a habilidade em resolver problemas que envolvam grandezas diretamente proporcionais.**



Fonte :Arquivo pessoal

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

---



*Alegações extraordinárias exigem evidências extraordinárias...*

*Carl Sagan*

Assumir a função de docência não é uma tarefa simples. Esta é, na verdade, uma questão que compreende uma abrangência muito maior em relação à preparação prática de nós professores. É preciso abrir mão de uma rotina estabelecida para construir novas práticas que incluam os novos estudantes do séc. XXI. Nós, professores, devemos também atuar na construção de ações que serão desenvolvidas no sentido de atender às necessidades levantadas a partir de pesquisas educacionais.

Assim, nesse contexto, nós educadores deveremos realizar um trabalho de construção de recursos e estratégias de ensino, incluindo também a produção de materiais pedagógicos. Acredito que a elaboração de Sequências Didáticas em que os conceitos de Física e Matemática são contextualizados na Astronomia, que valorizam as relações Físicas-Matemáticas como construção histórica da humanidade vão contribuir de forma positiva no ensino destas disciplinas e no planejamento de aulas com mais significado, ou seja, aulas em que os estudantes se sintam mais motivados e agente participativo do processo de ensino aprendizagem. A pesquisa realizada neste estudo é importante, pois utiliza como referência a teoria de Ausubel da Aprendizagem Significativa, capaz de oferecer estratégias que contribuem para a formação de um aluno autônomo e crítico.

Foi prazeroso observar o interesse dos alunos durante a aplicação das SDs, o que torna estas um importante facilitador para a compreensão de conceitos trabalhados nas aulas, pois aguça a curiosidade dos estudantes, levando ao engajamento destes no processo de construção do conhecimento, mesmo diante de uma estratégia que eles não estavam acostumados.

A possibilidade dos alunos exporem seus conhecimentos prévios a respeito dos conceitos Físicos e Matemáticos relevantes para o tema em questão, contribuindo para o processo de uma aprendizagem significativa crítica e a apresentação dos subsunçores e habilidades provenientes de sua experiência vivida no ambiente escolar e no seu cotidiano, se torna importante não apenas para facilitar novas aprendizagens, mas também para orientar o professor no caminho que deve seguir. Ficou perceptível nessa pesquisa que subsunçores e habilidades construídas durante os anos das séries iniciais e ensino fundamental podem ser trabalhados de maneira significativa, visando o refinamento e fortalecimentos dos mesmos na estrutura cognitiva do estudante. Ao propor estratégias diversas ou princípios facilitadores, Moreira mostra um possível caminho, que deixa os

estudantes como ativos nos processos de ensino e de aprendizagem, interagindo, discutindo e argumentando com autonomia, oportunizando uma negociação de significados que leva a um processo de assimilação ou modificação de subsunções. Processo esse percebido nas atividades escritas pelos estudantes, sendo possível a identificação da essência do novo conhecimento que construíram, sem memorização do conteúdo.

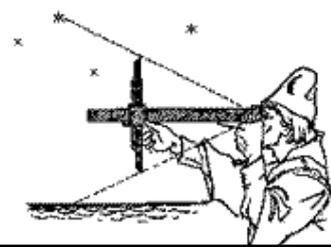
Sendo assim, a possibilidade deste fato só é imaginável pela presença de docentes preparados para promover a discussão e argumentação entre os alunos, pois a forma do trabalho em sala de aula tem que favorecer tal desenvolvimento. Ou seja, mudanças na formação dos docentes devem ser pensadas e mais pesquisas devem ser realizadas para preparar futuros professores com habilidades que contemplem a promoção de uma aprendizagem significativa crítica dos alunos. Diante destas constatações, a Teoria da Aprendizagem Significativa mostra-se eficiente para promover a aprendizagem dos discentes, desde que os professores estejam preparados para a mudança. Os materiais didáticos utilizados nessa pesquisa foram simples e baratos e não precisaram de laboratórios para serem utilizados, além de serem de fácil produção pelos estudantes, sendo viável em qualquer escola. É válido também destacar a utilização do telescópio refrator e/ou refletor nas atividades diurnas, trabalhando conceitos como: Luz, Razão, Unidades de Medida, Proporção, Regra de Três Simples e Ângulos. De maneira contextualizada, utilizando-se a história da Matemática e Astronomia com uma abordagem que vise a mobilização dos alunos na construção significativa de conceitos destas disciplinas.

O Mestrado em ensino de Astronomia, além de nos atribuir uma formação *Strictu Senso*, enriquece nossa formação profissional e nos concede a oportunidade de aprimorarmos nossa prática pedagógica, oferecendo-nos uma visão abrangente da Astronomia e novas ferramentas motivadoras para serem trabalhadas na sala de aula. Desta maneira, ofereço no Apêndice o meu produto, um material de apoio contextualizado na Astronomia, que fuja da perspectiva de ensino tradicional e sim atividades que promovam um ensino mais dinâmico, criativo, significativo, que se utilize dos conceitos de Matemática e Física como ferramentas para o domínio da linguagem científica, com atividades que gerem diálogo entre as partes dos processos de ensino e de aprendizagem, fugindo assim de um ensino autoritário e dogmático.

## 7 REFERÊNCIAS

---

---



*Um livro é a prova de que os homens são capazes de fazer magia...*

*Carl Sagan*

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

BAHIA, **Bahia, Brasil: espaço, ambiente e cultura**. São Paulo: Geodinâmica, 2014.

BASSOLI, F. **Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s)**: mitos, tendências e distorções. Ciênc. Educ., Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014

BOCZKO, R. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 1984.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 2000.

BRASIL, SEMTEC. **PCN's+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Curriculares Nacionais. Ciências da Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. PDE: Plano de Desenvolvimento da Educação: SAEB: ensino médio: **Matrizes de Referência**, tópicos e descritores. Brasília: MEC, SEB; INEP, 2008.

CANAL DA FÍSICA. **De onde vem a energia do Sol?** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=2fKd-mHjl48>>. Acesso em 27/03/2017.

DAMINELI, A; STEINER, J. **O Fascínio do universo**. São Paulo: Odysseus, 2010.

DARROZ, L. M. **Propiciando aprendizagem significativa para alunos do sexto ano do ensino fundamental**: um estudo sobre as fases da lua. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 13, p. 31-40, 2012

HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro, Ed. Objetiva, 2001.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 14, Nº 3, 2014.

