



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO:
UM MINI-PLANETÁRIO COMO RECURSO
INSTRUCIONAL PARA A COMPREENSÃO DA
DINÂMICA CELESTE**

Demetrius dos Santos Leão

Brasília - DF

2012



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO:

UM MINI-PLANETÁRIO COMO RECURSO INSTRUCIONAL PARA A COMPREENSÃO DA DINÂMICA CELESTE

Demetrius dos Santos Leão

Dissertação realizada sob orientação do Prof.^o Dr.^o Cássio Costa Laranjeiras e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília - DF

2012

FOLHA DE APROVAÇÃO

Demetrius dos Santos Leão

ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO: UM MINI-PLANETÁRIO COMO RECURSO INSTRUCIONAL PARA A COMPREENSÃO DA DINÂMICA CELESTE

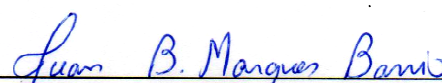
Dissertação apresentada à Banca Examinadora como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração: Ensino de Física, no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 29 de outubro de 2012.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Cássio Costa Laranjeiras
(Presidente)



Prof. Dr. Juan Bernardino Marques Barrio
(Membro externo não vinculado ao Programa – UFG/GO)



Prof. Dr. Paulo Eduardo de Brito

*"Ora (dizeis) ouvir estrelas! Certo
Perdeste o senso!" E eu vos direi, no entanto,
Que, para ouvi-las, muita vez desperto
E abro as janelas, pálido de espanto...*

*E conversamos toda a noite, enquanto
A Via Láctea, como um pálido aberto,
Cintila. E, ao vir do sol, saudosos e em pranto,
Inda as procuro pelo céu deserto.*

*Dizeis agora: "Tresloucado amigo!
Que conversas com elas? Que sentido
Tem o que dizem, quando estão contigo?"*

*E eu vos direi: "Amai para entendê-las!
Pois só quem ama pode ter ouvido
Capaz de ouvir e de entender estrelas."*

Olavo Bilac

Dedico esse trabalho à pessoa que trouxe luz à escuridão da minha vida, me oferecendo seu amor, atenção e companheirismo, Chel. À minha família, sobretudo meus pais (Benelina e Antônio) e meus padrinhos (Irineu e Celeste), pelo apoio e orações.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma maneira para a concretização desse sonho.

À minha amiga, Michele de Ferreira de Freitas Coelho, em especial, pelo coleguismo e preciosíssimo apoio durante todo nosso percurso nesse programa de Mestrado, sempre me auxiliando com destreza e simpatia.

Aos meus amigos Diones Charles, Talita Cunha, Lays Sousa e Priscilla Nayara, pela assistência durante a execução desse projeto na escola.

À minha coordenadora Cláudia Mialichi e à minha orientadora educacional Denise Sá, pela amizade, aprendizados e por confiarem e facilitarem o trabalho que eu executo.

Ao Prof^o. Dr. Cássio Costa Laranjeiras, por colaborar com a viabilização da execução desse projeto. E também pela orientação e amizade já antiga, deste a época da minha graduação.

Ao Prof^o. Dr. Paulo Eduardo de Brito – sem dúvidas o maior incentivador no começo da minha trajetória acadêmica – pela amizade e aprendizado adquiridos e cujo carisma e didática próprios me inspiram até hoje.

Ao Prof^o. Dr. Juan Bernardino Marques Barrio, pelas sugestões que contribuíram para a melhoria desse trabalho.

Ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade de Brasília (UnB) e aos seus professores, por contribuírem e se preocuparem com o meu aprendizado.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados da utilização de um material didático chamado mini-planetário (MP) para ensino de uma diversidade de conhecimentos relacionados ao movimento aparente das estrelas. Utilizando como bases a pedagogia dialógica de Paulo Freire, a epistemologia de Gaston Bachelard e os pressupostos cognitivos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, foi desenvolvida uma intervenção, na disciplina de Física, junto a um grupo de estudantes do Primeiro Ano do Ensino Médio de uma escola da rede particular do Distrito Federal, na qual esses estudantes tiveram aulas de Astronomia em que foi realizada a montagem e utilização desse recurso instrucional para uma sessão de planetário no interior de uma pequena tenda escurecida. Os resultados do Teste Posterior e da Avaliação da Metodologia, submetidos a uma análise de conteúdo, indicaram que esses alunos apresentaram um enriquecimento conceitual em Astronomia, além deles demonstrarem expressiva empolgação com o projeto, no qual foi mencionado a interatividade das aulas e a sessão de planetário como os fatores que mais agradaram nessa proposta.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia, movimento celeste, recurso instrucional, planetários, educação dialógica, epistemologia de Gaston Bachelard, Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This paper presents the results of the use of a courseware called mini-planetarium (MP) for teaching a variety of skills related to the apparent movement of the stars. Using as bases dialogical pedagogy of Paulo Freire, the epistemology of Gaston Bachelard and assumptions Cognitive Theory of Meaningful Learning of David Ausubel, an intervention was developed in the discipline of physics, with a group of students of the First Year of High School a private school in the Federal District, in which these students had classes of Astronomy, which underwent assembly and use of instructional resources for a planetarium show inside a small tent darkened. Test Results and Subsequent Evaluation Methodology, submitted to a content analysis showed that these students presented a conceptual enrichment in Astronomy, beyond them demonstrate significant excitement about the project, which was mentioned in the interactive lessons and planetarium show as the factors that most pleased that proposal.

Key-words: Teaching of Astronomy, celestial motion, instructional resources, planetary, dialogical education, epistemology of Gaston Bachelard, Meaningful Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenho de um livro didático analisado por Paula e Oliveira (2002), citado por Langhi e Nardi (2007), o qual fornece um entendimento equivocado da localização do Ponto Cardeal Sul.....	35
Figura 2: O Pólo Celeste Sul não é indicado e a distância da constelação ao horizonte é apresentada fora de escala, sem se fazer referência a este fato (AMARAL e QUINTANILHA 2011).....	35
Figura 3: O prolongamento do eixo maior da constelação do Cruzeiro do Sul, mostrado pela figura, para localização do Pólo Celeste Sul é de cinco medidas iguais, mas valor a ser considerado é de 4,5 vezes (AMARAL e QUINTANILHA 2011).....	36
Figura 4: Prolongando-se o eixo maior da constelação do Cruzeiro do Sul 4,5 vezes, acha-se o Pólo Celeste Sul. Traçando-se uma perpendicular com o horizonte, encontra-se o Ponto Cardeal Sul.....	36
Figura 5: Movimento aparente das estrelas para observadores em diferentes partes da superfície da Terra.....	37
Figura 6: Diagrama HR.....	40
Figura 7: Simplicidade e ludicidade para o Ensino de Astronomia.....	53
Figura 8: Figuras para confecção do mini-planetário, em escala reduzida.....	53
Figura 9: Etapas iniciais da montagem do mini-planetário.....	54
Figura 10: A inclinação do corpo principal do mini-planetário corresponde à latitude do local que se deseja reproduzir o céu.....	54
Figura 11: uma animação mostrou o movimento de rotação da Terra.....	66
Figura 12: Trajetória aparente das estrelas para um observador nos pólos terrestres.....	67
Figura 13: Trajetória aparente das estrelas para um observador na Linha do Equador.....	67
Figura 14: Trajetória aparente das estrelas para um observador no Hemisfério Sul.....	68
Figura 15: Colocando na horizontal o plano de visualização de cada observador, fica mais fácil imaginar a trajetória aparente das estrelas para cada um deles.....	69
Figura 16: mini-planetário, em fase de montagem.....	71
Figura 17: papel celofane vermelho e azul colado nos furos de algumas estrelas, de acordo com sua Classe Espectral.....	72
Figura 18: Proporção de tamanho entre algumas estrelas. Nessa escala, o Sol tem dimensão de apenas um pixel.....	73

Figura 19: O ângulo de inclinação – θ – equivale à latitude do local que se deseja obter a visualização do céu.....	74
Figura 20: Procedimento para localização dos Pontos Cardeais.....	78
Figura 21: Perspectiva da constelação do Cruzeiro do Sul.....	80
Figura 22: As constelações zodiacais, como a de Escorpião, percorrem uma trajetória parecida com a do Sol.....	81
Figura 23: Expectativa dos alunos ao entrar na tenda para a sessão de planetário.....	83
Figura 24: Alunos acompanhando uma sessão de planetário.....	84

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1: Pressupostos freireanos importantes para o contexto desta dissertação. A tentativa de promoção do diálogo entre pesquisador-educandos, em torno das temáticas expostas, será umas das nossas preocupações metodológicas.....	45
Esquema 2: Pressupostos bachelardianos importantes para o contexto desta dissertação. A tentativa superação dos obstáculos epistemológicos dos estudantes, com o mini-planetário, e a construção do conhecimento como forma de resposta a questionamentos são importantes para a formação do espírito científico.....	47
Esquema 3: Processo de assimilação de um novo conhecimento na visão ausubeliana.....	50
Esquema 4: Pressupostos ausubelianos importantes para o contexto desta dissertação. No conhecimento prévio dos estudantes, as novas ideias apresentadas serão ancoradas.....	51
Esquema 5: Diagrama representando as conexões das ideias centrais do Referencial Teórico, para o contexto desta pesquisa.....	52
Esquema 6: Relações (diferenciações e reconciliações) entre os conceitos abordados com as aulas utilizando o mini-planetário.....	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAPEC	Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
AEB	Agência Espacial Brasileira
CBEF	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FnE	Física na Escola
FUP	Faculdade UnB de Planaltina
HR	Hertzsprung-Russell
IENCI	Investigação em Ensino de Ciências
IF/UnB	Instituto de Física da Universidade de Brasília
INAC's	Indicadores de Novas Aquisições de Conhecimento
MDI	Material Didático Instrucional
MP	Mini-planetário
PCN+EM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
ProUni	Programa Universidade Para Todos
RBEF	Revista Brasileira de Ensino de Física
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
RELEA	Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
UCB	Universidade Católica de Brasília
UnB	Universidade de Brasília

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Materiais didáticos apresentados no periódico Caderno Brasileiro de Ensino de Física.....	23
TABELA 2: Materiais didáticos apresentados no periódico Revista Brasileira de Ensino de Física.....	24
TABELA 3: Materiais didáticos apresentados no periódico Física na Escola.....	25
TABELA 4: Materiais didáticos apresentados nos periódicos Revista Brasileira de Pesquisa em Educação, Ciência e Educação, Revista Eletrônica Enseñanza de las Ciencias, Ensaio, e Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia (RELEA).....	26
TABELA 5: Uma visão geral da produção de materiais didáticos no período de 2001-2011, a qual apresenta o somatório dos escores das Tabelas 1, 2, 3 e 4.....	27
TABELA 6: Algumas respostas dadas à Questão 1 do Teste Prévio.....	89
TABELA 7: Algumas respostas dadas à Questão 2 do Teste Prévio.....	90
TABELA 8: Algumas respostas dadas à Questão 3 do Teste Prévio.....	91
TABELA 9: Algumas respostas dadas à Questão 4 do Teste Prévio.....	92
TABELA 10: Algumas respostas dadas à Questão 5 do Teste Prévio.....	93
TABELA 11: Algumas respostas dadas à Questão 1 do Teste Posterior.....	101
TABELA 12: Algumas respostas dadas à Questão 3 do Teste Posterior.....	103
TABELA 13: Algumas respostas dadas à Questão 4 do Teste Posterior.....	105
TABELA 14: Algumas respostas dadas à Questão 5 do Teste Posterior.....	106
TABELA 15: Algumas respostas dadas à Questão 6 do Teste Posterior.....	108
TABELA 16: Algumas respostas dadas à Questão 7 do Teste Posterior.....	110
TABELA 17: Algumas respostas dadas à Questão 8 do Teste Posterior.....	111

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Algumas respostas dadas à Questão 1 da Avaliação da Metodologia.....	113
QUADRO 2: Algumas respostas dadas à Questão 3 da Avaliação da Metodologia.....	115
QUADRO 3: Algumas respostas dadas à Questão 5 da Avaliação da Metodologia.....	116
QUADRO 4: Algumas respostas dadas à Questão 6 da Avaliação da Metodologia.....	117

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Respostas dadas à Questão 1 do Teste Prévio.....	89
Gráfico 2: Respostas dadas à Questão 2 do Teste Prévio.....	90
Gráfico 3: Respostas dadas à Questão 3 do Teste Prévio.....	91
Gráfico 4: Respostas dadas à Questão 4 do Teste Prévio.....	92
Gráfico 5: Respostas dadas à Questão 5 do Teste Prévio.....	93
Gráfico 6: Respostas dadas à Questão 1 do Teste Posterior.....	101
Gráfico 7: Respostas dadas à Questão 2 do Teste Posterior.....	103
Gráfico 8: Respostas dadas à Questão 3 do Teste Posterior.....	103
Gráfico 9: Respostas dadas à Questão 4 do Teste Posterior.....	104
Gráfico 10: Respostas dadas à Questão 5 do Teste Posterior.....	106
Gráfico 11: Respostas dadas à Questão 6 do Teste Posterior.....	108
Gráfico 12: Respostas dadas à Questão 7 do Teste Posterior.....	109
Gráfico 13: Respostas dadas à Questão 8 do Teste Posterior.....	111

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
I.1 Origens, experiências, oportunidades e motivações.....	15
I.2 Dúvidas, novos desafios e a busca pelo problema de pesquisa.....	17
I.3 Justificativas para o Ensino de Astronomia.....	19
CAPÍTULO 1. REVISÃO DE ESTUDOS ANTERIORES	22
1.1 Material Didático Instrucional: Um panorama geral na área de Física.....	22
1.2 As últimas produções de materiais didáticos em Astronomia.....	28
1.3 Concepções alternativas, concepções científicas mudança e evolução conceitual.....	31
1.4 Algumas concepções alternativas em Astronomia.....	33
CAPÍTULO 2. REFERENCIAL TEÓRICO	42
2.1 Paulo Freire e a dialogicidade.....	42
2.2 Gaston Bachelard, os obstáculos epistemológicos e o espírito científico.....	45
2.3 David Ausubel e a Teoria da Aprendizagem Significativa.....	48
2.4 Considerações sobre o Referencial Teórico.....	51
CAPÍTULO 3. DE ESTRELAS E GALÁXIAS: DESVENDANDO O UNIVERSO EM UM MINI-PLANETÁRIO	53
3.1 Ensino de Astronomia.....	55
3.2 Popularização da Astronomia.....	55
3.3 Abordagem de tópicos de Física.....	56
3.4 Sugestão de Atividade – Sessão de Planetário com o mini-planetário.....	56
CAPÍTULO 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	59
4.1 Uma pesquisa de natureza qualitativa.....	59
4.2 Perfil dos alunos e influência nas escolhas metodológicas.....	60
4.3 Organização da Metodologia.....	60
4.4 Aplicação do Teste Prévio e de uma Enquete.....	61
4.5 Aula introdutória sobre Astronomia – um bate papo sobre as origens da necessidade de olhar o céu, as estrelas e o seu movimento aparente.....	62
4.6 Montagem do Mini-planetário.....	70
4.7 Aprendendo a usar o Mini-planetário.....	75

4.8 Sessão de Planetário.....	83
4.9 Aplicação do Teste Posterior e Avaliação da Metodologia.....	86
CAPÍTULO 5. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO.....	87
5.1 Conhecendo um pouco melhor os estudantes.....	88
5.2 Análise das respostas obtidas no Teste Prévio.....	88
5.3 Análise da intervenção desenvolvida.....	95
5.3.1 As aulas de Astronomia com o mini-planetário sob uma perspectiva dialógica.....	95
5.3.2 A construção do conhecimento científico como resposta a questionamentos e os obstáculos epistemológicos enfrentados.....	96
5.3.3 A Teoria da Aprendizagem Significativa como elemento direcionador das aulas.....	98
5.3.4 Considerações sobre o desenvolvimento das aulas.....	99
5.4 Análise das respostas obtidas no Teste Posterior.....	100
5.5 Avaliação da Metodologia pelos alunos.....	112
CAPÍTULO 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
APÊNDICE A – Enquete.....	130
APÊNDICE B – Teste Prévio.....	131
APÊNDICE C – Teste Posterior.....	132
APÊNDICE D – Avaliação da Metodologia.....	135
APÊNDICE E – PROPOSTA DE AÇÃO PROFISSIONAL.....	136

INTRODUÇÃO

“Observe as estrelas, e aprenda com elas”.

ALBERT EINSTEIN

I.1 Origens, experiências, oportunidades e motivações

Sempre me interessei por ciências. Lembro-me do agradável ano de 1999, quando as manhãs de sábado eram para mim muito enriquecedoras ao assistir na TV o programa *Globo Ciência* (até hoje no ar), da Rede Globo, apresentando, na época, uma fictícia equipe de jornalismo escrevendo matérias sobre ciência com a ajuda sempre constante do físico Marcelo Gleiser – a quem eu ouvia com curiosidade e atenção. Na escola, meu gosto gratuito pelas ciências em geral e pela Física, em especial as ciências espaciais, só crescia e alguns professores que conheci foram cruciais para moldar minha trajetória acadêmica e profissional.

A decisão que tomei aos 14 anos em fazer Física foi concretizada em 2006, quando consegui uma bolsa integral de estudos na Universidade Católica de Brasília (UCB) concedida pelo Programa Universidade Para Todos (ProUni), decorrente do meu desempenho no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). O fato de ter cursado toda minha educação básica (Ensino Fundamental e Médio) em escolas públicas da periferia de Brasília deu um sabor todo especial a esta primeira grande conquista, aos 19 anos.

Nos quatro anos de universidade, tive a oportunidade de conviver com colegas e professores que partilhavam dos mesmos interesses que eu: o entusiasmo pela Astronomia. Durante a IX Semana Universitária da UCB, em 2007, ao tentar montar uma atividade sobre o tema, eu e mais alguns amigos decidimos “fazer um planetário”. A ideia era interessante, mas tínhamos poucos recursos, pouco tempo e ideias pouco viáveis.

Uma visita nossa à Agência Espacial Brasileira (AEB) nos foi bastante produtiva. Lá fomos apresentados à AEB Escola¹ e tivemos a oportunidade de conhecer um material didático simples e diferente: uma caixinha de papel, que servia como projetor de planetário. Ela consistia numa caixa na qual as estrelas das constelações desenhadas estavam furadas. Uma microlâmpada colocada em sua parte interna permitia que as estrelas fossem projetadas no interior de um ambiente totalmente escuro. Este material nos foi cedido e, durante a referida Semana Universitária, realizamos uma grande oficina com este material. O evento foi bem recebido pelo público e pelos professores do curso, mas algumas carências daquele material me incomodavam. Em uma conversa com o prof.º Dr. Paulo Eduardo de Brito (na época professor da UCB, hoje pertencente à Faculdade UnB de Planaltina/FUP), me foi sugerido que fosse adiante e realizasse as melhorias que julgava necessárias. Daí surgiu a ideia de transformar essa tarefa no meu trabalho de final de curso, sob a orientação do próprio prof.º Dr. Paulo Brito.