LEAL, C. A; RÔÇAS, G. **Sequência didática** – brincando em sala de aula. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Programa de pós-graduação stricto sensu em ensino de ciências – PROPEC Mestrado profissional em ensino de ciências Campus Nilópolis – 2011. Disponível: [http://www.ifrj.edu.br/webfm\\_send/5416](http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/5416). Acesso: 23 de março de 2017

MOREIRA, M.A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física. Mato Grosso, 2012. Disponível: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso: 20 de abril de 2017.

\_\_\_\_\_. **“Aprendizagem Significativa Crítica”**. 2010. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf> >. Acesso em: 27/03/2017.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica.** 2005. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisaocritica.pdf>>. Acesso em: 14/07/2017.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa em ensino: Aspectos Metodológicos.** Porto Alegre. 2009

\_\_\_\_\_. **Linguagem e aprendizagem significativa.** Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil, 8 a 12 de setembro de 2003.

\_\_\_\_\_. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: E. P. U. 1999.

\_\_\_\_\_; CABALLERO, M.C. e RODRÍGUEZ, M.L. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente.** Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(3), pp. 25-46, 2011.

\_\_\_\_\_; MASINI, E. F. E. **Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2001.

MULLER, A. M.; SARAIVA, M. F. O.; FILHO, K. S. O. **O Sol: A Nossa Estrela.** Disponível em: <[http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n30\\_Muller/aula2/aula2c.pdf](http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n30_Muller/aula2/aula2c.pdf)>. Acesso em 17/06/2017.

NOGUEIRA, S. e CANALLE, J.B.G. **Astronomia: ensino fundamental e médio.** Ed. Brasília: Mec, 2009.

NOVAK, J. D. **Uma teoria da educação.** São Paulo: Pioneira, 1981.

OBA. Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. **Provas e Gabaritos.** Disponível em: <<http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=9&pag=conteudo&m=s>>. Acesso em: 27/06/2017.

\_\_\_\_\_, GOWIN, D B. **Aprender a Aprender.** Lisboa: PLÁTANO EDIÇÕES TÉCNICAS, 1995.

OLIVEIRA, M. P. P. **Física: Conceitos e contextos: pessoal, social, histórico: energia, calor, imagem e som.** V.2. São Paulo: FTD, 2013.

SÉRIE COSMOS. **Como Eratóstenes calculou a circunferência da Terra?** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=VWU1YoFZlZU>>. Acesso em 27/03/2017.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa e o ensino de ciências.** Ciências & Cognição 2008; Vol 13: 94-100.

TEODORO, V. D. Prefácio. In: AUSUBEL, David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva,** Lisboa: Plátano, 2003.

UHR, A. P. **O sistema solar - Um programa de astronomia para o ensino médio.** Porto Alegre : UFRGS, Instituto de Física, Programa da Pós-Graduação em Ensino de Física, 2007.

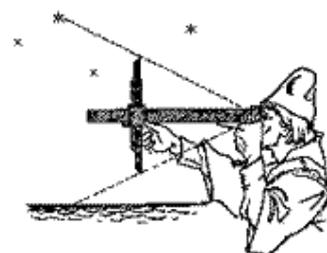
VERDET, J. P. **Uma história da Astronomia.** Rio de Janeiro: Ed. Zahar, 1991.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed. 2007.

## 8 APÊNDICE

---

---



*Em algum lugar, alguma coisa incrível está esperando para ser conhecida...*

*Carl Sagan*

## Sequências Didáticas:

### SD 01: Explorando o conceito de fusão e medindo objetos como Erastóstenes

- **Tema:** A energia que vem do Sol - A energia solar é gerada no núcleo do Sol. Lá, a temperatura (15.000.000 °C) e a pressão (340 bilhões de vezes a pressão atmosférica da Terra ao nível do mar) são tão intensas que ocorrem reações nucleares.
- **Problema:** Como calcular o raio da Terra?
- **Objetivos:**
  - ✓ Trabalhar as habilidades de Conversão de Unidades de Medida, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez dentro do conteúdo (linguagens da Matemática e Geometria),
  - ✓ Fazer relação com o Princípio de conservação da Energia (destacando o conceito de Fusão Nuclear)
- **Exemplos de PCN relacionados:**
  - ✓ Representação e comunicação (Física): Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico; Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
  - ✓ Astronomia - O Universo e sua Origem (PCN): Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo; Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.
  - ✓ **Conteúdos propostos:** Fusão Nuclear; Princípio de Conservação da Energia; Unidade de Medidas, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez.
- **Expectativas de Aprendizagem:**
  - ✓ Entender a energia e suas transformações;
  - ✓ Compreender o conceito de proporção, triângulos;
  - ✓ Compreender conversões entre unidades de medida.
- **Conteúdos propostos:**

- ✓ **Factuais:** O que se deve saber? Como é produzida a energia do Sol? Habilidades Matemáticas necessárias para os conteúdos abordados.
- ✓ **Conceituais:** O que se deve saber explicar? Qual é o princípio de conservação da energia?
- ✓ **Procedimentais:** O que se deve saber fazer? Calcular o raio da Terra.
- ✓ **Atitudinais:** Como se deve ser? Valorização da postura investigativa e científica na elaboração de hipóteses sobre Energia.

- **Recursos:**

- ✓ Experimento medindo o raio da Terra;
- ✓ Prancha “Luz Solar” e Livro didático.

- **Etapas:**

**1ª Etapa:** Exploração de conceito, Motivação e levantar hipóteses

- d) Solicitar que abram o livro do PCE nas páginas 10 e 11. Após a leitura em sala, os estudantes devem responder à seguinte pergunta: Como é produzida a energia do Sol?
- e) Analisar o problema proposto pelo seu livro didático: Texto: Massa também é energia. Oliveira (2013, p.12)
- f) Prancha, fundamentação histórica e Fusão; Trabalhar habilidades necessárias.

**2ª Etapa:** Investigação: texto sobre o Sol, Vídeos, Banners e Textos com matemática; Trabalhar habilidades necessárias.

- f) Trabalhar o princípio de Conservação da Energia e Fusão Nuclear.
- g) Solicitar que façam a leitura do texto (até página 3): Sol, que maravilha é essa que possibilita energia e luz necessárias para manutenção da vida?  
[http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n30\\_Muller/aula2/aula2c.pdf](http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n30_Muller/aula2/aula2c.pdf).
- h) Solicitar que façam leitura do capítulo 1 do livro didático. Oliveira (2013)
- i) Assistir vídeo sobre Fusão Nuclear durante a aula.  
<https://www.youtube.com/watch?v=2fKd-mHjl48>
- j) Analisar com os estudantes o Banner e Textos com dados matemáticos do Sol.

**3ª Etapa:** Experimento Eratóstenes (confecção e solução); Trabalhar habilidades necessárias.

- g) Solução de problema motivador. Como calcular o raio da Terra usando o Sol?
- h) Assistir vídeo sobre o problema da medida do raio da Terra e fazer leitura do Problema OBA (a medida do raio da Terra).  
<https://www.youtube.com/watch?v=VWU1YoFZlZU>,  
<http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=9&pag=conteudo&m=s>
- i) Planejar com os estudantes como poderia ser feito o experimento do cálculo da medida do raio da Terra.
- j) Material para ser utilizado;
- k) O experimento;
- l) Resultados esperados;
- m) Discussão e Conclusões.

**4ª Etapa:** Exposição, Apresentação, Avaliação; Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Relatório: Pedir aos estudantes que respondam individualmente a questão seguinte: Por que a energia que vem do Sol é tão importante para nós?
- b) Análise das respostas incorretas cometidas no experimento

**Observação:** Em todas as etapas são trabalhadas as habilidades matemáticas necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos abordados.

## SD 02: Simulando as Estações do Ano no Geogebra

- **Tema:** Calor e Estações do Ano - As razões para termos as estações do ano são duas: constância da inclinação e direção do eixo de rotação da Terra; e movimento de translação da Terra ao redor do Sol. O eixo de rotação da Terra é inclinado  $23^{\circ}27'$  em relação à perpendicular ao plano da órbita e, portanto, de seu complemento  $66^{\circ}33'$  em relação ao plano da órbita. De modo que não se pode dizer (como fazem alguns livros didáticos), que o referido eixo está inclinado de  $23^{\circ}27'$  em relação ao plano da órbita, pois, neste caso, ele estaria quase “deitado” sobre o plano da órbita, o que não é verdade.
- **Problema:** Simulando as Estações do Ano no Geogebra e Desenhando Elipses com excentricidade da órbita da Terra.
- **Objetivo:**
  - ✓ Trabalhar habilidades de Geometria;
- **Exemplos de PCN relacionados:**
  - ✓ Representação e comunicação (Física): Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico; Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
  - ✓ Astronomia-Terra e Sistema Solar (PCN)  
Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.);
- **Conteúdos propostos:** Estações do Ano, Geometria e Elipse
- **Expectativas de Aprendizagem:**
  - ✓ Entender o porquê existe as Estações do Ano;
  - ✓ Compreender o conceito de Elipse;
  - ✓ Compreender elementos da Geometria.
- **Conteúdos propostos:**
  - ✓ **Factuais:** O que se deve saber? Motivos geométricos que provocam o acontecimento das Estações do Ano. Habilidades Matemáticas e Geométricas necessárias para os conteúdos abordados.
  - ✓ **Conceituais:** O que se deve saber explicar? Por que acontecem as Estações do Ano?

- ✓ **Procedimentais:** O que se deve saber fazer? Desenhar órbita da Terra e Simular órbita no Geogebra.
- ✓ **Atitudinais:** Como se deve ser? Valorização da postura investigativa e científica na elaboração de hipóteses sobre o Sistema Solar.

- **Recursos:**

- ✓ Experimento: Simulando e construindo elipses.
- ✓ Prancha “Clima”.

- **Etapas:**

**1ª Etapa:** Exploração de conceito, Motivação e Levantamento de hipóteses

- d) Solicitar que abram o livro do PCE nas páginas 70 e 71.
- e) Após a leitura em sala, os estudantes devem responder à seguinte pergunta: Por que existem as estações do ano?
- f) Fazer relação com a geometria presente no seu livro didático, investigar o problema proposto pelo seu livro didático - destacando a importância da linguagem geométrica. Oliveira (2013, p. 24 e 25)

**2ª Etapa:** Investigação: texto sobre as Estações do Ano, Vídeos, Banners e Textos com matemática; - Trabalhar habilidades necessárias.

- f) Trabalhar o conceito de calor e escalas termométricas associado as Estações do Ano;
- g) Solicitar que façam a leitura do texto: Atividade 1-Estações do Ano-Astronomia : Nogueira (2009 p.140);
- h) Solicitar que façam leitura do capítulo 2 do livro didático; Oliveira (2013)
- i) Assistir vídeo sobre Estações do Ano durante a aula; <https://www.youtube.com/watch?v=Qejc-mAObgw>
- j) Analisar com os estudantes o Banner, Textos e Vídeos com erros conceituais (Matemática e Geometria).

**3ª Etapa:** Experimento no laboratório de informática (confecção e solução) - Trabalhar habilidades necessárias.

- n) Solução de problema motivador. Simular as Estações do Ano no Geogebra e construir elipse com excentricidade da órbita da Terra; Nogueira (2009, p.80)
- o) Planejar com os estudantes como poderia ser feito o experimento da construção da elipse;
- p) Material para ser utilizado;

- q) O experimento;
- r) Resultados esperados;
- s) Discussão e Conclusões.

**4ª Etapa:** Exposição, Apresentação e Avaliação. - Trabalhar habilidades necessárias.

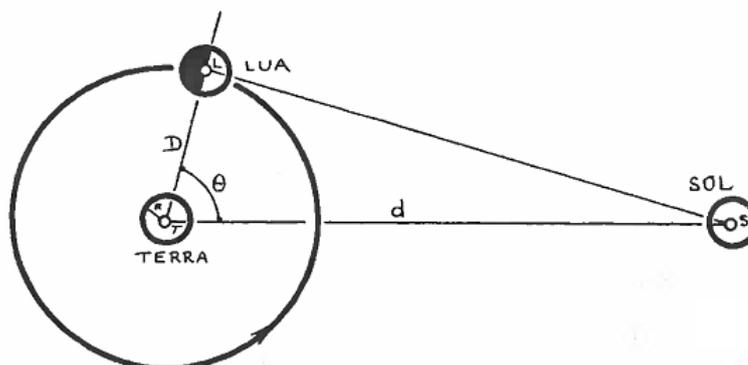
- c) Relatório: Pedir aos estudantes que respondam individualmente a questão seguinte: Você consegue perceber a relação entre as estações do ano, a geometria e as nossas aulas de Física? Explique essa relação, se existir;
- d) Pedir aos estudantes que respondam individualmente a questão seguinte: Por que a energia que vem do Sol é tão importante para nós?
- e) Análise das respostas incorretas cometidas no experimento.