O estado de empolgação em que me encontrava fez com que eu imaginasse um novo material didático, baseado na caixinha, com todos os elementos que eu podia inserir e melhorar: idealizei um pequeno projetor de planetário, preciso o suficiente para mostrar o céu noturno em qualquer dia e hora do ano, de qualquer lugar do planeta – característica que o material anterior não tinha. Com uma inspiração quase que artística, fui à prática. Tinha um longo e duro trabalho pela frente – fazer os desenhos das constelações dentro do modelo que idealizei. Cheguei até a me matricular em um curso de Photoshop² para aprender os seus comandos básicos para a manipulação de imagens. A saída do prof.º Dr. Paulo de Brito da UCB não me desanimou e foi então que saí à procura de um novo orientador, até mesmo fora da UCB. Foi aí que me deparei com o prof.º Dr. Cássio Costa Laranjeiras (IF/UnB) e o seu Planetário Itinerante (do qual me tornei mediador por quase um ano). Até então eu não o conhecia, mas expus meu projeto e ele gentilmente aceitou o convite para que fosse meu orientador.

Entre 2007 e 2009 trabalhei intensamente neste projeto. Ao novo material que produzi dei o nome de **Mini-Planetário** (MP) e, depois de um exaustivo

¹ A AEB Escola é um programa da Agência Espacial Brasileira (AEB), autarquia vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), cujo objetivo é divulgar o programa espacial brasileiro e sua necessidade para o país, como também despertar a criatividade e o gosto pela ciência entre os alunos do ensino fundamental e médio.

² O Photoshop é um avançado software para manipulação de imagens.

período de elaboração do material, cheguei aos tão esperados desenhos do novo modelo de “projektor de planetário”, com os quais, agora, qualquer pessoa pode facilmente produzir um planetário portátil com menos de R\$ 10,00. De posse deste objeto, tive ainda a oportunidade de levá-lo a uma escola pública de Ensino Médio com o intuito de refletir sobre a potencialidade didático-pedagógica do material e a receptividade dos alunos ao mesmo. Com o trabalho *“Um Mini-planetário como Alternativa de Popularização e Aprendizagem de tópicos de Astronomia”* (LEÃO, 2009), concluí minha graduação com uma ótima sensação de dever cumprido.

I.2 Dúvidas, novos desafios e a busca pelo problema de pesquisa

Um ano após o término da minha graduação, ingressei neste programa de mestrado com o intuito de aperfeiçoar meu trabalho com o Ensino de Astronomia envolvendo o MP. Quanto ao material didático em si, eu, como seu criador, o considero como o meu maior feito, dado a complexidade técnica envolvida na sua elaboração e a minha satisfação em obter um produto simples e capaz de ser tão preciso e que, agora, qualquer pessoa pode montá-lo.

Este trabalho desenvolvido durante a minha graduação rendeu um artigo, intitulado *“Utilização de um mini-planetário de baixo custo: a arte das projeções celestes para popularização da Astronomia no Ensino Médio”* (LEÃO, 2011), que foi apresentado no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), realizado em Manaus-AM, em janeiro de 2011. Enquanto eu expunha oralmente alguns resultados alcançados com o MP em uma escola pública aqui de Brasília, um exemplar do MP circulava na sala em que estávamos. O público o admirava com muita curiosidade e aquilo me deixava muito feliz. Por outro lado, o artigo que eu apresentava, relatava, em sua maior parte, as impressões dos alunos em relação a utilização do MP (que, para minha satisfação, todas as opiniões eram positivas) e, por este motivo, o trabalho possuía um caráter predominantemente *descritivo*. Nessa ocasião, um comentário de uma importante professora da área de Ensino de Física perdurou por muito tempo em meu pensamento: “Bom, pelo visto, os alunos gostam do material, mas como você vai garantir que os alunos aprendam?”.

Com a interação e troca de experiências com aquele público, somado a algumas inquietações minhas, começamos a dar forma ao problema da presente

investigação. De concreto, tínhamos um material didático inédito em mãos. Pela experiência com o uso dele em algumas escolas que passei, os alunos sugeriam que o caráter lúdico e interativo eram os aspectos mais relevantes da proposta. Supus, então, que um primeiro passo havia sido dado: os estudantes demonstraram gosto pelo material. Mas, e agora? Quais seriam os desafios seguintes? Seguramente, as pesquisas envolvendo o MP não estavam encerradas.

Ao longo deste tempo de existência do MP, diversos questionamentos emergiram:

- É possível usar este MP como recurso para se desenvolver o processo de ensino-aprendizagem na área de Astronomia e de Física? E quais conceitos destas áreas abordar?
- Como viabilizar que um aprendizado efetivo de determinados temas nas áreas de Astronomia e Física ocorra com o emprego do MP?
- Como conduzir uma atividade usando o MP?

Como tais questionamentos se revelam muito amplos ou mesmo irrespondíveis, buscou-se um recorte do tema que procurasse permear razoavelmente estas perguntas e possibilitasse investigação (é claro que para o pesquisador em questão é sempre difícil se elaborar esta síntese, pois acaba se deixando de lado muitos aspectos que mereciam maior aprofundamento). Logo, o **problema de pesquisa** que se coloca nesta dissertação é: *Um conjunto de aulas de Astronomia, que contemple a montagem e utilização do mini-planetário para uma sessão de planetário, em que este sirva como o elemento mediador central de interações dialógicas, é capaz de promover um entendimento significativo da dinâmica celeste?*

Portanto, o estudo proposto será conduzido com um grupo de alunos do Primeiro Ano do Ensino Médio da rede particular de ensino do Distrito Federal e, por meio de uma abordagem metodológica essencialmente qualitativa, a **hipótese** que será verificada é: *a montagem do mini-planetário, a compreensão do seu funcionamento e a sua utilização em sessões didáticas, associadas à aulas sobre Astronomia, são capazes de promover uma aprendizagem dialógica e significativa do movimento aparente do céu*

Como **objetivo** da proposta, o que se busca é *propiciar aos alunos uma experiência para a compreensão do movimento celeste e melhorar o nível conceitual deles em relação à Astronomia.*

Para tal investigação, delineada de modo geral nos parágrafos anteriores, tomam-se como apoio teórico as ideias de três pensadores. Como suporte pedagógico, utilizam-se as ideias de uma prática docente dialógico-libertadora, tal qual defende Paulo Freire (FREIRE, 2011 e 2011a). Como pressuposto epistemológico, aproveitam-se as noções de obstáculo epistemológico e da formação de um espírito científico, de Gaston Bachelard (BACHELARD, 1996) e, por fim, como alicerce cognitivo, a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel (MOREIRA, 2011; MASINI e MOREIRA, 2008), completa a lista de pressupostos que serão empregados.

I.3 Justificativas para o Ensino de Astronomia

Qual o ser humano que nunca perdeu alguns minutos de sua vida fazendo-se os grandes questionamentos da humanidade, tais como “De onde viemos?” “Por que estamos aqui?” ou “Para onde vamos?”. Embora a resposta para tais perguntas sejam uma preocupação das ciências espaciais, quando nos referimos à Astronomia – ciência dos astros (MOURÃO, 2002) – e ao seu surgimento, percebe-se que o entendimento do movimento dos astros foi muito mais do que uma necessidade de tentar responder as grandes dúvidas existenciais humanas (como, de certa forma, faz hoje a Cosmologia), foi, sim, questão de sobrevivência. Compreender como se dava a modificação aparente do céu, assimilando suas constâncias, foi fundamental para o estabelecimento da espécie humana, pois, este, agora, detinha noção da contagem do tempo e das melhores épocas para o plantio e para colheita, melhorando suas técnicas de agricultura (OLIVEIRA, 1997).

Profissionalmente, hoje, o trabalho dos astrônomos continua sendo importantíssimo, sobretudo para a divulgação científica e o controle de satélites, mas para as pessoas em “comuns”, o estudo dos astros muitas vezes é visto com algo motivador para a compreensão das ciências, curioso, envolvente, desafiador. Para efeito de ensino, a astronomia é uma área do conhecimento que abre diversas

possibilidades pedagógicas e seu estudo se faz altamente necessário devido à relevância dos temas que ela trata. Nas palavras de Oliveira (1997),

A Astronomia, por sua universalidade e por seu caráter inerentemente interdisciplinar, é de fundamental importância para uma formação minimamente aceitável do indivíduo e cidadão do mundo atual – intrínseca e profundamente dependente da ciência e das tecnologias. (OLIVEIRA, 1997)

A compreensão dos princípios da Astronomia para a formação do cidadão do mundo atual, tal qual comenta Oliveira (1997), está em acordo com as ideias da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional para o Ensino Médio, que, com força de lei, estabelece que os alunos do ensino médio devam ter “domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna” (LDB, 1996).

Dentro do discurso bastante entusiástico de Rodolpho Caniato (s/d), faço minhas as suas palavras:

Nenhum assunto pode ser tão rico e fértil de oportunidades para despertar o "apetite" de conhecimentos quanto à Astronomia. Dificilmente outro assunto poderia reunir tantos "ingredientes" educacionais quanto à ciência da deusa Urânia. Parece muito provável que o céu estrelado, suas constâncias e suas variações tenham estado entre os primeiros mistérios a desafiar a imaginação e a inteligência do primeiro homo sapiens. (CANIATO, s/d, p. 80)

Contudo, mesmo com falas como essas, os estudos astronômicos nas salas de aula brasileiras encontram-se em segundo plano (LEÃO, 2009, 2011, 2011a). Provavelmente, tal fator pode estar ligado a falhas na formação docente, tanto no sentido dessa formação ser limitada ou inexistente. Ainda tratando da importância da Astronomia na sala de aula, é relevante ressaltar que os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+EM – (BRASIL, 2002), recomendam que os alunos devam:

- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.).
- Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites. (BRASIL, 2002, p. 79)

Portanto, percebe-se que a inserção da Astronomia na educação básica é algo mais do que necessário, bem como a criação e desenvolvimento de estratégias que a contemple.

Nas próximas seções apresenta-se o desenvolver desta pesquisa. No **Capítulo 1**, com o intuito de lançar um olhar geral sobre as últimas produções de materiais didáticos nas áreas de Física e Astronomia, recorreu-se à consulta de nove periódicos da área de Ensino de Ciências e apresenta-se as últimas produções de materiais didáticos na área de Astronomia. Ainda nesse capítulo, é tratado sobre algumas temáticas em ensino como concepções alternativas, mudança e evolução conceitual, bem como determinadas concepções astronômicas prévias.

No **Capítulo 2**, é abordado aspectos relevantes sobre o Referencial Teórico (Paulo Freire, Gaston Bachelard e David Ausubel) para o contexto desta investigação, é tratada as relações entre os conceitos-chave destes teóricos. O **Capítulo 3** é reservado para descrever a proposição educacional desta dissertação.

Os procedimentos metodológicos deste trabalho estão relatados ao longo do **Capítulo 4** e os resultados obtidos com sua aplicação são analisados e discutidos no **Capítulo 5**. Nas **Considerações Finais**, algumas reflexões são deixadas em relação aos resultados alcançados. Como Apêndices, estão disponibilizados os instrumentos de coleta de dados, alguns slides destinados às aulas introdutórias sobre Astronomia, as figuras e um manual de montagem do MP.

CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE ESTUDOS ANTERIORES

1.1 Material Didático Instrucional: Um panorama geral na área de Física

Investigando um pouco mais a fundo o conceito de material didático, é possível revesti-lo de fundamentação teórica. Para Bandeira (2012), “O material didático pode ser definido amplamente como produtos pedagógicos utilizados na educação e, especificamente, como o material instrucional que se elabora com finalidade didática” (BANDEIRA, 2012, p. 14). Semelhantemente, na ideia de Rangel (2005), “Qualquer instrumento que utilizemos para fins de ensino/aprendizagem é um material didático” (RANGEL, 2005, p. 25). Embora sejam definições amplas, ambas atendem aos objetivos deste trabalho.

Neste sentido, para a revisão de estudos anteriores aqui apresentada, procurou-se fazer uma reflexão sobre a produção de Materiais Didáticos Instrucionais (MDI's) nas áreas de Física e Astronomia nos últimos anos. Para tal, foram selecionados nove periódicos, sendo sete de âmbito nacional e, dois, internacional, abrangendo um período de dez anos (2001 a 2011). Os periódicos escolhidos foram:

- Caderno Brasileiro de Ensino de Física – CBEF;
- Ciência & Educação;
- ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências;
- Revista Brasileira de Ensino de Física – RBEF;
- Investigações em Ensino de Ciências – IENCI;
- Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – RBPEC (ABRAPEC);
- Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias;
- Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia – RELEA;
- Física na Escola – FnE.

Buscou-se, nessas publicações, inicialmente, propostas de Materiais Didáticos Instrucionais (MDI's), de um modo geral. Duzentos e trinta e três materiais

foram encontrados. Após a reunião dos textos, foi possível uma classificação das propostas em dois grupos:

Por tema – no qual as áreas contempladas são:

- Cinemática;
- Dinâmica;
- Fluidos;
- Astronomia;
- Oscilações e Ondas;
- Física Térmica;
- Ótica;
- Eletromagnetismo;
- Física Moderna.

Por tipo – no qual os materiais encontrados puderam ser enquadrados em³:

- Simulações, Softwares e Ambientes Virtuais;
- Vídeos;
- Imagens, Ilustrações e Fotos;
- Experimentos;
- Instrumentos;
- Representações e Modelos;
- Jogos.

Somente no periódico Caderno Brasileiro de Ensino de Física foram encontradas 78 proposições, que permitiram a construção da Tabela 1:

TABELA 1: Materiais didáticos apresentados no periódico Caderno Brasileiro de Ensino de Física

	Cinemática	Dinâmica	Fluidos	Astronomia	Oscilações e Ondas	Física Térmica	Ótica	Eletromagnetismo	Física Moderna	TOTAL
Simulações, Softwares e Ambientes Virtuais	-	2	-	2	1	-	1	1	2	9

³ As categorias seguintes foram propostas após os artigos terem sido consultados

	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Vídeos										
Imagens, Ilustrações e Fotos	1	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Experimentos	3	5	3	-	4	8	9	16	3	51
Instrumentos	-	1	-	3	1	2	9	5	-	21
Representações e Modelos	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2
Jogos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL	4	8	3	6	7	10	19	23	5	

A Tabela 1 apresenta o tipo de material proposto nos trabalhos e a área que ele abrange. Os números das células correspondem à quantidade de propostas encontradas. Determinados materiais contemplavam, às vezes, mais de uma área e, por isso, em tal situação, o material didático apareceu mais de uma vez na tabela. Nota-se, neste periódico, que existe uma tendência para a proposição de experimentos, principalmente na área de Eletromagnetismo.

No periódico Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), 77 artigos foram levantados e análise semelhante à anteriormente descrita foi realizada, conforme apresenta a Tabela 2:

TABELA 2: Materiais didáticos apresentados no periódico Revista Brasileira de Ensino de Física.

	Cinemática	Dinâmica	Fluidos	Astronomia	Oscilações e Ondas	Física Térmica	Ótica	Eletromagnetismo	Física Moderna	TOTAL
Simulações, Softwares e Ambientes Virtuais	4	3	3	1	3	-	3	5	5	27
Vídeos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Imagens, Ilustrações e Fotos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Experimentos	2	5	3	1	7	4	7	9	2	40
	3	1	1	2	1	-	3	1	2	14

Instrumentos										
Representações e Modelos	-	-	-	1	-	-	1	-	-	2
Jogos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	9	9	7	5	11	4	14	15	9	
TOTAL										

Na Tabela 2 pode se notar a mesma tendência apontada no periódico anterior – existe uma preferência, nas publicações, para a proposição de materiais didáticos no tema Eletromagnetismo.

Outro periódico com grande número de propostas (65 trabalhos) foi o Física na Escola (FnE). Fazendo-se a mesma análise de ocorrências de materiais didáticos, nos diversos temas da Física, obteve-se a próxima Tabela 3:

TABELA 3: Materiais didáticos apresentados no periódico Física na Escola.

	Cinemática	Dinâmica	Fluidos	Astronomia	Oscilações e Ondas	Física Térmica	Ótica	Eletromagnetismo	Física Moderna	TOTAL
Simulações, Softwares e Ambientes Virtuais	-	-	-	-	1	-	-	-	4	5
Vídeos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Imagens, Ilustrações e Fotos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Experimentos	3	10	9	-	6	3	8	11	3	53
Instrumentos	-	1	-	3	3	-	1	-	3	11
Representações e Modelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Jogos	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2
TOTAL	4	11	9	4	10	3	9	11	10	

A Tabela 3 contribui para corroborar o que as outras revistas consultadas evidenciam: uma tendência das publicações em oferecer sugestões de materiais didáticos no tema Eletromagnetismo.

Os periódicos Revista Brasileira de Pesquisa em Educação, Ciência e Educação, Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias, Ensaio e Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia (RELEA), também trazem contribuições de Materiais Didáticos Instrucionais, contudo, como as propostas encontradas nestas revistas totalizavam um número pequeno – apenas 13 –, elas foram reunidas na Tabela 4, com a mesma finalidade das Tabelas 1, 2, e 3:

TABELA 4: Materiais didáticos apresentados nos periódicos Revista Brasileira de Pesquisa em Educação, Ciência e Educação, Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias, Ensaio, e Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia (RELEA).

	Cinemática	Dinâmica	Fluidos	Astronomia	Oscilações e Ondas	Física Térmica	Ótica	Eletromagnetismo	Física Moderna	TOTAL
Simulações, Softwares e Ambientes Virtuais	-	2	-	2	1	-	-	2	1	8
Vídeos	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Imagens, Ilustrações e Fotos	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Experimentos	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Instrumentos	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Representações e Modelos	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Jogos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL	0	2	1	5	1	0	1	2	1	

As tendências das contribuições apresentadas nessas revistas, ao que se percebe, estão diferentes das apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3. A única propensão apontada pela Tabela 4 é o maior número de proposições de recursos computacionais no ensino frente aos outros tipos de materiais. O fato de se ter consultado uma revista especificamente na área de Astronomia, ajudou a aumentar

o número de materiais didáticos nesta área, na qual, nota-se, as propostas estão mais diversificadas.

O periódico Revista Eletrônica Investigação em Ensino de Ciências (IENCI) não trouxe nenhuma proposta que se encaixasse nesta revisão de estudos anteriores.

Por fim, somando-se os resultados das Tabelas 1, 2, 3 e 4, tem-se uma visão mais completa das produções de materiais didáticos nas áreas de Física e Astronomia nos últimos anos, tomando-se por base os nove periódicos consultados (Tabela 5):

TABELA 5: Uma visão geral da produção de materiais didáticos no período de 2001-2011, a qual apresenta o somatório dos escores das Tabelas 1, 2, 3 e 4.

	Cinemática	Dinâmica	Fluidos	Astronomia	Oscilações e Ondas	Física Térmica	Ótica	Eletromagnetismo	Física Moderna	TOTAL
Simulações, Softwares e Ambientes Virtuais	4	7	3	5	6	-	4	8	12	49
Vídeos	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
Imagens, Ilustrações e Fotos	1	-	-	1	-	-	-	1	-	3
Experimentos	8	20	16	1	17	15	24	36	8	145
Instrumentos	3	3	1	9	5	2	13	6	5	47
Representações e Modelos	-	-	-	3	1	-	1	-	-	5
Jogos	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2
TOTAL	17	30	20	20	29	17	43	51	25	

Os números apresentados reforçam a tendência geral das publicações da última década em apresentar propostas de atividades experimentais, sobretudo nas áreas de Eletromagnetismo e Ótica. A grande quantidade de experimentos – 145 no total – não chega a surpreender, dado o forte caráter experimental que acompanha a Física. Em um estudo que trata sobre os diferentes enfoques e finalidades das atividades experimentais, Araújo e Abib (2003) reforçam que “o uso

de atividades experimentais como estratégia de Ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente.” (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.176).

Entre os temas menos contemplados por alguma proposta de material didático está a Astronomia, na qual foram encontradas apenas 20 propostas⁴. Possivelmente pelo fato deste tema ainda ocupar posição secundária no cenário escolar (LEÃO, 2009, 2011), ou mesmo inexistente nas salas de aula brasileiras, é pequena a produção de atividades neste assunto. “O que fica” deste breve olhar sobre a produção de materiais didáticos é o apelo pela a necessidade de se criar recursos para atender temáticas pouco privilegiadas.

1.2 As últimas produções de materiais didáticos em Astronomia

Embora a revisão da produção de material didáticos aqui feita não tenha guiado a escolha da proposição apresentada neste trabalho, o MP pode contribuir para contemplar uma área carente de produção, sobretudo de propostas inovadoras. A seguir, é apresentada uma síntese das propostas de materiais didáticos encontrados na área de Astronomia, registradas na Tabela 5.

A confecção de lunetas astronômicas foi a proposta mais comum de material didático encontrada nos artigos. Canalle (2004) sugere a construção de uma luneta astronômica com materiais de baixo custo com cano e lente de óculos e, no ano seguinte, sugere a simplificação do mesmo instrumento, propondo, neste último artigo um tripé feito com garrafa pet (CANALLE, 2005). Bernardes, Iachel e Scalvi (2008) também discutem sobre a construção manual de telescópios para a abordagem de temas em óptica, tanto no Ensino Fundamental, Médio ou Superior. Nesse trabalho, os autores concluem que, com a utilização de telescópios, os alunos se sentem motivados a contemplar o céu e compreender muitos fenômenos celestes. Em outro trabalho, Bernardes *et al* (2006) tratam da a abordagem de conceitos de óptica por meio da construção de telescópios. Novamente a sugestão da construção de lunetas é retomada em uma proposta de motivação para o Ensino

⁴ O artigo em que o pesquisador apresenta o mini-planetário (LEÃO, 2011) não é contado nesta tabela.

de Astronomia voltada para a formação continuada de professores (Iachet *et al*, 2009).

Silva (2009) apresentou um material didático hipermídia sobre movimentos e fenômenos astronômicos presentes no cotidiano. A autora considera que professores e alunos têm dificuldade na compreensão de tais fenômenos e que o material por ela apresentado é uma alternativa para auxiliar na superação de tais dificuldades.

Um modelo para identificar o movimento aparente do Sol e estimar o intervalo de tempo em que ele fica no horizonte é proposto por Silva e Giovannini (2010). O modelo consiste em um cilindro transparente, no qual aparecem as trajetórias do movimento aparente do Sol, em diferentes locais da superfície terrestre.

Longhini e Menezes (2010) propõem seis atividades de ensino planejadas a partir do uso do *software Stellarium* (versão 0.10.1), apresentadas na forma de situação-problema, abordando os movimentos e as posições do Sol, da Lua e das estrelas, assim como a localização geográfica. Também este mesmo *software*, aliado com a observação do céu, é usado em turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA) em um trabalho de Bernardes (2010).

Um experimento de transformação de coordenadas é descrito por Silva, Ribas e Freitas (2008), no qual alunos de Graduação ou Ensino Médio podem aplicar conceitos de Física e Matemática para a resolução de problemas decorrentes da construção de uma maquete tridimensional da constelação do Cruzeiro do Sul.

O processo de desenvolvimento de um *kit* contendo mapas celestes, uma esfera celeste e constelações tridimensionais, todos com aplicações em alto relevo, é descrito em um trabalho de Dominici *et al* (2008) para o público deficiente visual.

Barroso e Borgo (2010) apresentam o processo de desenvolvimento e produção de um vídeo utilizando o *software* livre *Celestia* para se fazer uma “viagem” pelo Sistema Solar.

Um estudo de caso realizado por Compiani (2010) apresenta a utilização de narrativas e desenhos no Ensino de Astronomia e geociências e, com isso, o autor afirma que os alunos desenvolveram “conceitos visuais”.

Um material didático de baixo custo é proposto por Saraiva *et al* (2007) para a demonstração do conceito de fases de um corpo iluminado. O material tem objetivo de facilitar a compreensão das fases da Lua da perspectiva de um observador na Terra.

Catelli *et al* (2009) descrevem um dispositivo ótico simples para projetar a imagem do Sol, indicada para observações de eclipses solares e para se fazer uma estimativa do tamanho das manchas solares.

Experimentos e slides são propostos por Morett e Souza (2010) para apresentação de conceitos de Astronomia nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Os autores consideram que o material foi uma ferramenta importante para o processo de ensino-aprendizagem de um grupo de estudantes e consideram satisfatórios os resultados obtidos com estes recursos.

Longhini (2009), para tentar romper com a ideia de que constelação é um conjunto de estrelas, apresenta uma atividade de ensino na qual representa as cinco principais estrelas da constelação do Cruzeiro do Sul por LED's, inseridos em uma caixa, o que permite representar, em escala, a distância que estas estrelas se encontram da Terra.

Uma metodologia de confecção de uma rosa dos ventos é apresentada por Longhini, Silvestre e Vieira (2010) em uma proposta que envolve diferentes disciplinas, como a Geometria e a Arte.

Bernardes e Giacomini (2010) apresentam um jogo educativo desenvolvido com o intuito de estimular o interesse por ciências de alunos na faixa etária de 6 a 12 anos em um espaço não-formal de ensino. Segundo os autores, o jogo se mostrou um excelente recurso para um primeiro contato de crianças com o tema.

Marranghello e Pavani (2011) propõem uma forma simples e divertida, na concepção dos autores, de identificar as cores das estrelas e estimar a sua temperatura utilizando imagens, de uma máquina fotográfica digital, das constelações do Cruzeiro do Sul e Escorpião.

Finalmente, o material didático utilizado como parte da proposta de ação profissional desta dissertação é apresentado em um trabalho de autoria do próprio pesquisador (LEÃO, 2011). No texto, é apresentada as instruções para a construção do MP e algumas possibilidades pedagógicas para o uso do material são

comentadas. É deixada como sugestão de atividade uma sessão de planetário, utilizando com o MP. Um arquivo contendo os desenhos necessários para a confecção do material é disponibilizado eletronicamente, como anexo, o qual deve ser impresso⁵.

Embora haja relativa diversidade de materiais didáticos em Astronomia, como apresentado, o que foi aqui mostrado é toda a publicação na área num período de dez anos, nas revistas indicadas. É pequena também a quantidade de sugestões originais, o que sugere a necessidade de renovação e elaboração de novas estratégias didáticas para a abordagem de temas astronômicos na sala de aula, ou fora dela.

1.3 Concepções alternativas, concepções científicas, mudança e evolução conceitual

Não é de hoje que as expressões *concepções alternativas*, *concepções prévias*, *ingênuas* ou *espontâneas* são tema de interesse da área de Ensino de Ciências, configurando objeto de pesquisa bastante recorrente nas últimas quatro décadas, sobretudo na área da Física. Todas essas expressões – sinônimas – se referem às ideias e concepções que os indivíduos trazem consigo para explicar as mais diversas situações e fenômenos. São pontos de vista formados como consequência de suas experiências pessoais, em geral, sob influência religiosa e cultural. Algumas concepções podem se mostrar úteis para se ensinar os conteúdos científicos. Em outros, essas ideias podem se apresentar muito resistentes às mudanças (AUSUBEL e NOVAK, 1983; VIENNOT, 1979; GALILI e BAR, 1992) e, em geral, acabar atrapalhando o trabalho do docente, no sentido fazer com que os alunos não compreendam o mundo sob a ótica das ideias científicas⁶.

Aprender ciências, em uma reflexão superficial, seria uma jornada, conduzida pelo docente, para que os alunos *mudassem* sua forma *alternativa* de ver o mundo para uma leitura *científica* da realidade. Em relação a esse assunto, em um artigo de autoria de Moreira e Greca (2003), sobre o tema Mudança Conceitual, os autores apresentam dois modelos que sugerem que as concepções alternativas

⁵ Mais informações sobre o mini-planetário são tratadas no Capítulo 3.

⁶ Tais dificuldades e/ou barreiras para a educação científica poderão ser classificadas mais adiante como um obstáculo epistemológico, como propõem Gaston Bachelard (1996).

seriam substituídas pelas científicas. Um dos modelos, discutido por Moreira e Greca (2003), é o do *conflito cognitivo*. Ele foi um primeiro pensamento sobre a temática da mudança conceitual e é explicado nas palavras de Nussbaum (1989),

“Por muito tempo se aceitou que a acomodação cognitiva requer alguma experiência que provocaria um estado de desequilíbrio, dissonância ou conflito cognitivo no aluno. Implicitamente se admitia que tal conflito conduziria a uma acomodação cognitiva que apareceria como uma imediata mudança conceitual” (NUSSBAUM, 1989, p. 537 *apud* MOREIRA e GRECA, 2003).

Outras concepções corroboram e/ou complementam a explanação de Moreira e Greca (2003) sobre a mudança conceitual por conflito cognitivo, contudo, esse modelo evidencia não dar conta dos processos cognitivos enfrentados pelos estudantes. Ainda no mesmo trabalho, os autores defendem que os significados aceitos e não aceitos são conscientemente discriminados de acordo com o nível de conhecimento que o sujeito tem na matéria de ensino. Nas palavras dos autores:

(...) nossas estruturas cognitivas podem ser interpretadas como estruturas de concepções, cada uma delas cheia de significados, aceitos ou não em um certo contexto. Falando de ciência, pode-se dizer que pessoas cientificamente educadas são aquelas que compartilham significados cientificamente aceitos e, conscientemente, distinguem entre estes e os que não são aceitos no contexto da ciência. Do mesmo modo, falando de novatos, em qualquer campo de conhecimento, quando eles aprendem pela primeira vez os significados contextualmente aceitos, seus significados alternativos ainda são mais estáveis e dominantes. À medida que (...) a concepção se desenvolve e aumenta (...), significados já estabelecidos não são substituídos ou apagados: eles podem ficar cada vez menos utilizados, ou não utilizados, mas ainda seguem presentes na concepção que se desenvolve (e fica mais rica), talvez "escondidos" em alguns significados residuais. (MOREIRA e GRECA, 2003, p. 9)

Portanto, o aprendizado da linguagem e conceitos científicos não é uma simples mudança de concepção. Nenhum indivíduo simplesmente troca sua leitura de mundo e sua forma de se comunicar, magicamente, por uma visão científica dos fenômenos que nos cercam. O que ocorre é um processo de *evolução conceitual, enriquecimento dos significados* para os quais, em geral, o indivíduo já carregava alguma concepção prévia. Mortimer (1996) exemplifica o pensamento de um sujeito afirmando que,

no seu cotidiano, essa pessoa continuará a usar esses conceitos de uma forma muito natural. Mesmo porque soaria pedante alguém afirmar que "vestiu uma blusa de lã porque ela é um bom isolante térmico, impedindo que o corpo ceda calor para o ambiente". Ora, nós vestimos lã porque ela é quente e nós estamos com frio. Não há aí nenhum vestígio de concepções ingênuas, mas o uso da palavra calor num sentido de senso comum que a nossa cultura consagrou. Essa maneira de ver o mundo está largamente incorporada como uma característica da cultura. Uma pessoa poderia adquirir a capacidade de distinguir essa maneira cotidiana de ver o mundo de maneiras mais sofisticadas. Suprimir essas 'concepções alternativas', no entanto, significaria suprimir o pensamento de senso comum e seu modo de expressão, a linguagem cotidiana. Uma expectativa irreal e inútil. A linguagem cotidiana é o modo mais abrangente de se compartilhar significados e permite a comunicação entre os vários grupos especializados dentro de uma mesma língua. Suprimi-la seria instaurar uma babel, impedindo que diferentes grupos pudessem compartilhar de significados numa mesma cultura. (MORTIMER,1996)

Cabe ao professor viabilizar, portanto, estratégias que promovam o aprendizado efetivo dos alunos. Além disso, deve-se procurar respeitar a individualidade e a riqueza de sentidos e concepções que cada sujeito carrega consigo, auxiliando-os a compartilhar significados e a linguagem cientificamente aceitos.

1.4 Algumas concepções alternativas em Astronomia

Muitas pesquisas na área de ensino já se preocuparam em averiguar as mais diversas concepções que os estudantes – e os professores – possuem sobre os mais variados temas astronômicos, tais como os trabalhos que Iachel (2011), Iachel, Langhi e Scalvi (2008), Langhi (2005 e 2011), Leite e Hosoume (2007 e 2009), Bretones e Compiani (2011), Gonzaga e Voelzke (2011), Machado e Santos (2011), Pedrochi e Neves (2005) apresentam, apenas para mencionar alguns artigos mais recentes.

Para o contexto deste trabalho, e tomando como base o problema de pesquisa apresentado e as potencialidades agregadas ao material didático oferecido nesta dissertação, pode-se listar quatro concepções alternativas específicas que serão abordadas durante os trabalhos na escola, com os estudantes, envolvendo o MP:

- I) *O madeiro maior da constelação do Cruzeiro do Sul aponta para o ponto cardeal Sul em qualquer horário;*
- II) *As estrelas do céu são eternamente fixas, não havendo alterações do cenário celeste no decorrer das horas e dos meses;*
- III) *As estrelas não apresentam diferenças de coloração;*
- IV) *As estrelas vistas aqui da nossa cidade são as mesmas visualizadas também no hemisfério Norte.*

Cada uma delas é tratada em detalhes em sequência.

I) O madeiro maior da constelação do Cruzeiro do Sul aponta para o ponto cardeal Sul em qualquer horário

Langhi (2011) em um artigo de revisão bibliográfica, elaborado a partir da literatura encontrada na área sobre concepções alternativas em Astronomia, elenca várias afirmações em diversas áreas: Sol, Terra, Lua, Planetas e outros corpos menores do sistema solar, Constelações e objetos além do sistema solar, aspectos históricos, filosóficos e CTS. Nesse artigo, uma das concepções alternativas catalogadas era a de que *O madeiro maior da constelação do Cruzeiro do Sul aponta para o ponto cardeal Sul em qualquer horário.*

Langhi e Nardi (2007), em artigo que apresentam os erros conceituais mais comuns presentes nos livros didáticos de ciências, mostram que o procedimento para localização dos pontos cardeais é comum. No que se refere à localização do Ponto Cardeal Sul por meio da constelação do Cruzeiro do Sul, alguns livros trazem informações limitadas e/ou incompletas. Na concepção exibida na Figura 1, encontrada em um livro didático, o eixo maior da constelação sugere apontar exatamente para o Ponto Cardeal Sul – o que não é correto – e o Pólo Celeste Sul é ignorado (PAULA e OLIVEIRA, 2002, *apud* LANGHI e NARDI, 2007). Além disso, nem sempre essa constelação pode ser visualizada no céu, dependendo da época do ano, do horário e da latitude em que se encontra o observador:

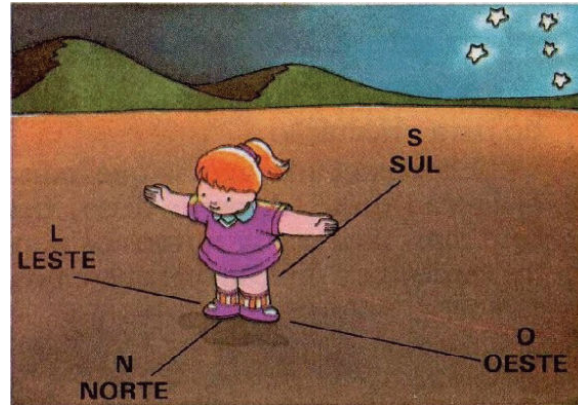


Figura 1: Desenho de um livro didático analisado por Paula e Oliveira (2002), citado por Langhi e Nardi (2007), o qual fornece um entendimento equivocado da localização do Ponto Cardeal Sul.

Amaral e Quintanilha (2011) também analisam o tema Astronomia em livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático de 2008 e, neles, algumas interpretações errôneas ainda persistem. Na Figura 2, o Pólo Celeste Sul não é representado e a distância da constelação mostrada ao horizonte é apresentada fora de escala (semelhantemente à Figura 1). Na Figura 3, a demonstração do prolongamento do eixo maior da constelação do Cruzeiro do Sul para a localização do Pólo Celeste Sul é mostrada de modo incorreto – na imagem, mostra-se o prolongamento usando-se cinco medidas⁷ iguais mas, sendo mais preciso, o prolongamento a ser considerado é de 4,5 vezes.



Figura 2: O Pólo Celeste Sul não é indicado e a distância da constelação ao horizonte é apresentada fora de escala, sem se fazer referência a este fato (AMARAL e QUINTANILHA 2011).

⁷ A medida que se refere é o tamanho do próprio eixo maior da constelação do Cruzeiro do Sul.

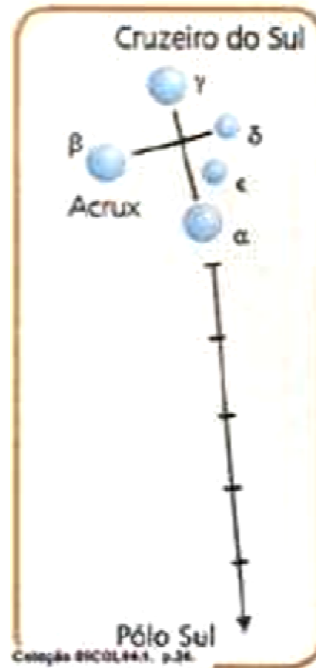


Figura 3: O prolongamento do eixo maior da constelação do Cruzeiro do Sul, mostrado pela figura, para localização do Pólo Celeste Sul é de cinco medidas iguais, mas valor a ser considerado é de 4,5 vezes (AMARAL e QUINTANILHA 2011).

A Figura 4 apresenta uma interpretação correta para a localização do Ponto Cardeal Sul, quando a constelação do Cruzeiro do Sul está visível no céu. Ela é mostrada em três momentos distintos. Para se localizar o referido ponto cardeal, primeiro prolonga-se o eixo maior da constelação do Cruzeiro do Sul 4,5 vezes. Encontrado este ponto, traça-se uma perpendicular com o horizonte e aí se demarca o Ponto Cardeal Sul.

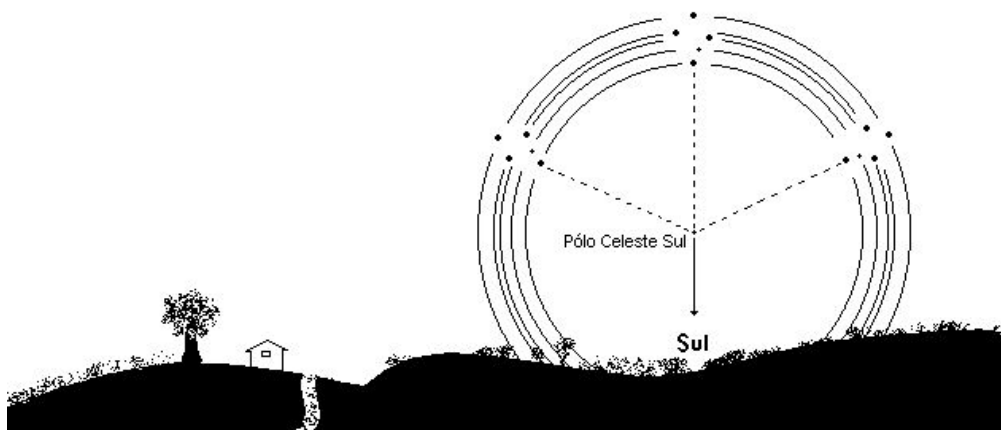


Figura 4: Prolongando-se o eixo maior da constelação do Cruzeiro do Sul 4,5 vezes, acha-se o Pólo Celeste Sul. Traçando-se uma perpendicular com o horizonte, encontra-se o Ponto Cardeal Sul

II) As estrelas do céu são eternamente fixas, não havendo alterações do cenário celeste no decorrer das horas e dos meses.