**Observação:** Em todas as etapas são trabalhadas as habilidades matemáticas necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos abordados

### SD 03: Medindo o diâmetro do sol.

- **Tema:** Óptica e medidas astronômicas - Aristarco além de ter suposto o Sol como centro do sistema planetário, no século III a.C., também determinou a distância Terra – Sol em função da distância Terra – Lua.

Figura 30: Medida feita por Aristarco: Terra – Sol em função da distância Terra - Lua no sec. III a.C.



Fonte: R. Boczko(1994)

- **Problema:** Medindo o diâmetro do Sol
- **Objetivos:**
  - ✓ Trabalhar as habilidades de Conversão de Unidades de Medida, Geometria;
  - ✓ Compreender a regra de três simples, Potência de Dez dentro do conteúdo (linguagens da Matemática e Geometria), fazendo relação com a Óptica (destacando o princípio da propagação retilínea da luz).
- **Exemplos de PCN relacionados:**
  - ✓ Representação e comunicação (Física): Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si;
  - ✓ Astronomia - O Universo e sua Origem (PCN) - Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo;
  - ✓ Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

- **Conteúdos propostos:** Princípio da propagação retilínea da luz, Unidade de Medidas, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez.

- **Expectativas de Aprendizagem:**

- ✓ Entender os princípios de funcionamento de uma Câmera Escura;
- ✓ Compreender o conceito de proporção, triângulos;
- ✓ Compreender conversões entre unidades de medida.

- **Conteúdos propostos:**

- ✓ **Factuais:** O que se deve saber? Como a luz se propaga. Habilidades Matemáticas necessárias para os conteúdos abordados.
- ✓ **Conceituais:** O que se deve saber explicar? O funcionamento de uma Câmera Escura?
- ✓ **Procedimentais:** O que se deve saber fazer? Medir o diâmetro do Sol.
- ✓ **Atitudinais:** Como se deve ser? Valorização da postura investigativa e científica na elaboração de hipóteses sobre a luz.

- **Recursos:**

- ✓ Experimento: Experimento Medir o diâmetro do Sol (OBA);
- ✓ Prancha “Nós no espaço” e Livro didático.

- **Etapas:**

**1ª Etapa:** Exploração de conceito, Motivação, Levantamento de Hipóteses, Prancha, Fundamentação Histórica e Paralaxe - Trabalhar habilidades necessárias.

- c) Solicitar que abram o livro do PCE nas páginas 48 e 49. Após a leitura em sala, os estudantes devem responder à seguinte pergunta: Como foi possível medir a distância Terra – Sol no século III a.C.
- d) Investigar o problema proposto pelo seu livro didático: Texto: Câmera Escura. Oliveira (2013, p.184 e 185)

**2ª Etapa:** Investigação: texto sobre Paralaxe e fazer medidas no campo de futebol; - Trabalhar habilidades necessárias.

- e) Trabalhar o princípio de propagação retilínea da luz e do funcionamento da Câmera Escura;
- f) Solicitar que façam a leitura do texto: Paralaxe; Uhr (2007, pg. 29).
- g) Solicitar que façam leitura do capítulo 9 do livro didático; Oliveira (2013)
- h) Solicitar que façam medidas no campo de futebol usando o conceito de Paralaxe. Uhr (2007, p.32)

**3ª Etapa:** Experimento “Medindo o diâmetro do Sol” (confecção e solução) - Trabalhar habilidades necessárias. Solução de problema motivador.

- g) Como medir o diâmetro do Sol?
- h) Planejar com os estudantes como poderia ser feito o experimento do cálculo da medida. (Utilizar questão da OBA); <http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=9&pag=conteudo&m=s>
- i) Material para ser utilizado;
- j) O experimento;
- k) Resultados esperados;
- l) Discussão e Conclusões.

**4ª Etapa:** Exposição, Apresentação e Avaliação. - Trabalhar habilidades necessárias.

- a)Relatório: Pedir aos estudantes que relate sua experiência, passos da construção, dificuldades, o que achou da atividade.
- b)Análise das respostas incorretas cometidas no experimento

**Observação:** Em todas as etapas são trabalhadas as habilidades matemáticas necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos abordados.

#### SD 04: Conhecendo a resolução angular dos seus olhos.

- **Tema:** Formação de Imagens - Uma importante função do telescópio é permitir ver separado astros que a olho nu veríamos como sendo um só, porque estão muito distantes. Por exemplo, se você fizer dois pontinhos pretos numa folha de papel, separados 1 cm um do outro, poderá vê-los separados, se se afastar até, aproximadamente, 10 m. Contudo o telescópio espacial Hubble poderia vê-los separados mesmo que estivessem a 12 km! Chamamos de resolução angular ( $\varphi$ ) a menor separação angular que nosso olho, ou o telescópio, pode ver separados dois astros ou objetos.
- **Problema:** Conhecendo a resolução angular dos seus olhos.
- **Objetivos:**
  - ✓ Trabalhar as habilidades de Conversão de Unidades de Medida;
  - ✓ Compreender a Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez dentro do conteúdo (linguagens da Matemática e Geometria), fazendo relação com a Óptica (destacando o funcionamento do olho humano).
- **Exemplos de PCN relacionados:**
  - ✓ Representação e comunicação (Física): Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si;
  - ✓ Astronomia - O Universo e sua Origem (PCN);
  - ✓ Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo;
  - ✓ Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.
- **Conteúdos propostos:** Óptica Geométrica, Unidade de Medidas, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez.
- **Expectativas de Aprendizagem:**
  - ✓ Entender as características de um telescópio
  - ✓ Compreender o conceito de resolução angular, proporção;
  - ✓ O que é resolução angular? O que é resolução espacial? Segundo de arco? Radiano?
  - ✓ Compreender conversões entre unidades de medida.
- **Conteúdos propostos:**

- ✓ **Factuais:** O que se deve saber? Leitura de mapas (resolução espacial). Fotos por satélite ou avião? Qual a melhor resolução para cada mapa? Entendendo as escalas. Habilidades Matemáticas necessárias para os conteúdos abordados;
- ✓ **Conceituais:** O que se deve saber explicar? O funcionamento do olho humano. Características de um telescópio;
- ✓ **Procedimentais:** O que se deve saber fazer? Calcular a resolução angular do olho e entender as características de um telescópio;
- ✓ **Atitudinais:** Como se deve ser? Valorização da postura investigativa e científica na elaboração de hipóteses sobre equipamentos ópticos.