Diversas pessoas não têm a percepção de que as estrelas mudam sua posição aparente no céu com o passar do tempo. Para aqueles que acreditam na mudança de posição aparente das estrelas, ainda assim, é bastante complexo explicar, com detalhamento, como se dá esta mudança. Na já mencionada revisão bibliográfica sobre concepções alternativas escrita por Langhi (2011), esta ideia também está listada. Noutro trabalho de autoria do próprio pesquisador (LEÃO, 2009; LEÃO, LARANJEIRAS e COELHO, 2011), em uma atividade de popularização da Astronomia usando o MP, há também relatos de alunos do Ensino Médio que afirmam desconhecer tal modificação aparente das estrelas. Aqui, duas mudanças celestes podem ser descritas. A primeira delas é o movimento aparente das estrelas ao longo de uma noite. Assim como o movimento aparente que o Sol executa durante o dia, de leste para o oeste, as estrelas das constelações mais centrais também o fazem de modo análogo, tal como exemplifica a Figura 5:

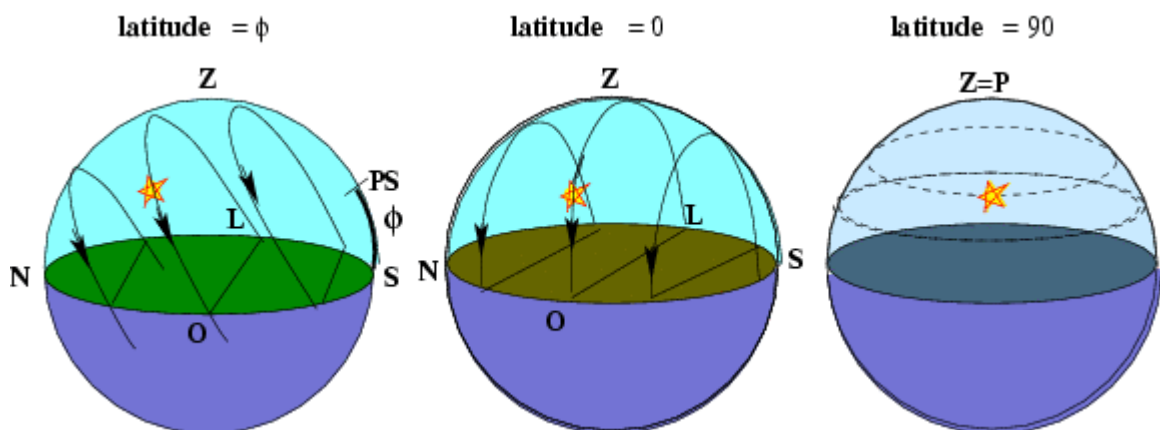


Figura 5: Movimento aparente das estrelas para observadores em diferentes partes da superfície da Terra.

Como consequência do movimento de rotação terrestre, a mudança aparente do céu observada durante a noite é uma alteração relativamente rápida. Para quase todas as latitudes (excetuando-se as constelações próximas ao pólo celeste), é observado que as constelações nascem no horizonte leste e descrevem uma trajetória rumo ao horizonte oeste. Quando esta latitude é de 0° , a trajetória

aparente das estrelas é paralela a um plano vertical. Para latitude de 90° , as estrelas não nascem e nem se põem, permanecendo sempre as mesmas constelações visíveis no céu noturno, em trajetórias paralelas a um plano horizontal. Para as demais latitudes, a trajetória das estrelas se dá paralela a planos inclinados: uma inclinação em direção ao para o Ponto Cardeal Norte, para observadores no Hemisfério Sul (tal qual a Figura 5) e, ao contrário – uma inclinação para sul, para observadores no Hemisfério Norte. Por exemplo, ao longo de uma noite, uma constelação que esteja surgindo no horizonte, no Ponto Cardeal Leste, às dezoito horas, seis horas depois ($1/4$ de um dia), estará no zênite (ponto mais alto do céu), à meia-noite. Mais seis horas depois, ao amanhecer do dia, esta constelação estará desaparecendo no Ponto Cardeal Oeste

A segunda modificação aparente das estrelas é decorrência do movimento de translação terrestre. Para percebê-la, é interessante observar o céu noturno sempre no mesmo horário, dado que a Terra, em vinte e quatro horas, se desloca um espaço pequeno em comparação com o tamanho de sua órbita. Somente ao longo de alguns meses é possível notar a mudança significativa na posição aparente das estrelas – mas esta alteração é semelhante à outra anteriormente descrita. Por exemplo, se um observador acompanha a posição aparente das estrelas, todas as noites, no mesmo horário, pode-se notar que, ao longo dos meses, uma constelação que esteja nascendo no horizonte, no Ponto Cardeal Leste, às dezoito horas, três meses depois ($1/4$ de um ano), também às dezoito horas, estará no alto do céu e, mais três meses depois, no mesmo horário, estará se pondo no Ponto Cardeal Oeste. No que diz respeito à trajetória descrita pelas as estrelas, a mesma compreensão do parágrafo anterior é válida para observadores em diferentes pontos sobre a superfície terrestre.

Não estamos considerando aqui o movimento relativo existente entre as estrelas (FILHO e SARAIVA, 2003), o que leva, com o passar do tempo, a alterações nos desenhos das constelações, mas tal movimento é imperceptível durante um intervalo de tempo de uma vida humana. Aliás, desde que as constelações passaram a ser acompanhadas com atenção e a ter o seu desenho registrado, a alteração na disposição das estrelas constituintes delas é desprezível.

III) As estrelas não apresentam diferenças de coloração

Recorrendo-se ao estudo realizado a respeito de concepções alternativas sobre estrelas, realizado por Iachel (2011), um dos comportamentos evidenciados no público pesquisado (estudantes adolescentes) é o de que não se existe o hábito de observar a natureza (neste caso, as nuances do céu noturno). Como consequência, muitas pessoas nunca perceberam, mesmo a olho nu, que as estrelas apresentam diferentes cores. As estrelas Antares, da constelação do Escorpião, e Betelgeuse, da constelação de Órion, são exemplos de estrelas com coloração visivelmente avermelhada.

As estrelas são grandes corpos na forma esférica de gás ionizado. Sua cor está diretamente associada à sua temperatura. Esta grandeza, aliás, nas superfícies destes corpos costuma variar entre 2500 K e 30.000 K e, no interior das estrelas, estes valores extrapolam para alguns milhões de graus. Em relação à massa, pode variar entre 0,08 e 100 a massa do Sol. A energia que as mantém "vivas" é proveniente de reações termonucleares decorrente da fusão do elemento hidrogênio em hélio e, depois, em outros elementos mais pesados (FILHO e SARAIVA, 2003; GRIBBIN, 1983; MOURÃO, 2002).

Procurando estabelecer uma relação entre a luminosidade (magnitude absoluta ou, grosso modo, o brilho) e a temperatura superficial para as estrelas, os astrônomos Ejnar Hertzsprung e Henry Norris Russell, na segunda década do século passado, formularam, de modo independente, um diagrama que relaciona estas duas grandezas. Este diagrama ficou conhecido como Diagrama de Hertzsprung-Russell ou, simplesmente, Diagrama HR (FILHO e SARAIVA, 2003; MOURÃO, 2002). Sendo a temperatura colocada no eixo horizontal e a luminosidade no vertical, e distribuindo-se várias estrelas conhecidas pelo diagrama, estes astrônomos obtiveram uma figura tal como Figura 6, a seguir:

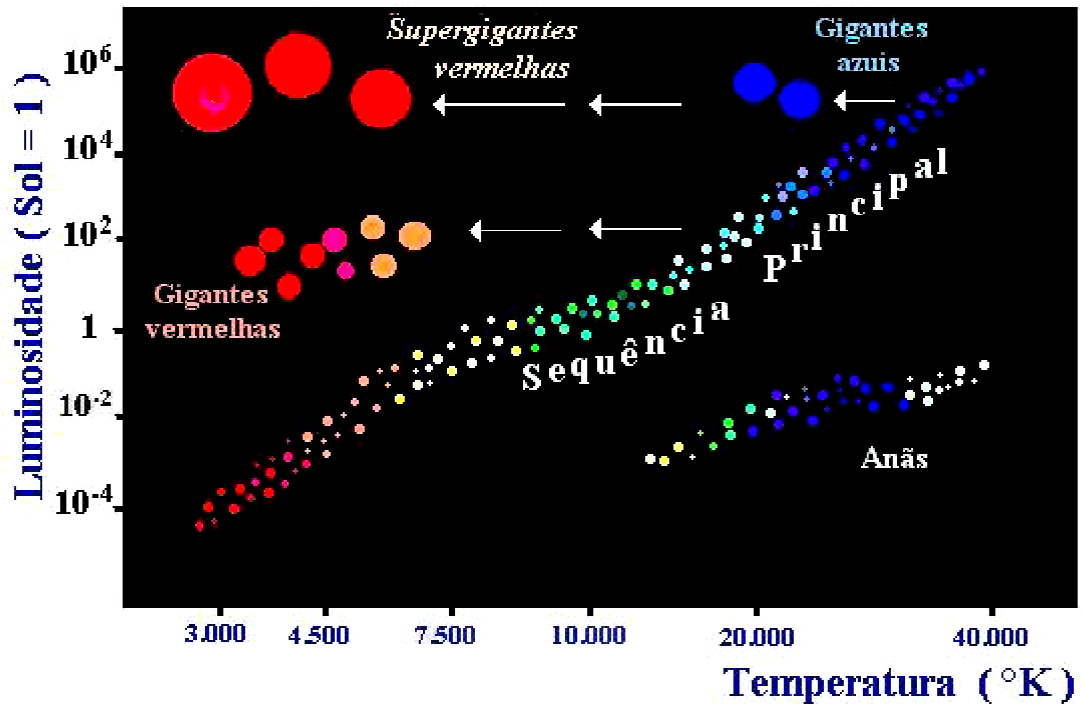


Figura 6: Diagrama HR.

Nota-se que há um grande acúmulo de estrelas por uma faixa diagonal. Esta faixa é chamada *Sequência Principal*. Fora desta faixa só há certa concentração de estrelas em regiões nas quais elas podem ser classificadas como Anãs Brancas (canto inferior esquerdo da figura), Gigantes e Supergigantes (ambas no canto superior direito do diagrama). As letras O, B, A, F, G, K e M representam os tipos espectrais das estrelas (*Classe Espectral*). Esta classificação dá uma indicação da coloração da estrela (espectro), consequência de sua temperatura e composição química. O Sol, por exemplo, é uma estrela do tipo G.

Em relação ao brilho que se observa destas estrelas, convém expor a idéia de magnitude aparente – grandeza adimensional que indica o quão brilhante se observa uma estrela. A natureza logarítmica da expressão para o cálculo da magnitude aparente faz com que, na prática, as estrelas mais brilhantes possuam uma magnitude aparente menor do que as estrelas menos brilhantes. Por exemplo, a estrela mais brilhante que notamos no céu noturno é Sírius e sua magnitude visual é de cerca de -1,46 enquanto que a magnitude visual de Antares é de 0,96 (isto não significa que Sírius seja maior que Antares, apenas indica que vemos Sírius mais brilhante devido a sua distância em relação à Terra). De acordo com Filho e Saraiva

(2003) e Observatório Nacional (2012), por definição, o cálculo da magnitude aparente das estrelas é dado de acordo com a Eq. 1:

$$m = -2,5 \log F + \text{const. (Eq. 1)}$$

Onde:

- m é a magnitude aparente ou visual da estrela;
- F é a luminosidade da estrela, ou seja, a energia luminosa total recebida por um detector terrestre. É a "luminosidade aparente" da estrela, que se refere à quantidade de radiação que incide na área unitária de um detector colocado sobre a superfície da Terra;
- a "constante" é usada para definir o "zero" da escala de magnitude.

IV) As estrelas vistas aqui da nossa cidade são as mesmas visualizadas também no hemisfério Norte.

Em um estudo realizado por Machado e Santos (2011), para avaliar as concepções astronômicas de tópicos básicos do tema em uma escola pública brasileira, dentre as várias visões identificadas, alguns estudantes carregavam a ideia de que as estrelas vistas do hemisfério Sul da Terra eram as mesmas no hemisfério Norte. Pelo contrário, a ideia cientificamente correta é a de que não exatamente as estrelas vistas de uma localidade são as mesmas de outra. Um observador que esteja no Pólo Sul, poderá visualizar apenas as constelações austrais. Já um observador que esteja no Pólo Norte, visualizará apenas as constelações boreais. Para latitudes intermediárias, observadores terão acesso à visualização de constelações dos dois hemisférios, mas, para cada latitude, há variações no céu noturno disponível, dependendo da localização.

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Paulo Freire e a dialogicidade

(...) educar e educar-se, na prática da liberdade, é tarefa daqueles que sabem que pouco sabem – por isto sabem que sabem algo e podem assim chegar a saber mais – em diálogo com aqueles que, quase sempre, pensam que nada sabem, para que estes, transformando seu pensar que nada sabem em saber que pouco sabem, possam igualmente saber mais.

PAULO FREIRE

O relato de um trabalhador que voltou a estudar depois anos afastado de uma sala de aula, que exibi dia desses, em um vídeo, para meus alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) – o qual alguns alunos chegaram a se identificar – trouxe para debate naquela aula uma prática escolar corriqueira de décadas atrás: os tempos em que a palmatória fazia parte do universo escolar. Tempo em que o professor, detentor do conhecimento, depositava nas mentes vazias dos alunos as informações. Os alunos, passivamente, recebiam os saberes descartáveis hermeticamente acabados. Aqueles que eram capazes de decorar os conteúdos, estavam aptos a avançar para série seguinte. Os outros, considerados burros, estavam fadados ao fracasso escolar e, conseqüentemente, pessoal.

Alguns dos fatos descritos no parágrafo anterior ainda parecem soar familiares. Tirando a parte da palmatória, as aulas de muitos professores que tivemos ou que convivemos ainda carregam traços desta prática tradicional. Ao expor suas reflexões sobre a prática de ensinar, Paulo Freire, na obra *Comunicação ou Extensão?* (FREIRE, 2011), analisa a relação entre os camponeses e trabalho dos agrônomos (também conhecidos como extensionistas), fruto da sua vivência enquanto morou no Chile.

Na obra mencionada, Freire analisa os significados do termo extensão, sendo que a primeira dessas significações que esta palavra carrega é o de *transmissão* de algo (informação, saberes). Transmissão de informações de uma figura dominante (o extencionista, que podemos associar ao papel do educador)

para a figura do dominado (os camponeses, que podemos associar ao papel de aluno). Alterar essas relações dicotômicas é o que se busca no ensino contemporâneo, no qual as figuras do educador-educando tem seus papéis redimensionados. Ambos, no pensamento de Freire, devem atuar ativamente na construção do conhecimento. Em suas palavras :

Educador-educando e educando-educador, no processo educativo libertador, são ambos sujeitos cognoscentes diante de objetos cognoscíveis que os mediatizam. Poder-se-á dizer, e não tem sido poucas vezes que temos escutado: “Como é possível pôr o educador e o educando num mesmo nível de busca do conhecimento, se o primeiro já sabe? Como admitir no educando uma atitude cognoscente, se seu papel é o de quem aprende do educador?”. Tais indagações – no fundo, objeções – não podem esconder os preconceitos de quem as faz. Partem sempre dos que se julgam possuidores do saber frente a educandos considerados ignorantes absolutos. De quem, por equívoco, erro ou ideologia, vê na educação dialógica e comunicativa uma ameaça. Ameaça, na melhor das hipóteses, a seu falso saber. (FREIRE, 2011, p. 107)

As ideias de Freire não configuram exatamente uma teoria educacional, mas como ele mesmo preferia falar, era “uma certa compreensão ético-crítico-política da educação”. O conjunto de pressupostos por ele divulgado em suas obras tem como um dos princípios fundamentais as relações dialógicas na prática educativa, postura esta capaz de subsidiar um posicionamento libertatório diante do mundo. Nas reflexões desenvolvidas em *Extensão ou Comunicação?*, o caminho apontado para uma educação dialógico-libertadora não é o da extensão dos saberes mas, sim, o da comunicação. A simples extensão do conhecimento não contribui significativamente para a sua formação, ela constitui apenas um reforço de uma postura ultrapassada – a de alienar o pensamento dos educandos – e de tornar a interação professor-aluno uma relação vertical. Por outro lado, a comunicação está associada ao compartilhamento de uma linguagem, de trocas de experiências, de enriquecimento de significados, de uma postura ativa, crítica e reflexiva diante da realidade; e a comunicação, por conseguinte, pressupõe o diálogo. Sobre a sua finalidade, convém comentar que (Freire, 2011):

O que se pretende com o diálogo não é que o educando reconstitua todos os passos dados até hoje na elaboração do saber científico e técnico. Não é que o educando faça adivinhações ou que se entretenha num jogo puramente intelectualista de palavras vazias. O que se pretende com o diálogo, em qualquer hipótese (seja em torno

de um conhecimento científico e técnico, seja de um conhecimento “experencial”), é a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicá-la, transformá-la. (...) É preciso que discuta o significado deste achado científico; a dimensão histórica do saber, sua inserção no tempo, sua instrumentalidade. E tudo isto é tema de indagação, de diálogo. (...) Na medida em que ele dialoga com os educandos, deve chamar a atenção destes para um ou outro ponto menos claro, mais ingênuo, problematizando-os sempre. Por quê? Como? Será assim? Que relação vê você entre sua afirmação feita agora e a de seu companheiro “A”? Haverá contradição entre elas? Por quê? (FREIRE, 2011, p.65)

Além disso, está claro, pelo fragmento anteriormente apresentado, que o diálogo a ser conduzido em atividades pedagógicas não é falatório vazio, mas, sim, é a *contextualização* e o questionamento do conhecimento. Em se falando no termo contextualização, para Paulo Freire, nas ideias esquadrinhadas por ele em *Pedagogia do Oprimido*, ela é uma alternativa viável para que se conduza o diálogo. É interessante que o professor possa inserir os conteúdos programáticos dentro de um contexto, para que tal situação pedagógica (diálogo), em sala de aula ou fora dela, se desenvolva. Utilizando suas palavras (FREIRE, 2011a):

Para o educador-educando, dialógico, problematizador, o conteúdo programático da educação não é uma doação ou uma imposição – um conjunto de informes a ser depositado nos educandos –, mas a devolução organizada, sistematizada e acrescentada ao povo daqueles elementos que este lhe entregou de forma desestruturada. (FREIRE, 2011a, p.116).

Refletindo sobre estas primeiras ideias, vale frisar que é conveniente que o professor atue de maneira a fomentar que seus alunos tornem-se sujeitos pensantes, ativos e inquietos diante dos saberes e do mundo que nos cerca. O Esquema 1 é uma síntese dos pressupostos freireanos utilizados nesta dissertação. Deles, a tentativa de promoção do diálogo entre o pesquisador-educandos, durante a aplicação da metodologia desta pesquisa, em torno das temáticas anteriormente mencionadas, é o principal:



Esquema 1: Pressupostos freireanos importantes para o contexto desta dissertação. A tentativa de promoção do diálogo entre pesquisador-educandos, em torno das temáticas expostas, será umas das preocupações metodológicas.

No Esquema 1, nota-se que a contextualização de uma determinada temática é um caminho viável, segundo Paulo Freire, para a sustentação de uma postura dialógica em situações de ensino, que tem por finalidade maior a construção de uma educação como prática da liberdade para os sujeitos.

2.2 Gaston Bachelard, os obstáculos epistemológicos e o espírito científico

“A resposta certa, não importa nada: o essencial é que as perguntas estejam certas.”

MÁRIO QUINTANA

Gaston Bachelard (1884-1962) foi um filósofo e poeta francês bastante interessado pela filosofia da ciência. Nessa área, o pensamento bachelardiano é bastante amplo e alguns aspectos específicos de suas ideias subsidiarão a metodologia envolvendo o MP, no contexto desta dissertação.

De modo geral, quando se pensa na elaboração do conhecimento científico, pode-se refletir sobre essa construção humana sob diversos olhares, cada ótica com suas características e limitações. Uma das visões mais primitivas do trabalho científico, por exemplo, provavelmente seja a *indutivista*. Nela, o trabalho empírico do cientista, através da cuidadosa e imparcial coleta de dados e posterior generalização, é capaz de levá-lo à formulação de leis e teorias, por meio da lógica. O indutivismo carrega consigo diversos problemas e, talvez, o primeiro deles seja o fato do cientista ser um ser humano. Levando em consideração que cada sujeito é dotado de sua visão de mundo, jamais as observações humanas poderiam ser completamente imparciais ou livres de suas teorias prévias, fora o fato da lógica, por vezes, nos levar a conclusões equivocadas. Num outro extremo, o completo “anarquismo” epistemológico, defendendo qualquer caminho para a construção do

conhecimento científico é apontado pelo filósofo da ciência Paul Feyerabend (1924-1994). Nesse pensamento, a ciência até perde um pouco de seu status, sendo colocada no mesmo nível que outros conhecimentos ditos “não-científicos”. (CHALMERS, 1993).

Para Bachelard, o conhecimento científico é firmado tanto no raciocínio quanto na experiência. No que diz respeito ao seu progresso, ele afirma que “é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado” (BACHELARD, 1996, p.17), ou seja, o conhecimento científico é construído e/ou evolui a partir das rupturas e superações dessas barreiras. Para o aprendizado de ciências, na própria intimidade do ato de conhecer, existem impedimentos instalados – e é aí que aparecem lentidões e conflitos que ofuscam o pensamento abstrato para o entendimento do conhecimento científico. Tais empecilhos para a sua compreensão são o que caracteriza os *obstáculos epistemológicos* – barreiras individuais que os sujeitos carregam consigo que o impedem ou dificultam rupturas para a formação do espírito científico.

Nessa dita formação do espírito científico, o primeiro obstáculo a ser superado é a *experiência primeira*. Para Bachelard, os conhecimentos primeiros são frágeis e inúteis – as opiniões devem ser destruídas. Sobre a fragilidade dos conhecimentos primeiros, Bachelard (1996), enfatiza se mostrar contrário:

(...) a essa filosofia fácil que se apóia no sensualismo mais ou menos declarado, mais ou menos romanceado, e que afirma receber suas lições diretamente do dado claro, nítido, seguro, constante, sempre ao alcance do espírito totalmente aberto. (...) o espírito científico deve formar-se contra a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da Natureza, contra o arrebatamento natural, contra o ato colorido e corriqueiro. (BACHELARD, 1996, p.19)

Pode-se associar este pensamento, falando em Astronomia, para título de ilustração, aos primeiros modelos cosmológicos, tal como o de Ptolomeu, predominantemente descritivo, do movimento aparente do céu. Deixando-se levar pelas impressões primeiras, pelo “sensualismo” das imagens, seria muito cômodo imaginar que a Terra estava, de fato, estática, a esfera das estrelas se movimentava regularmente em torno da Terra e que o movimento errante dos planetas descreviam epiciclos.

Bachelard afirma que, antes de tudo, é necessário saber formular *problemas* e é nesse sentido que se caracteriza o espírito científico. Nas suas palavras “todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.” (BACHELARD, 1996, p.18). De fato, para o desenvolvimento científico é muito mais importante saber formular bons questionamentos do que somente obter respostas. São através das perguntas que o conhecimento pode ser, com eficiência, mobilizado para resposta a essas questões.

Dentre outros tipos de obstáculos epistemológicos, analisados por Bachelard em *A formação do espírito científico*, está também o *conhecimento geral*. Em dadas situações, esse tipo de conhecimento – princípios simples e abrangentes demais, característicos de filósofos como Aristóteles – acaba por provocar certa estagnação, imobilidade da nossa percepção sobre a natureza pela facilidade apresentada nos enunciados. Quando nosso pensamento está acomodado a este tipo de simplificação, a curiosidade acaba sendo limitada para outros aspectos mais profundos do saber.

Para metodologia que será desenvolvida em sala de aula, com o MP, o que configurará de essencial do pensamento bachelardiano é a construção do conhecimento como forma de resposta a perguntas, claro, sempre tentando transpor as dificuldades (obstáculos epistemológicos) que iremos nos deparar. O Esquema 2 apresenta os conceitos principais que empregaremos:



Esquema 2: Pressupostos bachelardianos importantes para o contexto desta dissertação. A tentativa superação dos obstáculos epistemológicos dos estudantes, com o mini-planetário, e a construção do conhecimento como forma de resposta a questionamentos são importantes para a formação do espírito científico.

No Esquema 2, tem-se demarcado a forma como o conhecimento científico é construído, sob a ótica de Gaston Bachelard. Ele é tido como resultado de uma resposta a uma questão, um problema. Desses questionamentos é que a curiosidade e o espírito científico podem vir a ser despertados. Além disso, as

lentidões cognitivas (obstáculos epistemológicos) devem ser vencidas para se dar lugar à compreensão do saber científico.

2.3 David Ausubel e a Teoria da Aprendizagem Significativa

No clássico filme *O Rei Leão* (MINKOFF E ALLERS, 1994) – um desenho animado da *Walt Disney Pictures* – em determinado trecho da história, os divertidos personagens Timão, Pumba e Simba encontravam-se contemplando o céu estrelado, deitados sob a grama (os referidos personagens são, respectivamente, um suricata, um javali e um leão). Acompanhe o diálogo deles:

PUMBA – Timão!...

TIMÃO – Que é?

PUMBA – Já imaginou o que serão aqueles pontos brilhantes lá em cima?

TIMÃO – Ah, Pumba, eu não imagino, eu sei!

PUMBA – É? O que são?

TIMÃO – São vaga-lumes! Vaga-lumes que ficaram grudados naquela coisa grande azul-escura.

PUMBA – Oh! (risos) Eu sempre pensei que fossem bolas de gás estourando a bilhões de quilômetros daqui...

TIMÃO – Pumba... pra você só existe gás...

PUMBA – Simba, o quê que você acha?

SIMBA – Ah... eu não sei... – diz o leão de forma muito acanhada.

Timão e Pumba ficam insistindo para o leão falar algo, até que Simba se expressa:

SIMBA – Já me disseram uma vez que os grandes reis do passado estão lá olhando por nós...

PUMBA – Sério?

TIMÃO – Quer dizer que um bando de reis mortos estão olhando pra nós?

Timão e Pumba caem na gargalhada.

Para quem conhece o filme, o diálogo torna-se muito engraçado dado que o pensamento cientificamente vigente coincide com a opinião prévia do personagem mais atrapalhado do trio. É claro que o diálogo transcrito é bastante fantasioso, mas consegue ilustrar a diversidade de saberes que os sujeitos carregam consigo. E aquilo que os sujeitos já sabem, dentro da Teoria da Aprendizagem Significativa, segundo Ausubel, é o fator que mais influencia na aprendizagem (MOREIRA, 2011; MANSINI e MOREIRA, 2008).

Falar que Aprendizagem Significativa é aprendizagem com significado, embora seja redundante, não está errado, claro. Porém, a Aprendizagem

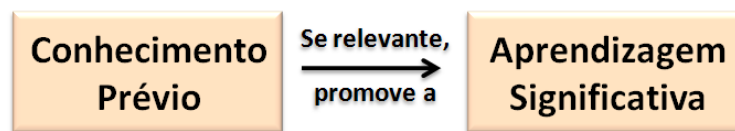
Significativa não é aprendizagem que nunca se esquece, nem a que mais emociona o sujeito, nem a que mais o agrada e nem aprendizagem correta, mas é, na leitura que Marco Antônio Moreira faz dessa teoria, “aprendizagem com atribuição de significados, com compreensão (ainda que de modo pessoal), com incorporação, não-arbitrária e não-literal, de novos conhecimentos à estrutura cognitiva por meio de um processo interativo”. (MANSINI e MOREIRA, 2008, p. 17).

Duas condições básicas são necessárias para a ocorrência da Aprendizagem Significativa. A primeira delas, é que o aprendiz tenha, em sua estrutura cognitiva, conhecimentos prévios adequados que dêem suporte ao novo saber. Esses conhecimentos iniciais (conceitos, ideias, representações) servem como suporte para o conhecimento a ser aprendido. A essas concepções prévias, dá o nome de *subsunçor*. Mas trata-se, aqui, apenas daqueles conhecimentos que são relevantes para ancoradouro de novos saberes. Por outro lado, quando o conteúdo a ser aprendido é completamente novo para o sujeito, e, nele, não há subsunçores para tal aprendizagem, é necessário que se crie condições para que o novo conhecimento se firme. Um material introdutório deve ser desenvolvido para que se crie os subsunçores necessários para o aprendizado futuro. A essa construção, dá-se o nome de *organizador prévio*. A segunda condição, é que o sujeito esteja predisposto a aprender significativamente. Não se trata exatamente de motivação para aprender, mas sim, de realizar um esforço em querer relacionar conhecimentos novos com conhecimentos prévios (MOREIRA, 2011; MANSINI e MOREIRA, 2008).

Ausubel fala em Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica. Enquanto a primeira, como já foi dito, é resultado da interação do conhecimento novo com aquilo que já existe de relevante na estrutura cognitiva do aprendiz, a segunda é uma aprendizagem arbitrária não requer compreensão. Embora ambas não constituam uma polarização, na prática educativa, não se pode afirmar que só ocorra Aprendizagem Mecânica ou só Aprendizagem Significativa – a aprendizagem ocorre em uma zona intermediária, ora mais para um, ora mais para o outro tipo de aprendizagem (MANSINI e MOREIRA, 2008).

Ausubel distingue três tipos de aprendizagem significativa: a *representacional*, de *conceitos* e *proposicional*. A *aprendizagem representacional*, a mais simples, da qual as outras dependem, envolve a atribuição de significado a

mecanicamente memorizadas), Ausubel sugere que os problemas a serem propostos devem possuir forma não-familiar, ou seja, devem ser transformados, adquirir uma nova roupagem ou, no mínimo, reescritos de modo diferente das situações inicialmente propostas (MOREIRA, 2011). Novamente, a ideia central da Teoria da Aprendizagem Significativa que será utilizada na metodologia deste trabalho, com maior ênfase, será o aproveitamento do conhecimento prévio potencialmente significativo dos estudantes para a promoção da aprendizagem sobre o movimento celeste, tal qual é delineado no diagrama abaixo (Esquema 4):



Esquema 4: Pressupostos ausubelianos importantes para o contexto desta dissertação. No conhecimento prévio dos estudantes, as novas ideias apresentadas serão ancoradas.

No Esquema 4, é sinalizado que do acervo de conhecimentos prévios dos sujeitos, aqueles que se mostram potencialmente relevantes (que podem ser relacionados com o conhecimento científico vigente) devem ser usados para a sustentação do saber a ser ensinado.

2.4 Considerações sobre o Referencial Teórico

De acordo com os objetivos desta pesquisa, será utilizada, para metodologia deste estudo, o que há de essencial nas ideias dos teóricos apresentados. Embora sejam pressupostos fortes, bem caracterizados e com outras nuances que não foram aqui tratadas, a mesclagem deles darão sustentação ao trabalho que será desenvolvido (e descrito no próximo capítulo) na escola, utilizando o MP. Paulo Freire nos dará o suporte pedagógico, com a perspectiva da *educação dialógica*, auxiliada pela *contextualização* dos temas abordados. Gaston Bachelard fornece o alicerce epistemológico para a construção do saber científico, por meio da *ruptura* e superação dos *obstáculos epistemológicos*, juntamente com a ideia de mobilização do *conhecimento como resposta a questões*. Por fim, os pressupostos ausubelianos constituem os fundamentos cognitivos que subsidiarão o aprendizado dos estudantes durante os trabalhos desenvolvidos com o MP. Um diagrama das inter-relações do Referencial Teórico é mostrado no Esquema 5:

CAPÍTULO 3 – DE ESTRELAS E GALÁXIAS: DESVENDANDO O UNIVERSO EM UM MINI-PLANETÁRIO

O MP (Fig. 7) funciona como um pequeno projetor de planetário capaz de fornecer uma projeção do céu noturno. Ele é ajustável para fornecer o céu de qualquer latitude, em qualquer dia e hora do ano (com a mesma precisão de *softwares* de visualização do céu, tais como o *Stellarium*, *Cartes du Ciel* ou *WinStars*), além de sinalizar a Classe Espectral das estrelas mais visíveis.

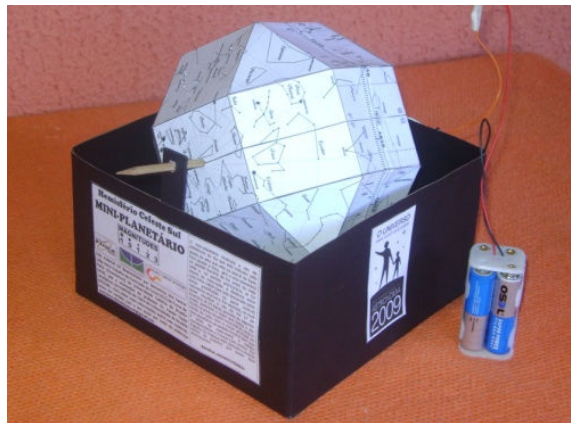


Figura 7: Simplicidade e ludicidade para o Ensino de Astronomia.

O MP é um objeto de papel e a sua parte principal – o sólido central – possui as constelações dos Hemisférios Sul e Norte, a qual todas estão furadas de acordo com sua magnitude visual. Sua montagem, além das figuras contidas no Apêndice E (Fig. 8), requer alguns materiais como cartolina dupla-face preta, cola, tesoura e alfinete.

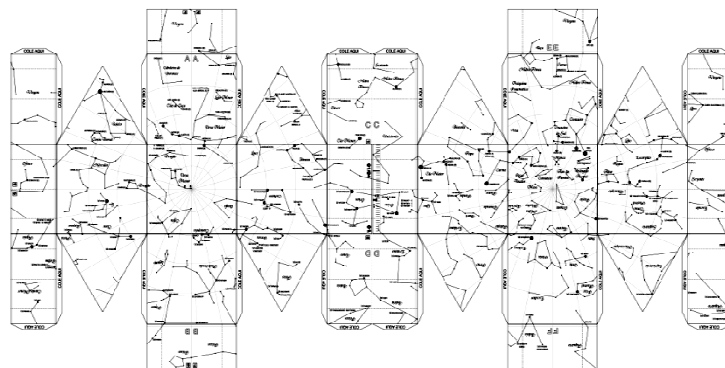


Figura 8: Figuras para confecção do mini-planetário, em escala reduzida.

Coladas em cartolina preta, estas figuras são novamente recortadas e todas as estrelas nelas contidas são furadas. Alguns furos de estrelas podem receber um pedaço de papel celofane vermelho ou azul, através do orifício, para permitir que a projeção final seja colorida, de acordo com a classe espectral da estrela. Fazendo-se as dobragens e colagens corretas, acopla-se uma micro-lâmpada a um palito de churrasco e ele é posto atravessando os dois hemisférios do MP (Fig. 9):

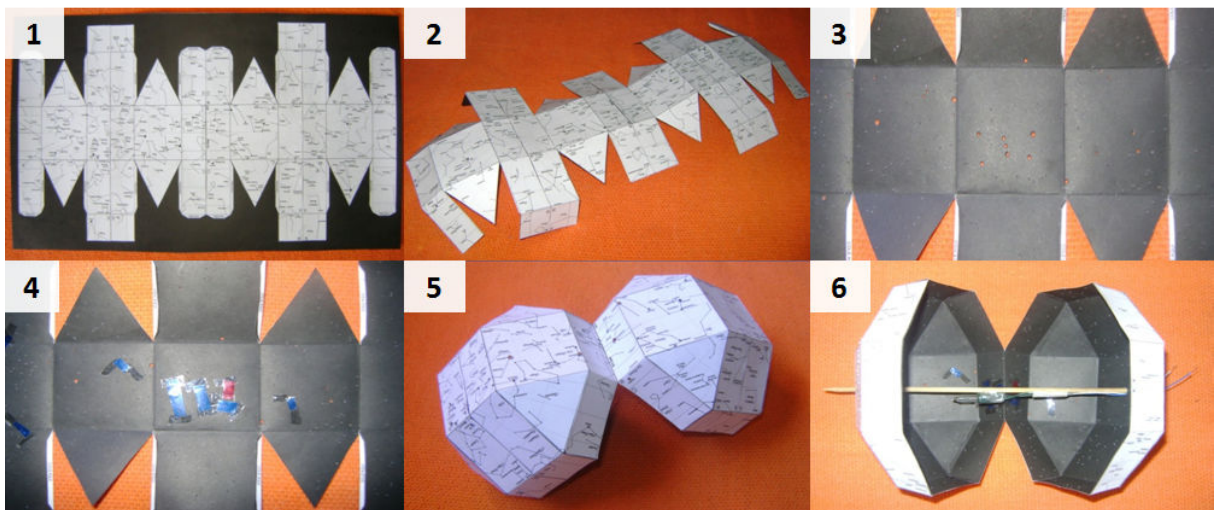


Figura 9: Etapas iniciais da montagem do mini-planetário.

A inclinação do corpo principal do MP – θ – assume o valor da latitude do local cujo céu deseja ser observado. Com o MP, o movimento aparente anual e diário do céu noturno pode ser facilmente explorado (Fig. 10).

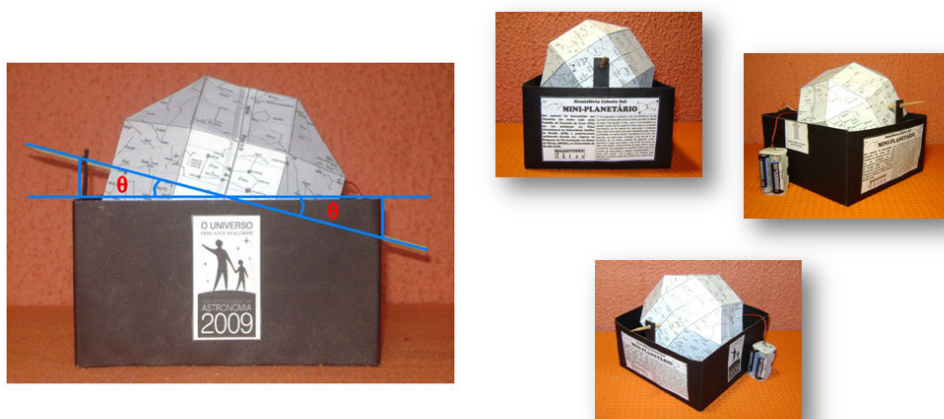


Figura 10: A inclinação do corpo principal do mini-planetário corresponde à latitude do local que se deseja reproduzir o céu.