- **Recursos:**

- ✓ Experimento: Cálculo da resolução angular dos olhos (OBA).
- ✓ Prancha “Zoom” e Livro didático

- **Etapas:**

**1ª Etapa:** Exploração de conceito, Motivação, Levantamento de hipóteses, Prancha, Fundamentação histórica, Telescópios; - Trabalhar habilidades necessárias.

- c) Solicitar que abram o livro do PCE nas páginas 40 à 43. Após a leitura em sala, os estudantes devem responder à seguinte pergunta: O telescópio Hubble poderia tirar uma fotografia nossa da sua órbita atual?
- d) Investigar o problema proposto pelo livro didático através do texto Problemas de visão. Oliveira (2013, p. 231)

**2ª Etapa:** Investigação: texto sobre Telescópios e resolução angular; Trabalhar habilidades necessárias.

- d) Trabalhar conceitos de resolução angular, resolução espacial, segundo de arco, radiano;  
[http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob\\_arquivos/Prova%20nivel%204%20da%20XVII%20OBA%20DE%202014%20GABARITO.pdf](http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/Prova%20nivel%204%20da%20XVII%20OBA%20DE%202014%20GABARITO.pdf)
- e) Solicitar que façam a leitura do problema da OBA (questão 1);  
[http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob\\_arquivos/provas\\_gabaritos/2012/GABARITO%20Prova%20nivel%204%20da%20XV%20OBA%20DE%202012.pdf](http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/provas_gabaritos/2012/GABARITO%20Prova%20nivel%204%20da%20XV%20OBA%20DE%202012.pdf)
- f) Solicitar que façam leitura do capítulo nove do livro didático. Oliveira (2013)

**3ª Etapa:** Experimento “Medida da resolução angular dos olhos” (confecção e solução) - Trabalhar habilidades necessárias.

- g) Solução de problema motivador. Como medir a resolução angular do seu olho? [http://www.radford.edu/brockway/lab\\_angular-resolution.pdf](http://www.radford.edu/brockway/lab_angular-resolution.pdf)
- h) Planejar com os estudantes como poderia ser feito o experimento.
- i) Material para ser utilizado;
- j) O experimento;
- k) Resultados esperados;
- l) Discussão e Conclusões.

**4ª Etapa:** Exposição, Apresentação e Avaliação. - Trabalhar habilidades necessárias.

- a) Responder questionário solicitado
- b) Análise das respostas incorretas cometidas no experimento

**Observação:** Em todas as etapas são trabalhadas as habilidades matemáticas necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos abordados.

## Outras Sequências Didáticas com Orientações:

### SEQUÊNCIA DIDÁTICA 05:

**Tema:** Geometria, Matemática e Propagação Retilínea da Luz

**Problema:** Calculando o raio da Terra. Como?

**Sinopse e objetivos:** O objetivo da SD é trabalhar as habilidades de Conversão de Unidades de Medida, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez dentro do conteúdo (linguagens da Matemática e Geometria), fazendo relação com o Princípio de propagação retilínea da luz.

**Exemplos de PCN relacionados:** Representação e comunicação (Física): Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.

Astronomia - O Universo e sua Origem (PCN)

Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo; reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra;

**Conteúdos propostos:** Princípio da Propagação Retilínea da Luz, Unidade de Medidas, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez.

**Expectativas de Aprendizagem:** Entender como a Luz se propaga;

Compreender o conceito de Proporção, Triângulos;

Compreender conversões entre Unidades de Medida.

#### **Conteúdos propostos:**

**Factuais:** O que se deve saber? Habilidades Matemáticas necessárias para os conteúdos abordados.

**Conceituais:** O que se deve saber explicar? Como a luz se propaga?

**Procedimentais:** O que se deve saber fazer? Calcular o raio da Terra.

**Atitudinais:** Como se deve ser? Valorização da postura investigativa e científica na elaboração de hipóteses sobre Luz.

**Recursos:** Experimento medindo o raio da Terra;

**Etapas:** 1ª Etapa: Exploração de conceito/Motivação;

Fundamentação histórica (vídeo Eratóstenes); (Trabalhar habilidades necessárias)

2ª Etapa: Investigação: texto, OBAI, Vídeos, Banners e textos com matemática; (Trabalhar habilidades necessárias).

3ª Etapa: Experimento Eratóstenes (confecção e solução) (Trabalhar habilidades necessárias).

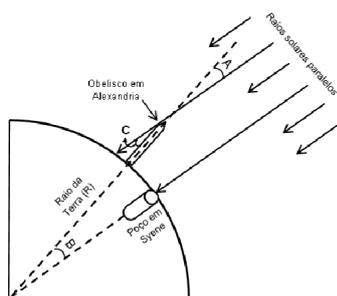
4ª Etapa: Exposição, Apresentação e Avaliação. (Trabalhar habilidades necessárias)

Observação: Em todas as etapas são trabalhadas as habilidades matemáticas necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos abordados.

### Como medir objetos cilíndricos ou esféricos como Eratóstenes?

Num círculo, de raio  $R$ , seu comprimento mede  $2\pi R$ , e temos 360 graus. Eratóstenes (cerca de 276 a.C. – 193 a.C.), sábio grego, nascido em Cirene e falecido em Alexandria, diretor da grande biblioteca desta cidade, no Egito, sabia disso. Ele também sabia que num certo dia, ao meio dia, em Syene, atual Assuã, uma cidade a 800 km de Alexandria, ao Sul do Egito, o Sol incidia diretamente no fundo de um poço e nenhum obelisco projetava sombra neste instante. Porém, no mesmo dia, em Alexandria, um obelisco projetava uma sombra! Tal fato só seria possível se a Terra fosse esférica, concluiu ele. Coincidentemente ambas as cidades estão próximas do mesmo meridiano. (use  $\pi \cong 3$ )

Figura 1: Demonstrando o experimento



Fonte: <http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=9&pag=conteudo&m=s>



Fonte: Arquivo pessoal

### 1ª Etapa: Explorando o conceito (Motivação)

Solicitar aos estudantes que confeccione o kit abaixo:

**Figura 2: Demonstrando a medida do ângulo**



Fonte: Arquivo pessoal

**Materiais:** Uma folha de papel cartão, duas varetas haste pega balão, um transferidor, cola quente e um pedaço de barbante ou linha. O espaçamento entre as varetas (Gnômom) pode ser qualquer valor, na foto utilizei 20 cm.