De modo mais detalhado, um manual de construção do MP também é deixado no Apêndice E.

3.1 Ensino da Astronomia

A Astronomia, ciência que estuda aos astros (MOURÃO, 2002), carrega consigo inegável potencial didático (CANIATO, s/d). Embora haja muitas pesquisas na área fruto de relatos de experiências escolares (BARRIO, 2010; CANALLE, 1999, MEES, 2004; LEÃO, 2009), apenas para mencionar algumas, o ensino de Astronomia ainda não alcançou sua devida posição no cenário educacional, mesmo sendo uma recomendação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCN+EM (BRASIL, 2002).

Para o Ensino de Astronomia, o material aqui apresentado é útil na abordagem de diversos temas como:

- i) Modelo do Sistema Solar (geocêntrico e heliocêntrico)
- ii) Constelações
- iii) Astronomia de Posição
- iv) Estrelas e suas variedades, entre outros assuntos.

Organizar atividades em classe, enfocando temas de Astronomia como parte do desenvolvimento curricular do Ensino Fundamental e do Ensino Médio é tarefa com a qual o MP aqui proposto pode contribuir.

3.2 Popularização da Astronomia

Popularizar, no entendimento de alguns pesquisadores, é um conceito mais profundo que somente o de divulgar (GERMANO e KULESZA, 2007). É quando se é possível difundir entre o povo determinado conhecimento (MORA, 2003). Em um pensamento mais apurado, significa colocar o conhecimento no campo da participação popular e sob o crivo do diálogo com os movimentos sociais (MORA, 2003; HUERGO, 2001). É possível supor que a simplicidade e, ao mesmo tempo, a riqueza de possibilidades do MP seja um catalisador na tentativa de

colocar as ideias da Astronomia e da Física (e conhecimentos correlatos) em posição de diálogo não só com os estudantes da Educação Básica, mas com o público em geral. Utilizar o MP para uma *sessão de planetário*, então, se mostra uma possibilidade viável no sentido da popularização da Astronomia.

3.3 Abordagem de tópicos de Física

O MP pode ser aproveitado na discussão de alguns tópicos em Física, dentre eles:

- i) Medidas de tempo;
- ii) Medidas de espaço;
- iii) Escalas;
- iv) Princípios de conservação;
- v) Ótica;
- vi) Leis do movimento;
- vii) Constituição da matéria, etc

Neste contexto, o professor pode e deve estimular questionamentos do tipo – *Por que as estrelas mudam tanto de posição ao longo da noite e ao longo do ano? O que mantém a Terra em seu movimento de rotação e translação? Se o Sol é uma estrela, por que ela parece tão maior do que as outras? De onde vêm as cores das estrelas?* A partir disso, o conhecimento pode, com eficiência, ser mobilizado em resposta a essas questões.

Mas as possibilidades não se encerram por aqui. Outras abordagens podem ser realizadas a critério do professor, atendendo aos diferentes interesses dos alunos.

3.4 Sugestão de Atividade – Sessão de Planetário com o mini-planetário

Para o professor ou apresentador conduzir uma sessão de planetário com o MP, é necessário que se reserve um espaço de pequenas dimensões (uma sala pequena) completamente escuro. Embora o professor possa guiar uma sessão

como bem lhe convier, deixamos aqui algumas sugestões para uma sequência de ações que podem ser executadas e exploradas atendendo aos interesses do próprio professor e dos expectadores.

Reúna o grupo de expectadores (fora do ambiente escuro, ou mesmo dentro dele, mas com as luzes ligadas) e mostre o MP. Explique seu *princípio de funcionamento* (objeto giratório, com as constelações furadas e equipado com uma micro-lâmpada) e algumas de suas *funcionalidades* (permite mostrar o céu noturno de qualquer parte do planeta, em qualquer hora da noite, a qualquer data). De preferência, ajuste o momento da visualização do céu para a meia-noite do dia em que se está realizando a atividade. Cite algumas constelações comuns que podem ser observadas naquele momento. Acomode os expectadores no local da exibição da sessão, já escurecido, com o auxílio de uma lanterna e leve o MP, ainda desligado, ao centro da sala na qual ocorrerá sessão. Fale um pouco sobre as constelações, sobre o céu noturno ou algo relacionado. Ligue a micro-lâmpada do MP e continue sua explanação sobre Astronomia. Pode-se contar algumas histórias mitológicas clássicas, como as das constelações do zodíaco, por exemplo.

Transcorridos alguns minutos da sessão, a pupila dos expectadores estará mais aberta e, por consequência, a projeção das estrelas nas paredes do ambiente se apresentará mais perceptível. Simule alguma passagem de tempo girando o corpo principal do MP. Mostre a oposição entre as constelações de *Escorpião* e *Órion*, que possuem, entre si, um afastamento de quase 180° . Comente sobre a dinâmica da mudança aparente do céu ao longo de uma noite e ao longo do ano. Explique que, ao longo de uma noite, uma constelação que esteja surgindo no horizonte, no ponto cardeal leste, às dezoito horas, por exemplo, seis horas depois ($1/4$ de um dia), estará no alto do céu, à meia-noite e que, mais seis horas depois, ao amanhecer do dia, esta constelação estará desaparecendo no ponto cardeal oeste. Comente que, por outro lado, se um observador acompanha a posição aparente das estrelas, todas as noites, no mesmo horário, pode-se notar, ao longo dos meses, uma mudança semelhante do céu. Uma constelação que esteja, por exemplo, nascendo no horizonte, no ponto cardeal leste, às dezoito horas, três meses depois ($1/4$ de um ano), também às dezoito horas, estará no zênite e, mais três meses depois, no mesmo horário, estará se pondo no ponto cardeal oeste. Estas constâncias no movimento aparente do céu ficam mais fáceis de serem

explicadas com o auxílio do mini-planetário. É conveniente situar a importância do conhecimento astronômico para a história da humanidade, frisando o fato de que o conhecimento dessas regularidades do movimento celeste foi crucial para a sobrevivência da espécie humana. Para um local de observação do céu como Brasília, é interessante esclarecer sobre a localização do Pólo Celeste Sul – ponto em torno do qual o céu gira, para observadores localizados no hemisfério sul – por meio da constelação do *Cruzeiro do Sul*, bem como a não-visualização do Pólo Celeste Norte. Por fim, pode-se comentar sobre a variedade de tipos espectrais de estrelas, já que a projeção é colorida.

CAPÍTULO 4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para se dar início à descrição e posterior análise dos dados coletados para esta pesquisa, vale lembrar o problema proposto por esta dissertação: *Um conjunto de aulas de Astronomia, que contemple a montagem e utilização do mini-planetário para uma sessão de planetário, em que este sirva como o elemento mediador central de interações dialógicas, é capaz de promover um entendimento significativo da dinâmica celeste?*

4.1 Uma pesquisa de natureza qualitativa

Esta pesquisa, a todo instante, estará envolvendo as concepções dos alunos, antes e depois da intervenção realizada. Achou-se mais conveniente, em função das escolhas prévias, que um estudo de natureza qualitativa, em detrimento de uma análise quantitativa, se encaixaria mais adequadamente a este trabalho, no qual o professor-pesquisador encontra-se imerso no fenômeno de interesse. Firestone (1987), citado por Moreira (2009), bem esclarece que:

“A pesquisa quantitativa está baseada em uma filosofia positivista que supõe a existência de fatos sociais com uma realidade objetiva independente das crenças dos indivíduos, enquanto que a qualitativa tem raízes em um paradigma segundo o qual a realidade é socialmente construída [...] A pesquisa quantitativa procura explicar as causas de mudanças em fatos sociais, primordialmente através de medição objetiva e análise quantitativa, enquanto a qualitativa se preocupa mais com a compreensão do fenômeno social, segundo a perspectiva dos atores, através de participação na vida desses atores [...] A pesquisa quantitativa tipicamente emprega delineamentos experimentais ou correlacionais para reduzir erros, vieses e outros ruídos que impedem a clara percepção dos fatos sociais, enquanto o protótipo do estudo qualitativo é a etnografia [...] O pesquisador quantitativo ideal é desprendido para evitar viés, enquanto o pesquisador qualitativo fica 'imerso' no fenômeno de interesse.” (FIRESTONE, 1987, p.16-17).

Embora se faça o uso de gráficos e análises percentuais ao longo dessa pesquisa, estas estão a serviço da interpretação e melhor exploração dos dados coletados em cada questionamento mostrado. Nas palavras de Moreira (2009):

O pesquisador qualitativo também transforma dados e eventualmente faz uso de sumários, classificações e tabelas, mas a estatística que usa é predominantemente descritiva. Ele não está preocupado em fazer inferências estatísticas, seu enfoque é descritivo e interpretativo ao invés de explanatório ou preditivo. Interpretação dos dados é o aspecto crucial do domínio metodológico da pesquisa qualitativa. Interpretação do ponto de vista de significados. Significados do pesquisador e significados dos sujeitos. (MOREIRA, 2009, p.27)

E é neste sentido que se buscou avaliar os dados produzidos.

4.2 Perfil dos alunos e influência nas escolhas metodológicas

Este estudo foi conduzido em uma escola da rede particular do DF, na qual o pesquisador é o professor regente e onde há, no turno matutino, três turmas do Primeiro Ano do Ensino Médio. Optou-se por esta série por ser comum, nas escolas brasileiras, os conteúdos referentes à Mecânica e Gravitação Universal serem estudados nessa fase. Uma recomendação da coordenação da escola era para que o projeto fosse aplicado em todas as três turmas, e assim foi realizado. A turma 'A' contava com 32 alunos, a 'B', 30, e, por fim, a 'C', com 31 alunos, o que configura um universo de 93 alunos. Os estudantes, em quase sua totalidade, estavam na faixa etária correta (14-16 anos). De todo modo, o que se quer enfatizar aqui é que o grupo pesquisado não teve influências diferenciadas, já que incluía todos os alunos. Caso se tivesse optado por um delineamento experimental, mais adotado em tratamentos quantitativos de dados, com a existência de um grupo controle, poderia se provocar conflitos entre as turmas, dado que um grupo ficaria privado da metodologia e outro "privilegiado".

4.3 Organização da Metodologia

Para um detalhamento mais claro do trabalho que foi desenvolvido na escola, pode-se separar as atividades realizadas em 6 momentos:

Etapa 1 – Aplicação da Enquete e de um Teste Prévio: o Teste Prévio tinha o intuito de conhecer as concepções alternativas dos alunos a respeito do movimento

aparente do céu e a Enquete com a finalidade de caracterizar melhor o grupo de estudantes envolvidos.

Etapa 2 – Aulas introdutórias sobre Astronomia: com o objetivo de contextualizar, de forma geral, o nascimento e desenvolvimento do conhecimento astronômico. Aproveitou-se também, ao fim desta etapa, para se introduzir elementos que dessem suporte para a compreensão das origens do movimento aparente das estrelas.

Etapa 3 – Montagem do MP: aula reservada para os alunos montarem o material didático proposto nesta pesquisa.

Etapa 4 – Aprendendo a usar o MP: aula destinada aos estudantes aprenderem a usar o MP.

Etapa 5 – Sessão de Planetário: apresentação, utilizando o MP, em ambiente escurecido, procurando incluir elementos lúdicos e emocionais comuns em sessões de planetários tradicionais (KANTOR, s/d).

Etapa 6 – Aplicação do Teste Posterior e da Avaliação da Metodologia: o Teste Posterior tinha a finalidade de verificar o entendimento das ideias sobre o movimento aparente do céu pelos estudantes, procurando mostrar os diferentes graus de assimilação dos alunos em cada assunto e a Avaliação da Metodologia para que os alunos pudessem expressar suas impressões sobre o trabalho e sugerir melhorias para futuras reaplicações.

As Etapas 2, 3, 4 e 5 foram registradas em vídeo.

4.4 Aplicação da Enquete e de um Teste Prévio

A primeira atividade da metodologia desenvolvida foi o preenchimento de uma Enquete (Apêndice A) por parte dos alunos, juntamente com um Teste Prévio (Apêndice B). O objetivo deste Teste Prévio era identificar as concepções

alternativas dos estudantes em relação a alguns aspectos do movimento celeste: localização dos pontos cardeais a partir da constelação do Cruzeiro do Sul, movimento aparente das estrelas, Classe Espectral das estrelas e o céu observado de partes diferentes do planeta. As perguntas que constituíam este teste eram dissertativas, com a intenção de desvelar a diversidade de pensamentos dos estudantes. Já o objetivo da Enquete era ajudar na melhor caracterização do grupo de alunos em relação às experiências que eles já tiveram em relação a visitas a planetários e ao estudo da Astronomia.

4.5 Aula introdutória sobre Astronomia – um bate papo sobre as origens da necessidade de olhar o céu, as estrelas e o seu movimento aparente.

Foi utilizada uma aula dupla para esta etapa (1h40min). Com o auxílio de slides, disponíveis no Apêndice E, começamos a aula com a seguinte reflexão: *“Você é líder de uma grande tribo nômade. Nas regiões pelas quais já passaram, os recursos naturais (frutas e raízes) já estão escassos. Por esse motivo, diversos integrantes da comunidade já passaram a dominar técnicas rudimentares de plantação. Por outro lado, várias colheitas já foram perdidas pela falta de chuva, em algumas épocas. O que fazer para não mais perder colheitas e conseguir alimentar seu grupo?”*. Esse questionamento foi lançado como uma maneira de se desencadear um diálogo com a turma⁸:

1 – Guardar alimentos? – disse um aluno.

2 – De acordo com a Astronomia, você ‘pega’ as estações do ano e vai saber a época certa – manifestou-se Antônio⁹.

3 – Pois é, mas como você vai prever as estações do ano? – questionamos.

4 – Pelo calendário, pelos astros – completou João.

5 – As fases da Lua? – falou Cláudia.

6 – Ainda não se tem calendário, você faz parte de um povo primitivo...
– relembramos.

⁸ Tentou-se conduzir a mesma aula das turmas (A, B e C), mas pelo seu formato dialógico, as interações seguiram caminhos diferentes em cada sala. Para esta primeira aula, o pesquisador optou por transcrever alguns trechos da aula realizada na turma ‘A’ pelo fato dos questionamentos que surgiram ali, naquele momento.

⁹ Para preservar a identidade dos alunos, utilizaram-se nomes fictícios.

7 – Você vai começar a ter uma ideia de quando vai ser a chegada da chuva – acrescentou Ana.

8 – Na natureza você tem períodos regulares de chuva, períodos de seca... É interessante que você possa plantar e colher em períodos que você saiba que o solo vai estar irrigado pela chuva. Como você pode fazer, então, para ter ideia da passagem do tempo? – perguntamos.

9 – Os astros! – disse um aluno.

10 – Mas o que você vai observar exatamente no céu? O Sol, a Lua, as estrelas? – interrogamos.

Um aluno falou “A Lua”, mas a maioria, falou “As estrelas!”.

Cláudia pareceu não concordar ao falarem nas estrelas, e rebateu:

11 – As estrelas não, porque elas mudam de lugar todas as noites!

Os estudantes se agitaram e o aluno Emanuel falou:

12 – As estrelas estão sempre em movimento, mas elas estão tão longe que a gente nem percebe...

13 – Mas não são as estrelas que mudam, somos nós! – retrucou Aline.

Vários alunos concordaram com a opinião dela.

14 – As duas coisas acontecem! – falamos.

Comentamos que as estrelas de fato estão muito longe e que elas têm algum movimento mas que, para nós, é imperceptível, e que a mudança mais notável no céu é aquela decorrente do movimento da Terra. Retomando a pergunta inicial, completamos falando que, para manter seu grupo vivo, as estrelas poderiam ser usadas como calendário. Continuamos:

15 – Vocês lembram daquele questionário inicial no qual eu perguntei se as estrelas mudavam de posição ou não? O que vocês responderam?

Muitos alunos falaram ao mesmo tempo, e a maioria disse “sim”.

16 – Quem colocou que não? – questionamos.

17 – Eu acho que não muda! – revelou uma aluna.

18 – Mas pelo que a gente falou aqui até agora, o que você pensa ainda? A mesma coisa? – dissemos, retomando a questão da existência do movimento da Terra.

19 – Não – falou a mesma aluna.

Daí em diante se prosseguiu a aula tratando do atual campo de estudos da Astronomia e emendou-se uma discussão sobre a História da Astronomia – desde Aristóteles, passando por Copérnico, Tycho Brahe, Galilei Galilei e Johannes Kepler. Após esse breve percurso sobre histórico, retomou-se a discussão sobre os movimentos que a Terra executa e de como seria a trajetória aparente das estrelas em diferentes pontos da Terra, com o auxílio de uma animação que mostrava o movimento de rotação da Terra, no *datashow*. Na turma C, uma discussão interessante sobre as estrelas se deu antes dessa retomada do movimento aparente das estrelas:

20 – Professor, as estrelas que nós vemos... é a luz que ela projetou que chegou aqui na Terra? – questionou Laura.

21 – Sim, as estrelas emitem luz, que nem o Sol. Só que as estrelas que vemos à noite estão muito longe – falamos.

22 – Mas é a luz dela que chegou até aqui? – perguntou Laura.

23 – Sim – confirmamos.

Moisés tomou a palavra com uma curiosidade:

24 – Professor, já me falaram que o brilho das estrelas demora quatro anos e poucos meses pra chegar até aqui, e aqui ela se apaga.

25 – Se você tem uma estrela que está a uma distância de quatro anos-luz aqui da Terra, significa que a luz que você está vendo saiu dela há quatro anos atrás. As estrelas emitem luz, mas você não as vê em tempo real, porque a luz leva um tempo para se deslocar – esclarecemos.

26 – Então se ela apagar eu só vou ver daqui há quatro anos? – questionou Vítor.

27 – Isso! Se ela desaparecesse, nós só iríamos saber isso com uma defasagem de quatro anos. Tem uma estrela na constelação de Escorpião, chamada Antares, muito grande, vermelha, que está a 600 anos-luz da gente. Então estamos vendo hoje como ela era 600 anos atrás. Tudo o que vemos no céu está desatualizado – acrescentamos.

Os alunos demonstraram espanto, e vários deles falaram simultaneamente. Lívia questionou:

28 – E a estrela cadente, a luz que a gente vê dela?

29 – Uma “estrela cadente” é nada mais que um meteorito, uma pedrinha que entra na atmosfera que, com atrito com o ar, pega fogo – explicamos.

Moisés voltou a questionar:

30 – Professor, podem existir estrelas maiores que Terra e que a gente vê pequenininho só porque elas estão longe?

31 – É. Geralmente as estrelas são até maiores que o Sol – respondemos.

32 – Maiores que o Sol? – rebateu Moisés, aparentemente espantado.

33 – É. O Sol é uma estrela! – esclarecemos.

34 – O que são as estrelas professor? – interrogou Isadora, com curiosidade.

35 – As estrelas são bolas gigantes de gás, basicamente de hidrogênio. Nas estrelas, o hidrogênio está virando outros elementos químicos. Quando isso acontece, essa reação libera energia. À medida que o hidrogênio acaba, a estrela começa a “morrer”. Dependendo da massa da estrela, ela tem um ciclo de vida diferente. Se ela tiver muita massa, seu hidrogênio acaba muito rápido. – explicamos.

36 – Professor, na *Discovery Channel* eu vi que o Sol vai crescer, engolir todos os planetas... – questionou Vítor.

37 – Nem todos – ponderamos – Vai engolir Mercúrio, Vênus. Pode ser que engula a Terra, pode ser que não engula...

Os alunos demonstraram interesse e Bianca exclamou:

38 – Que coisa interessante!

39 – Vai ficar quente pra caramba! – falou um aluno.

Prosseguimos:

40 – O Sol vai virar uma gigante vermelha. Quando a estrela muda a coloração pro vermelho, ela esfria um pouco, mas como ela deve ficar tão próxima, ou vai nos engolir, vai tostar tudo!

Retornando ao diálogo estabelecido na turma A sobre o movimento aparente das estrelas, relembramos os principais movimentos da Terra: a **rotação** (movimento que o planeta faz em torno de si próprio) e a **translação** (movimento que o planeta faz em torno do Sol). Mostrando uma animação computacional que exibía a rotação terrestre, conforme a Figura 11, questionamos:



Figura 11: uma animação mostrou o movimento de rotação da Terra.

41 – Eu “coloquei” quatro sujeitos sobre a superfície da Terra. Será que eles vão ter a mesma percepção de mudança das estrelas no céu?

Os alunos se manifestaram dizendo expressões como “Não!”, “Acho que não”.

42 – Esse observador que está aqui no topo está girando apenas em torno de si próprio, não é? – dissemos, em referência ao observador situado no Pólo Norte – o outro não, não é? – em referência ao observador na Linha do Equador – como vai ser a trajetória aparente das estrelas que eles estão observando?

Os alunos pareceram ficar confusos, com dificuldade para verbalizar uma explicação para o questionamento feito, mas César se manifestou:

43 – Nos pólos não vai alterar tanto a posição das estrelas.

44 – Mas muda? – interrogamos.

45 – Muda porque (a Terra) está rodando.

46 – A não ser que ele esteja exatamente no centro (no pólo) – falou outro aluno.

Insistimos para eles pensassem sobre como seria o movimento aparente das estrelas para cada observador:

47 – Imagine que esteja noite, para todos eles e imaginem como eles estariam observando a trajetória dos astros no céu.

48 – Depende de cada um deles – falou Ana.

49 – Vamos pensar no primeiro ali (exibindo a Figura 12).

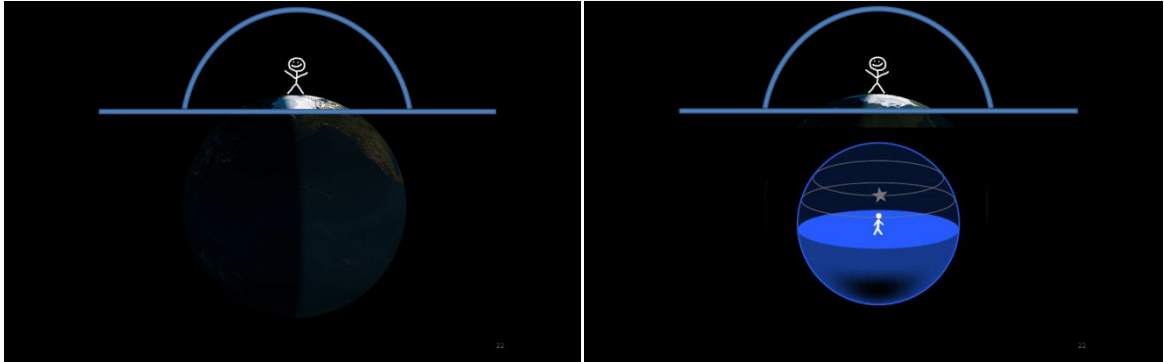


Figura 12: Trajetória aparente das estrelas para um observador nos pólos terrestres.

Pedimos para os alunos imaginarem a modificação aparente do céu para este observador. Muitos alunos mostraram-se pouco participativos nesse momento, outros davam explicações imprecisas, contudo, Antônio tomou a palavra:

50 – Se as estrelas estivessem mais nas bases (mais no horizonte), elas girariam assim – disse o aluno, fazendo um movimento circular e horizontal com a mão. Se ela estivesse em cima (no zênite), ia ver só um pontinho.

51 – Se você tivesse uma estrela bem em cima, no topo do céu, ela não ia sair do lugar – falamos.

Alguns alunos concordaram com nossa reflexão. Outros falaram que não entenderam. Aline explicou novamente nosso pensamento para os colegas e colaboramos a explanação dela. Prosseguimos:

52 – Vamos ver agora na Linha do Equador? (exibindo a Figura 13)

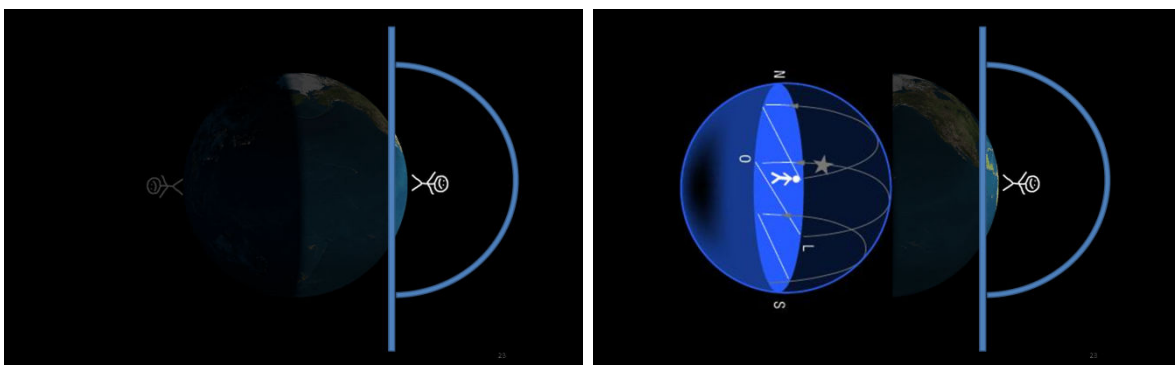


Figura 13: Trajetória aparente das estrelas para um observador na Linha do Equador.

53 – Como esse cidadão verá a trajetória das estrelas? – perguntamos.

54 – Na vertical! – falou Aline.

55 – O inverso daquele – acrescentou Ana.

56 – A gente ia observar o Sol nascendo onde? Em qual ponto cardinal? – indagamos.

Alguns alunos falaram acanhadamente “No Leste”. Confirmamos a resposta e perguntamos:

57 – E vai se pôr onde?

Com mais segurança, os alunos reponderam “no Oeste” e confirmamos as conclusões deles a respeito da trajetória vertical dos astros nesta situação.

58 – Vou colocar o observador em outra situação, parecida com a nossa. Nós não estamos no Hemisfério Sul? Como seria a trajetória aparente das estrelas pra gente? – questionamos (exibindo a Figura 14).

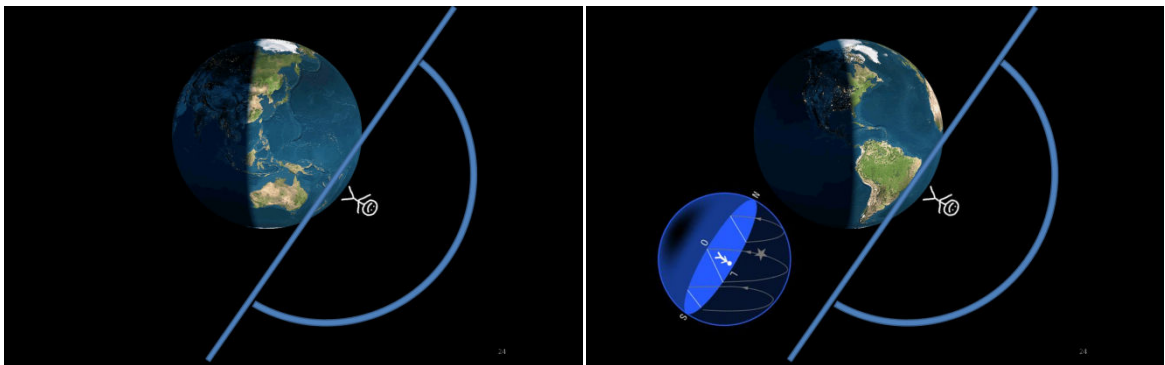


Figura 14: Trajetória aparente das estrelas para um observador no Hemisfério Sul.

59 – Diagonal! – manifestou-se Antônio.

60 – Mas diagonal para qual lado? – indagamos.

61 – Professor, isso é muito difícil! – reclamou Aline.

62 – Alguém tem ideia? – insistimos.

Os alunos citaram diversos pontos cardiais e até mesmo colaterais, sem entrarem em acordo. Em um único slide, colocamos todas as situações anteriores e mais o caso de um observador no Hemisfério Norte. Para facilitar o entendimento das trajetórias aparentes das estrelas, o plano local dos observadores foi colocado na horizontal, deixando mais evidente o caminho descrito pelas estrelas (Figura 15). Aí, então, retomamos o terceiro caso – a do observador localizado no Hemisfério Sul:

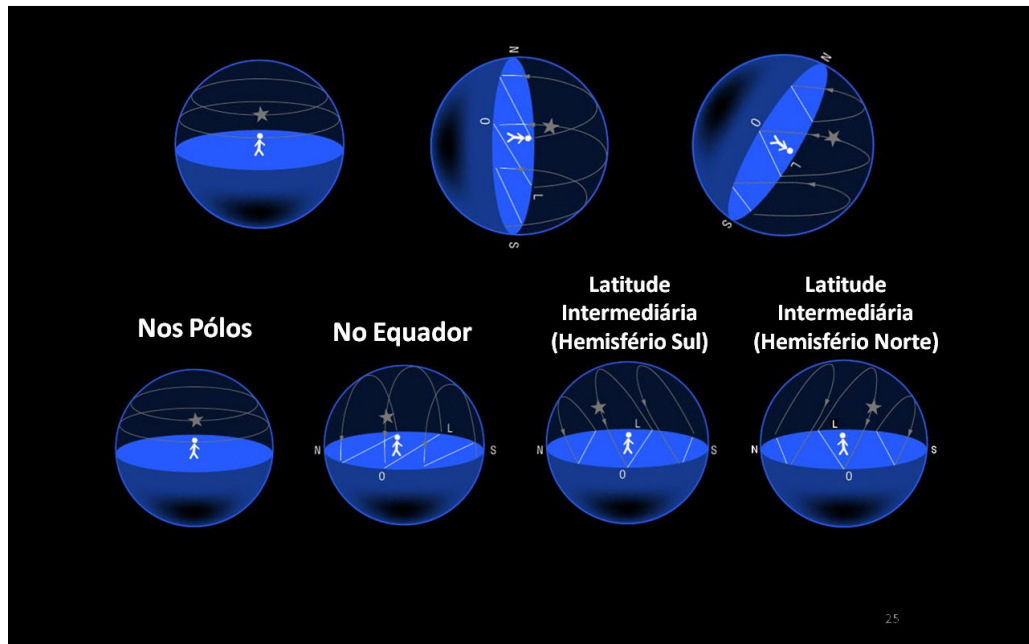


Figura 15: Colocando na horizontal o plano de visualização de cada observador, fica mais fácil imaginar a trajetória aparente das estrelas para cada um deles.

63 – Se eu “pego” esse observador aqui (no Hemisfério Sul) e ponho o plano de localização dele na horizontal, como ficará a trajetória das estrelas?

64 – Na vertical! – exclamou Ana.

65 – Não! É na diagonal. – advertiu Isadora.

66 – Observem a inclinação. Ela está direcionada para qual ponto cardeal? – questionamos, recorrendo à figura.

67 – Para o Norte! – disseram alguns alunos.

68 – E se o observador estivesse no Hemisfério Norte? Como seria a inclinação? – perguntamos.

69 – Para o Sul! – deduziram os alunos.

70 – Sim! A inclinação seria na direção contrária – confirmamos.

E aí então mostramos a figura correspondente à trajetória das estrelas para observadores no Hemisfério Norte, completando todas as possibilidades.

71 – Ai, que louco! – admirou-se Ana – Nós estamos no Sul e vemos a inclinação (da trajetória das estrelas) para o Norte. E quem tá no Norte vê para o Sul!

72 – Então ninguém vê as estrelas no mesmo jeito! – acrescentou Isadora.

Embora a transcrição parcial das falas não deixe tão explícito, o diálogo tornou-se pouco fluente e bastante repetitivo nos slides referentes ao movimento aparente das estrelas até então, dado que sempre voltávamos às mesmas explicações até que pudéssemos prosseguir adiante nos exemplos mostrados das trajetórias aparentes das estrelas.

4.6 Montagem do mini-planetário

Começamos essa aula, também com duração de 1h40min, comentando sobre planetários (fixos e infláveis) para, em seguida apresentarmos aos alunos o MP. Explicamos seu objetivo e funcionamento e deixamos um MP pronto circulando nas mãos deles enquanto falávamos. Os estudantes se dividiram em duplas e todos os pares receberam os materiais necessários para a montagem do MP¹⁰. Julgamos que o trabalho de montagem do material em duplas seria mais proveitoso, pois seria uma atividade colaborativa. Após a distribuição dos *kits* de montagem no material, seguimos comentando cada etapa da montagem, com o auxílio de uma apresentação de slides, em *datashow*, ilustrada com fotos, tal qual como temos no manual de montagem do MP deixado no Apêndice E dessa dissertação. Ao chegarmos à etapa correspondente à colagem do papel celofane vermelho ou azul nos furos abertos das estrelas (conforme Etapa 4 do Manual de Montagem do MP), com a finalidade de representar mais fielmente sua Classe Espectral na projeção oferecida pelo material, questionamos¹¹:

73 – Lembram que eu perguntei naquele questionário (Teste Prévio) se vocês tinham notado estrelas que eram vermelhas, azuis?

74 – Eu nunca tinha visto estrela vermelha! – disparou Bianca.

75 – Quem nunca viu? – perguntamos.

Alguns alunos se manifestaram levantando o dedo confirmando nunca terem notado tal fato.

76 – Eu também não! – falou uma aluna.

77 – Nunca parou para ver Antares, da Constelação de Escorpião?

78 – Eu nunca vi essas coisas! – acrescentou outra.

¹⁰ Da lista de materiais necessários para operar a montagem do MP, encontrada no Apêndice E, alguns foram cedidos por nós, outros foram trazidos pelos próprios alunos.

¹¹ Diálogo estabelecido com a turma C.

79 – Boa parte das estrelas que notamos são brancas e amarelas, mas têm algumas estrelas vermelhas e azuis que são possíveis notar a olho nu mesmo. Tem pelo menos duas estrelas que podemos ver nitidamente que são vermelhas – falamos, pegando a estrutura de um MP em fase inicial de montagem (tal qual a Figura 16)

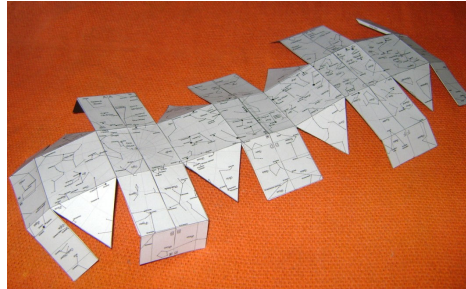


Figura 16: mini-planetário, em fase de montagem.

Prosseguimos:

80 – Essa estrela que eu falei, Antares, é bem vermelha. Para termos uma projeção também vermelha, vamos colar um pequeno pedaço de papel celofane no orifício das estrelas que forem vermelhas.

81 – E como que eu vou saber (quais estrelas são vermelhas)? – questionou Bianca.

82 – Ótima pergunta! Achem aí a Constelação de Escorpião – sugerimos.

Os alunos buscaram pela constelação nos desenhos do material.

83 – Procurem por Antares – especificamos.

Os alunos se auxiliam até que todos encontraram a referida estrela.

84 – Estão vendo que a palavra Antares tem uma letra entre parênteses¹²? Que letra é? – perguntamos.

85 – M – disseram alguns alunos.

86 – Boa parte das estrelas que vocês estão vendo aí (nos desenhos do MP) têm nome e a letra que está dentro dos parênteses, logo à frente, representa a Classe Espectral da estrela.

87 – O que é isso, professor? – perguntou Laura.

¹² Nos desenhos das constelações, as estrelas que têm seu nome indicado nas figuras, também acompanha sua Classe Espectral.

88 – É uma classificação para a cor dela. Todas as estrelas classificadas como M são vermelhas – explicamos.

Sugerimos para que os alunos colocassem o papel celofane vermelho ou azul apenas em algumas estrelas, aquelas que nos parecem mais brilhantes.

89 – Outra estrela que você pode colocar o papel vermelho é Beteguese, na Constelação de Órion – recomendamos, indicando onde esta estrela estava localizada na estrutura do MP – Estão vendo que estas estrelas que estão próximas¹³ foi colocado papel azul? - prosseguimos, exibindo a Figura 17.

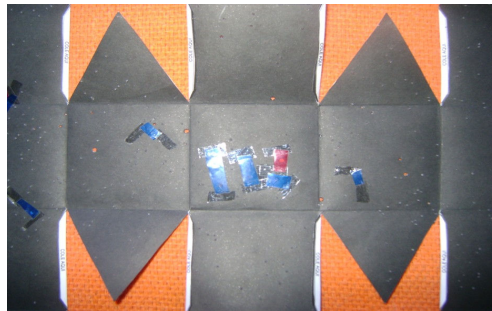


Figura 17: papel celofane vermelho e azul colado nos furos de algumas estrelas, de acordo com sua Classe Espectral.

90 – Essas estrelas que têm o papel celofane azul pertencem a Classe Espectral B ou O – falamos.

91 – E essas que a têm a letra F, K? – perguntou Bianca.

92 – Elas são amarelas. É necessário colocar algum papel nelas? – indagamos.

93 – Não – responderam os alunos, já que a fonte luminosa é amarela.

Complementando a discussão sobre a variedade das estrelas, mostramos uma imagem, em escala de tamanho, contendo algumas das mais conhecidas, obtida facilmente na internet (Figura 18):

¹³ Em referência às estrelas mais visíveis da Constelação de Órion: Rigel, Saiph, Belatrix e as populares “Três Marais” – Mintaka, Alnilam e Alnitak.

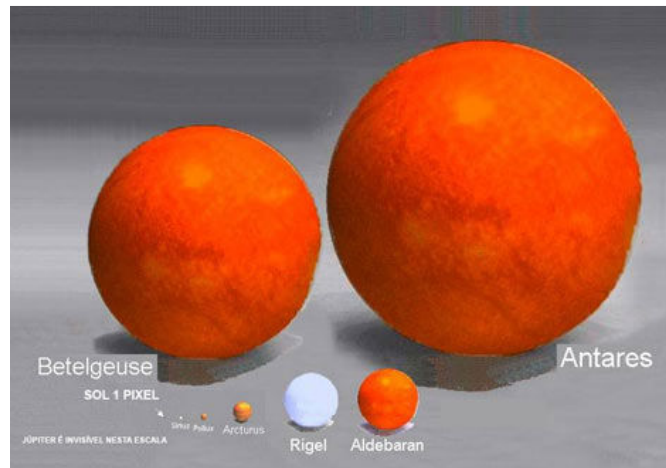


Figura 18: Proporção de tamanho entre algumas estrelas. Nessa escala, o Sol tem dimensão de apenas um pixel.