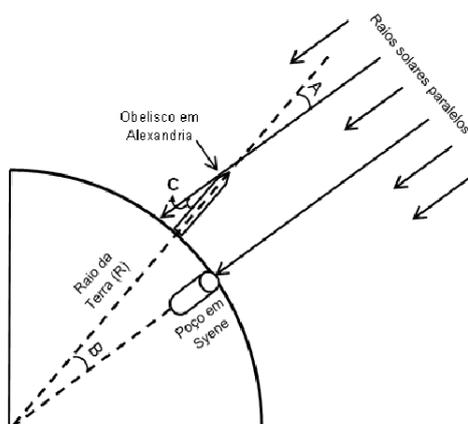
- Solicitar aos estudantes que assistam ao vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=2fKd-mHjI48>.
- Fazer o experimento da curvatura da Terra (o vídeo ensina);
- Explorar conceitos de Geometria: Retas Paralelas, Perpendicular, Ângulos, Ângulos alternos internos.

### 2ª Etapa: Investigação do conceito

Responder ao problema da OBA:

Eratóstenes mediu o ângulo C, indicado na figura, e encontrou o valor de  $7^\circ$  (sete graus). Com isso ele determinou o raio da Terra (R). Determine o valor encontrado por Eratóstenes para o raio da Terra, em km. Dica: você só precisa de uma regra de três.

**Figura 3: Efetuando cálculos**



Resposta: Depois de perceber que os ângulos A, B, C são idênticos, era só fazer a “regra de três”:  
Em  $360^\circ$  temos  $2\pi R$  e em  $7^\circ$  temos 800 km, ou na forma de comparações de frações:

$$\frac{360^\circ}{7^\circ} = \frac{2\pi R}{800 \text{ km}}, \text{ logo, } 2\pi R = \frac{360^\circ \times 800 \text{ km}}{7^\circ}$$

$$\text{ou } R = \frac{360^\circ \times 800 \text{ km}}{2\pi 7^\circ} = \frac{360 \times 800}{2 \times 3 \times 7} = \frac{60 \times 800}{7} = 6.857 \text{ km}$$

### 3ª Etapa: Experimento

Utilizando o kit, meça como Eratóstenes fez: objetos cilíndricos ou esféricos.  
Exemplos: Tampa de panela, frutas, pneu de carro, pneu de bicicleta, tronco etc.

**Figura 4: Buscando medidas**



Fonte: Arquivo pessoal

Apoiando o kit no objeto escolhido, procure zerar umas das sombras do Gnômom, com o outro Gnômom e um pedaço de barbante forme um triângulo com o final da sombra.

Com a ajuda de um transferidor meça o ângulo formado entre o Gnômom e o barbante. Pronto, agora é só montar a sua regra de três simples. Lembre-se que a distância entre os Gnômoms e o tamanho do mesmo é você que escolhe. Cuidado para o Gnômom não ficar muito grande, pois, a sombra dele vai ultrapassar o papel cartão.

#### **4ª Etapa: Avaliação**

- a. Verifique se os estudantes sabem utilizar o transferidor;
- b. Verifique se os estudantes tiveram problemas com o tamanho do Gnômom.
- c. Abra uma discussão sobre os erros cometidos no experimento.
- d. Converse com os estudantes sobre a importância das linguagens da matemática e geometria para a solução do experimento.

#### **Sugestões de textos e vídeos:**

<https://www.youtube.com/watch?v=VWU1YoFZlZU> (Vídeo que conta como Eratóstenes mediu o raio da Terra e mostrou sua curvatura)

[http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob\\_arquivos/provas\\_gabaritos/2013/GABARITO\\_Prova\\_nivel\\_4\\_da\\_XVI\\_OBA\\_DE\\_2013.pdf](http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/provas_gabaritos/2013/GABARITO_Prova_nivel_4_da_XVI_OBA_DE_2013.pdf) (Prova da OBA que coloca o experimento “Medindo o raio da Terra” como sugestão de atividade)

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA 06:**

**Tema:** Óptica e Medidas Astronômicas

**Problema:** Medindo o tamanho da quadra de minha escola.

**Sinopse e objetivos:** O objetivo da SD é trabalhar as habilidades de Conversão de Unidades de Medida, Geometria, Regra de Três Simples, Potência de Dez dentro do conteúdo (linguagens da Matemática e Geometria), fazendo relação com a Óptica (destacando o conceito de Paralaxe)

**Exemplos de PCN relacionados:** Representação e comunicação (Física): Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.

Astronomia - O Universo e sua Origem (PCN)

Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo; reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra;

**Conteúdos propostos:** Paralaxe, Unidade de Medidas, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez, Razões Trigonométricas.

**Expectativas de Aprendizagem:** Entender os Princípios da Paralaxe;

Compreender o conceito de Proporção, Triângulos, Ângulos Alternos Internos, Ângulos Opostos pelo Vértice.

Compreender conversões entre unidades de medida.

**Conteúdos propostos:** Factuais: O que se deve saber? O que é Paralaxe. Habilidades Matemáticas necessárias para os conteúdos abordados.

Conceituais: O que se deve saber explicar? Como se mede distâncias inalcançáveis?

Procedimentais: O que se deve saber fazer? Medir o tamanho da quadra com um teodolito horizontal.

Atitudinais: Como se deve ser? Valorização da postura investigativa e científica na elaboração de hipóteses sobre distâncias no universo

**Recursos:** Experimento para medir o tamanho da quadra.

**Etapas:** 1ª Etapa: Exploração de conceito e Motivação;

Prancha, fundamentação histórica e Paralaxe; (Trabalhar habilidades necessárias)

2ª Etapa: Investigação: texto sobre Paralaxe e fazendo medidas no campo de futebol; (Trabalhar habilidades necessárias)

3ª Etapa: Experimento “Medir o tamanho do campo de futebol” (confeção e solução) (Trabalhar habilidades necessárias)

4ª Etapa: Exposição, apresentação, trabalhar erros e Avaliação. (Trabalhar habilidades necessárias)

Observação: Em todas as etapas são trabalhadas as habilidades matemáticas necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos abordados.

### 1ª Etapa – Explorando o conceito/Motivação

Solicitar aos estudantes que confeccione o kit abaixo:

**Figura 5: Teodolito caseiro feito de pvc**



**Fonte: Arquivo pessoal**

**Materiais:** Uma vara de cano 20 mm, uma garrafa PET, um transferidor, 3 braçadeiras, cordão, um parafuso com porca borboleta, uma régua e um apontador laser.

Solicitar aos estudantes que assistam ao vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=HQNkJs2DUxY> e confeccione o tripé para o experimento.

Explorar conceitos de Geometria: Retas Paralelas, Perpendicular, Ângulos, Ângulos Alternos Internos.

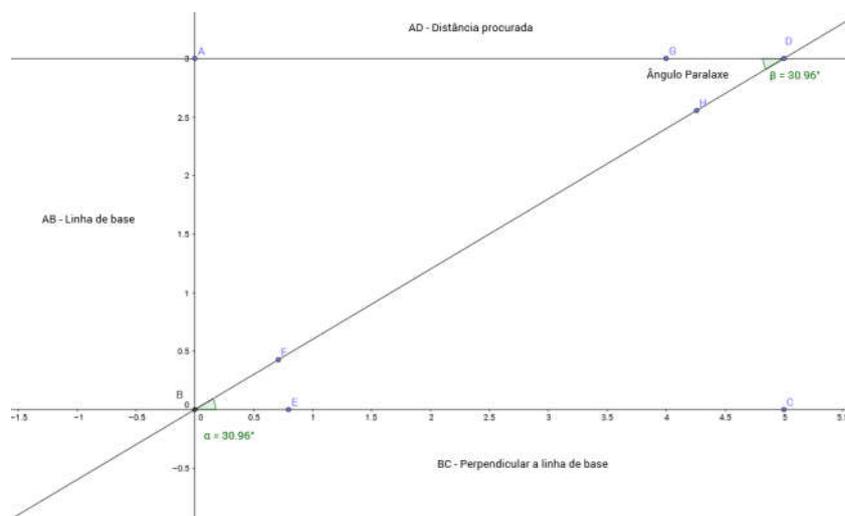
## **2ª Etapa: Investigação do conceito**

### **O que é a Paralaxe?**

A palavra Paralaxe vem do Grego e significa *alteração*. De forma simples, Paralaxe é a alteração aparente na posição de um objeto contra um fundo devido ao movimento do observador. Como essa alteração depende da distância do observador, a Paralaxe é usada para medir distâncias de objetos longínquos. O método mais comum para se medir distâncias grandes, a pontos inacessíveis, é a triangulação. Para determinar a distância de um corpo distante, faz-se a observação dele, de dois pontos diferentes.

Quando observamos o corpo de dois pontos diferentes, ocorre um deslocamento aparente na direção do objeto observado devido à mudança de posição do observador. Observemos o esquema abaixo que explica o processo de triangulação para determinar distâncias de objetos, sem ir até eles. Querendo medir a distância de um objeto D (a Lua, por exemplo), observa-se o objeto à partir de uma posição A, depois observa-se o objeto à partir de uma posição B, então medimos o ângulo entre o objeto D e a perpendicular à linha de base AB. Como EBF e GDH são ângulos alternos internos os dois ângulos são iguais e é também a medida do ângulo paralaxe. A distância entre os pontos de onde as medidas são feitas é chamada de Linha de Base (AB).

**Figura 6: Esquema de Paralaxe feito no Geogebra**



Fonte: Arquivo pessoal

### 3ª Etapa: Experimento

Alinhe duas pessoas como mostrado na figura 1. A pessoa que medirá a Paralaxe será chamada de observador, sendo sua posição inicial representada pela letra A. As outras duas pessoas ficarão nas posições C e D. Chamaremos à direção que une A com B de linha de base AB. A distância inicial entre o observador e a posição D será chamada de AD. O objetivo prático desta experiência é justamente determinar esta distância através da Paralaxe. Por uma questão prática não permita que AD seja maior do que 30 m.

Verifique o alinhamento entre as pessoas através do Teodolito horizontal que você confeccionou. Para medirmos a paralaxe em relação a linha de base AB devemos, antes de mais nada, fazer uma observação de uma outra direção. Para este propósito, o observador deverá andar na direção perpendicular à direção AB por cerca de 3 m, conforme mostrado na figura 1. Essa distância percorrida estabelece a linha de base do observador, AB, para a medida de Paralaxe.

Anote na tabela abaixo o valor desta distância. Chamaremos de B esta nova posição do observador. A partir de B, o observador deve alinhar o laser a uma direção paralela a direção AD. Lembre-se que esta direção é perpendicular à direção

da linha de base. Uma boa dica é marcar com giz tanto a linha de base como um segmento de reta que indique a direção paralela à direção AD (figura 1).

Este novo alinhamento é chave para o sucesso da experiência, e por isso deve ser feito com muito cuidado. Agora tudo o que é preciso fazer é a medida do ângulo  $\beta$  (figura 1), que chamaremos de Paralaxe. Este ângulo  $\beta$  é igual ao ângulo  $\alpha$ , pois são alternos internos. Peça para o observador medir o ângulo  $\alpha$  com o Teodolito, girando o laser do ponto D ao ponto C, e fazendo a leitura.

Anote seus valores na tabela abaixo. Note, pela figura 1, que os segmentos de reta que unem os pontos A, B e D formam um triângulo retângulo. Por definição, a tangente de um ângulo é dada pela razão entre o cateto oposto e o cateto adjacente. Portanto,  $\text{tg}\beta = \frac{AB}{AD}$ . Tome a tangente do ângulo utilizando uma calculadora e anote os valores na tabela abaixo. Lembre-se de verificar se as unidades de ângulo de sua calculadora estão de acordo com a utilizada nas medidas. Feito isso, pode-se estimar a distância entre A e D utilizando-se a expressão acima. Anote os valores e com uma fita métrica (ou trena) meça a distância AD e anote na tabela.

**Figura 7: Experimentando o Teodolito caseiro**



Fonte: Arquivo pessoal

### **Coleta de dados para cálculo da Paralaxe**

Medida da linha de base (L) =

Tabela:

$\alpha =$	$Tg(\alpha) =$	dAD=	dAD(trena)=	Erro=
------------	----------------	------	-------------	-------

#### 4ª Avaliação

- Verifique se os estudantes sabem utilizar o Teodolito;
- Verifique se os estudantes tiveram problemas com a medida do ângulo.
- Abra uma discussão sobre os erros cometidos no experimento.
- Converse com os estudantes sobre a importância das linguagens da Matemática e Geometria para a solução do experimento.

#### Sugestões de textos e vídeos:

<https://www.youtube.com/watch?v=HQNkJs2DUxY> (Vídeo que ensina como construir um tripé caseiro)

<https://www.youtube.com/watch?v=wQRPrxDFwMQ> (Vídeo que aborda o tema Paralaxe)

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA 07:**

**Tema:** Óptica e Medidas Astronômicas

**Problema:** Medindo o diâmetro do Sol.

**Sinopse e objetivos:** O objetivo da SD é trabalhar as habilidades de Conversão de Unidades de Medida, Geometria, Regra de três simples, Potência de Dez dentro do conteúdo (linguagens da Matemática e Geometria), fazendo relação com a Óptica (destacando o princípio da propagação retilínea da luz)

**Exemplos de PCNs relacionados:** Representação e comunicação (Física): Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.

Astronomia - O Universo e sua Origem (PCN)

Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo; reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra;

**Conteúdos propostos:** Princípio da Propagação Retilínea da Luz, Unidade de Medidas, Geometria, Regra de Três Simples, Potência de Dez.

**Expectativas de Aprendizagem:** Entender os princípios de funcionamento de uma Câmera Escura;

Compreender o conceito de Proporção, Triângulos;

Compreender conversões entre unidades de medida.

**Conteúdos propostos:** Factuais: O que se deve saber? Como a Luz se propaga. Habilidades Matemáticas necessárias para os conteúdos abordados.

Conceituais: O que se deve saber explicar? O funcionamento de uma Câmera Escura.

Procedimentais: O que se deve saber fazer? Medir o diâmetro do Sol.

Atitudinais: Como se deve ser? Valorização da postura investigativa e científica na elaboração de hipóteses sobre a luz.

**Recursos:** Experimento medindo o diâmetro do Sol (OBA);

**Etapas:** 1ª Etapa: Exploração de conceito/Motivação;

Fundamentação histórica e Paralaxe; (Trabalhar habilidades necessárias)

2ª Etapa: Investigação: texto sobre Paralaxe e exercícios com notação científica; (Trabalhar habilidades necessárias)

3ª Etapa: Experimento “Medindo o diâmetro do Sol” (confeção e solução) (Trabalhar habilidades necessárias)

4ª Etapa: Exposição, Apresentação, trabalhar erros e Avaliação. (Trabalhar habilidades necessárias)

Observação: Em todas as etapas são trabalhadas as habilidades matemáticas necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos abordados.

### **1ª Etapa – Explorando o conceito/Motivação**

Solicitar aos estudantes que confeccionem o kit abaixo:

**Figura 8: Câmera escura para medir o diâmetro do Sol**



**Fonte: Arquivo pessoal**

**Materiais:** Um cano de esgoto de 100 mm de diâmetro, 2 elásticos de dinheiro, um pedaço de papel vegetal, um pedaço de papel alumínio, um compasso, um rolo de fita isolante (para forrar o tubo por dentro) e uma agulha.

### **2ª Etapa: Investigação do conceito**

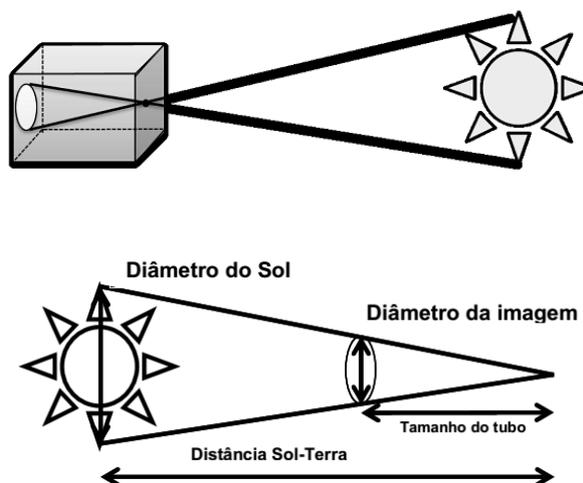
Trabalhar o conceito de notação científica (Potência de Dez). Procurar na internet ou outros materiais exemplos de números grandes e pequenos. Procurar na internet informações do nosso sistema solar.

### 3ª Etapa: Experimento

Neste experimento vamos mostrar como você mesmo pode fazer para medir o diâmetro ( $D$ ) do Sol, conhecendo-se sua distância até a Terra. A primeira figura mostra, esquematicamente, o experimento. Faça um tubo com cartolina preta ou utilize um cano de esgoto de 100 mm de diâmetro, com cerca de 10 ou 15 cm de diâmetro e o mais longo possível, com um ou dois metros. Em um lado tape com papel alumínio, e bem no centro dele faça um minúsculo furo com a ponta de uma fina agulha. Tape o outro lado do tubo com uma folha de papel milimetrado.

Na primeira figura o tubo está representado por uma caixa. Não importa. Pode ser tubo, caixa ou paralelepípedo. Como ângulos opostos pelo vértice são iguais, você pode redesenhar os dois raios de luz conforme o esquema ao abaixo e usar simples semelhança de triângulos para calcular o diâmetro do Sol.

Figura 9: Esquema de funcionamento da câmera escura



Fonte: <http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=9&pag=conteudo&m=s>

Explorar conceitos de Geometria: Retas Paralelas, Perpendicular, Ângulos, Ângulos alternos internos.

#### **4ª Etapa: Avaliação**

- a. Verifique se os estudantes sabem utilizar o aparato astronômico;
- b. Verifique se os estudantes tiveram problemas com a projeção do Sol e a medida do seu diâmetro no papel vegetal.
- c. Abra uma discussão sobre os erros cometidos no experimento.
- d. Converse com os estudantes sobre a importância das linguagens da Matemática e Geometria para a solução do experimento.

#### **Sugestões de textos e vídeos:**

[http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob\\_arquivos/Prova%20nivel%204%20da%20XVII%20OBA%20DE%202014%20GABARITO.pdf](http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/Prova%20nivel%204%20da%20XVII%20OBA%20DE%202014%20GABARITO.pdf) (Prova da OBA que coloca o experimento “Medindo o diâmetro do Sol” como sugestão de atividade)

<https://www.youtube.com/watch?v=mqjWQYX6hxs> (Vídeo com conceitos básicos de Óptica Geométrica e funcionamento de uma Câmera Escura)

<https://www.youtube.com/watch?v=9JBs4T-sd6E> (Vídeo que mostra a construção e funcionamento de uma Câmera Escura)