94 – Eu peguei essa imagem para vocês terem uma ideia do tamanho de algumas estrelas contidas no MP, como Betegulsee, Antares, da Classe Espectral M; Aldebaran, alaranjada; Riguel, que é azul, e outras também – iniciamos.

95 – Professor, qual a comparação de tamanho do Sol com relação a Antares? – interrompeu Bianca.

96 – O tamanho do Sol seria de um pixel – respondemos.

97 – Hã? – disparou Raul, surpreso.

98 – Sério? Que horror! – falou Bianca, impressionada.

Os alunos comaçaram a falar, admirados.

99 – Olha o preconceito, viu! – brincou Raul.

Os alunos caíram na gargalhada. Explicamos, para alguns que não haviam entendido a comparação, que um pixel correspondia a apenas um ponto, na figura, e a turma pareceu ainda mais espantada com a diferença de tamanho entre Antares e o Sol.

Aproveitamos a ocasião para dialogar sobre o porquê da diferença de cores entre as estrelas:

100 – Por que será que existem estrelas vermelhas, azuis? O que vai influenciar nisso?

101 – Não tenho a mínima ideia – falou Bianca.

102 – Por conta da força dela? – disse Laura, de maneira tímida.

103 – Força? Que força? – rebatemos – Do quê que é feito uma estrela como o Sol, por exemplo? – perguntamos.

104 – De queijo! – disse um aluno.

105 – É a Lua que é feita de queijo! – falou um outro.

106 – A Lua é de queijo – brincamos – mas e o Sol, é de quê?

107 – É de queijo *cheddar* – caçoou outra aluna.

Depois do momento de descontração gerado pelos alunos, Vitor respondeu:

108 – De hidrogênio!

109 – Boa parte do Sol é constituída de hidrogênio e hélio. Quanto mais velhas forem as estrelas, mais baixa é a sua concentração de hidrogênio. Dependendo de sua massa, as estrelas, quando mais velhas, ficam avermelhadas, e mudam de temperatura. Comparando Antares com Rigel, qual é mais quente?

110 – Antares! – falaram vários alunos.

111 – Negativo. É Rigel! As estrelas azuis são mais quentes que as vermelhas – contrariamos.

112 – Que sentido isso faz? – perguntou Vitor.

113 – Por quê? – perguntou Antônio, logo em seguida.

114 – Intuitivamente temos a impressão que a cor vermelha é quente e a azul é fria. Mas isso é só impressão, senso comum. A cor vermelha é uma cor menos energética do que o azul. Sendo menos energética, é um pouco mais fria – explicamos.

Ao chegarmos à explicação da inclinação do eixo principal do MP, e o seu encaixe na base do material, mostramos a Figura 19:



Figura 19: O ângulo de inclinação – θ – equivale à latitude do local que se deseja obter a visualização do céu.

115 – O próximo passo é você colocar esse objeto (corpo principal do MP) na caixinha (base) – falamos, exibindo a parte principal do material – Estão vendo o modo como ele está inclinado? Qual o motivo dessa inclinação? – perguntamos.

116 – Pra ficar de acordo com Brasília – falou Carolina.

117 – Exato! Eu havia comentado que o MP está programado pra mostrar o céu daqui – confirmamos – Qual que é a latitude de Brasília? – continuamos.

118 – Quinze graus – falaram os alunos.

119 – E esse ângulo de inclinação do MP? Vai ser de quantos graus? – interrogamos.

120 – Quinze – disseram os estudantes.

121 – Quinze graus também – reiteramos – Porto Alegre é uma cidade localizada em uma latitude maior ou menor que a nossa? – questionamos.

122 – Maior – responderam os alunos.

123 – Correto! Consequentemente a inclinação será maior.

Na sequência, prosseguimos explicando o restante do passo a passo da montagem do MP. Finalizada a discussão sobre esses detalhes, as duplas de trabalho deram início a montagem do material em sala de aula.

4.7 Aprendendo a usar o MP:

Na última aula dentro do nosso espaço habitual – a sala de aula –, novamente com duração de 1h40min, discutimos sobre como é utilizado o MP, enfocando alguns detalhes do movimento celeste ao longo dessa conversa. Mostrando a Figura D, e recapitulando o que havia sido discutido naquela ocasião, prosseguimos questionando aos alunos como poderíamos reproduzir, como o MP, o céu das quatro localidades mencionadas.

124 – Se eu quiser representar, com o MP, o céu de quem está nos pólos, como faremos? Como iremos posicionar o palito da parte principal?

125 – Vai colocar ele assim – falou Daniele, fazendo um vertical gesto com a mão.

126 – Muito bem! Você deve colocar o palito na vertical. Colocando ele pra girar, como veremos a trajetória aparente das estrelas? – questionamos.

127 – Na horizontal – completou Sérgio.

128 – Uma pessoa que está na Linha do Equador, está numa latitude de quantos graus? – prosseguimos.

129 – Zero! – respondem os alunos.

130 – Correto! Se quisermos usar o MP pra representar o céu de um observador localizado na Linha do Equador, como posicionaremos o palito? – perguntamos.

131 – Assim, reto – falaram alguns alunos, fazendo um gesto horizontal com as mãos.

132 – Isso! Colocaremos o palito deitado, sem inclinação alguma. Se formos imaginar o MP em funcionamento (girando), como estaremos vendo a mudança aparente das estrelas? – interrogamos.

133 – Vertical! – respondeu Sérgio.

134 – Sempre vertical! – reforçamos.

135 – O senhor fez esse aí pra projetar o céu de Brasília.

136 – Exatamente. No nosso caso, planejei esse MP considerando a inclinação do céu de Brasília. Com as medidas que usamos, essa inclinação equivale 15° . E se tivéssemos em Porto Alegre? Lá a latitude é maior ou menor que a nossa? – perguntamos.

137 – Maior! – disseram os alunos.

138 – Correto, lá a latitude é em torno de 30° . Logo, como ficaria a inclinação do palito para representar o céu de lá?

139 – Ia ser mais inclinado! – respondeu Daniele.

140 – Sim. Se vocês quisessem representar o céu de uma cidade como Porto Alegre ou outra mais ao Sul, é necessário conhecer a latitude do local e calcular a inclinação do palito – acrescentamos – A última situação aí é o céu do Hemisfério Norte.

141 – Ia ficar com a inclinação pra cá – acrescentou Diogo, fazendo uma representação com o braço indicando uma inclinação oposta à do Hemisfério Sul.

Recapitulamos como encontrar os pontos cardeais usando o movimento do Sol e retomamos questionamentos sobre as nuances do céu noturno:

142 – Se você estiver girando o MP e for imaginar a projeção das estrelas para o céu de Brasília, percebem que o céu gira em torno desse ponto aqui? – dissemos, apontando para o Pólo Celeste Sul, no MP – Esse é o Pólo Celeste Sul. Existe o Pólo Celeste Sul e o Pólo Celeste Norte. Nós conseguimos ver o Pólo Celeste Norte?

143 – Não! – disseram os alunos.

144 – Exato! O que está da borda da caixa para baixo você não vê. Pelo contrário, o que está da borda da caixa para cima é o que você está visualizando no céu. O Pólo Celeste Norte está abaixo da borda da caixa. Por mais que você gire o globo, você nunca o verá, já o Pólo Celeste Sul estará sempre no nosso céu.

Prosseguimos fazendo mais reflexões sobre as variações celestes:

145 – As estrelas vistas daqui de Brasília são exatamente as mesmas vistas de outro local?

146 – Não! – disseram os alunos.

147 – O quê que muda? – perguntamos.

148 – A posição que ela se encontra – falou Daniele.

149 – Sim! Veja... o MP não está inclinado?

Os alunos concordaram.

150 – À medida que a latitude aumenta, e a inclinação do palito também, você passará a ver novas constelações e deixará de ver outras. Já as constelações mais centrais (próximas da eclíptica), você permanecerá vendo, só que em posição mais inclinada – explicamos.

Avançamos comentando sobre as Grandes Navegações (séc. XVI) e a crença de algumas pessoas, superada, na época, de que a Terra fosse plana, apoiada pela primeira viagem de circum-navegação de Fernão de Magalhães. Nessas viagens, como uma consequência da esfericidade da Terra, novas constelações foram visualizadas, como a do Cruzeiro do Sul, amplamente utilizada pelos navegadores para orientação. Aproveitando esses comentários, pedimos que os alunos localizassem, no MP, essa constelação. Após algum trabalho para que todos localizarem a constelação, questionamos:

151 – Como podemos usar essa constelação para encontrar os pontos cardeais? Vocês acham que ela sempre aponta para o Sul?

Os alunos se dividiram nas respostas.

152 – O Cruzeiro do Sul aponta para o Sul – afirmou João.

153 – Você acha que essa constelação sempre aponta para o Sul?

Alguns alunos falaram que “Sim”, outros que “Não”, outro falou que “Depende”.

154 – Vejam essa imagem. Vamos decifrá-la – falamos, exibindo a Figura 20:

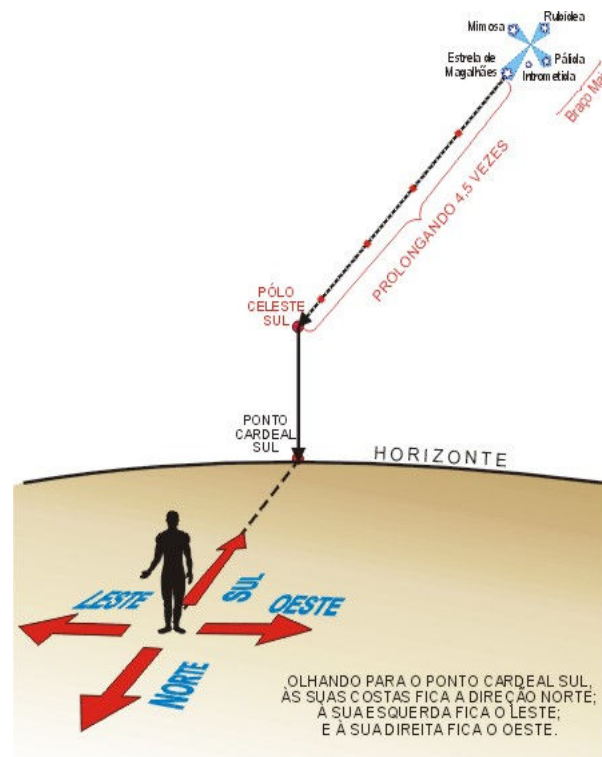


Figura 20: Procedimento para localização dos Pontos Cardeais.

155 – Algumas pessoas acreditam que a constelação do Cruzeiro do Sul sempre aponta para o Ponto Cardeal Sul, mas essa ideia não está correta. Ainda assim, você pode usá-la para encontrar os Pontos Cardeais – prosseguimos. Se você for girar o globo do MP, percebem que a haste maior da constelação Cruzeiro do Sul aponta para este ponto? Que ponto é esse? – questionamos, apontado para o Pólo Celeste Sul, com o auxílio do MP.

156 – Para o Sul – falou João.

157 – Para o Sul? O Sul está aqui – rebatemos, apontando para o Ponto Cardeal Sul, na figura, localizado no horizonte.

Questionamos novamente os alunos sobre o ponto para o qual aponta o braço maior da constelação do Cruzeiro do Sul, finalmente eles responderam que tratava do Pólo Celeste Sul.

158 – Imaginem a trajetória aparente da constelação do Cruzeiro do Sul ao longo da noite. Ela sempre apontará para o Pólo Celeste Sul – afirmamos, mostrando a rotação do globo do MP – Depois de encontrado o Pólo Celeste Sul, e prolongando quatro vezes e meia o tamanho do braço maior do Cruzeiro, é só traçar uma linha na vertical até o horizonte.

Completamos a discussão sobre a Constelação do Cruzeiro do Sul apresentando o nome das estrelas que a constitui: Rubídea (estrela mais superior), Mimosa e Pálida (que fazem parte do braço menor do Cruzeiro), a Estrela de Magalhães (estrela mais brilhante da constelação) e a Intrometida, que faz parte da região dessa constelação, mas está fora do desenho da Cruz. Depois disso, nossa discussão sobre as constelações girou em torno da própria definição de constelação:

159 – Estamos tanto falando em constelação. Mas o que é uma constelação?

160 – É um conjunto de estrelas – disseram os alunos.

161 – E essas estrelas estão próximas umas das outras?

162 – Não! Falou Sérgio – olhando parece, mas...

163 – Aparentemente estão perto, mas, na prática, não necessariamente estão próximas – falamos.

Continuamos:

164 – Quando olhamos a constelação do Cruzeiro do Sul (Figura 21), cada uma está a uma distância diferente da Terra.

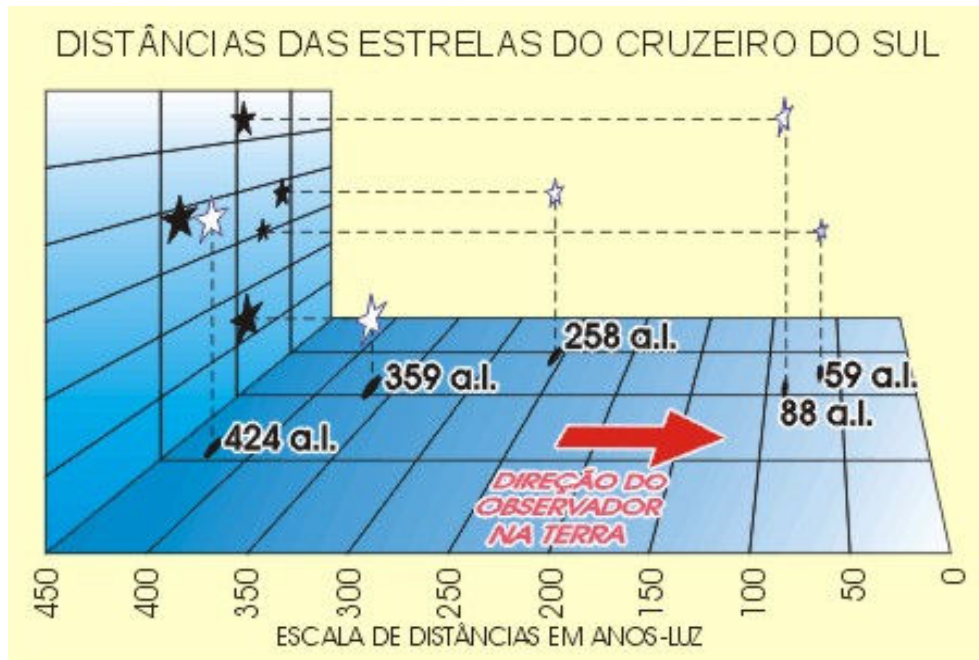


Figura 21: Perspectiva da constelação do Cruzeiro do Sul

165 – Professor, lá em cima é uma coisa e o que nós vemos é outra? – perguntou Ana.

Explicamos, com outras palavras, dizendo que elas têm o formato de uma cruz quando vemos daqui da Terra, mas que a proximidade delas é apenas aparente. Cada uma está a uma distância diferente da Terra.

166 – As estrelas não estão sempre em movimento? Como é que elas não deformam a imagem? – questionou Marcelo.

167 – As estrelas tem um movimento entre si, mas para nós, é imperceptível. Uma constelação, que vemos com um determinado desenho hoje, ao longo dos anos, praticamente não muda, apenas existe alteração significativa quando você considera intervalos de tempo de milhares de anos – explicamos.

168 – E se uma estrela dessas morrer? Ela vai virar um buraco negro? A constelação some? – interrogou o mesmo aluno.

169 – Não! Uma estrela quando morre não precisa necessariamente virar um buraco negro, a não ser que ela seja uma estrela com massa muito grande. Uma estrela como o Sol não terá esse final – esclarecemos.

Passando a discutir detalhes do movimento aparente do céu, com caráter mais quantitativo, questionamos novamente os alunos, exibindo o desenho da constelação de Escorpião (Figura 22).

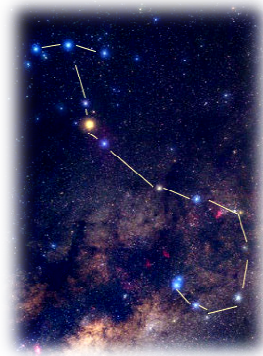


Figura 22: As constelações zodiacais, como a de Escorpião, percorrem uma trajetória parecida com a do Sol.

170 – Que constelação é essa?

171 – Parece um “J” – falou Aline.

172 – É Escorpião – falaram outros alunos.

Mostramos o que seria o “rabo” e a “cabeça” do Escorpião.

173 – Vocês já a encontraram aí no MP?

174 – Já! – Falou Cláudia.

175 – Num dia qualquer, que horas, aproximadamente, escurece? – questionamos.

176 – Umas seis horas – falaram alguns alunos.

177 – Ok! Suponham que por volta de seis horas da noite, esta constelação esteja nascendo no horizonte, no Ponto Cardeal Leste – imaginamos.

Para explicar a trajetória aparente desta constelação, recapitulamos como se dá o movimento do Sol – do amanhecer ao ocaso.

178 – Imaginando essa situação, por volta de que horário Escorpião estaria no alto do céu?

179 – Meia-noite – responderam vários alunos.

180 – E vai estar no outro lado, no horizonte Oeste, que horas? – perguntamos.

181 – Seis horas da manhã – respondeu Diogo.

Revisamos essa ideia e propomos novas reflexões:

182 – Para quem tem o MP montado, procurem aí, no calendário central, a data de hoje¹⁴.

Orientamos os alunos na localização da data e pedimos que colocassem a indicação da data rente à borda da caixinha do MP que contém uma seta.

183 – Vejam as constelações que estão da borda da caixa para cima. Este é o céu de hoje à meia-noite – explicamos – Quais constelações estão mais para o alto?

184 – A de Unicórnio – falou Sérgio.

185 – A de Unicórnio está se pondo. As mais visíveis são a de Virgem e de Libra. A de Escorpião também.

Prosseguimos:

186 – Se essa configuração do MP mostra o céu de hoje, a meia noite, colocando a data de amanhã, o céu estará muito diferente nesse horário?

187 – Não! – falaram os alunos.

188 – E o céu de depois de amanhã? – interrogamos.

189 – Muito pouquinho – falou Diogo.

Explicamos a diferença entre este pensamento e o anterior, associando cada modificação ao movimento de rotação e translação da Terra, respectivamente.

190 – Considerando o céu daqui há um mês, também a meia noite, estará diferente?

191 – Um pouco mais – falou Diogo.

192 – Suponham que a constelação de Escorpião esteja nascendo no horizonte, num determinado dia do ano, à meia noite. Quanto tempo depois ela estará no alto do céu, também à meia-noite? – propomos.

Os alunos falaram diversas datas e pareceram confusos. Ana insistiu em falar doze meses depois. Após repassarmos as últimas reflexões, Diogo falou:

193 – Três meses!

A turma ficou agitada por conta da divergência de opiniões. Esclarecemos que no período de seis meses, a constelação estaria desaparecendo no oeste e, um ano depois, estaria exatamente na posição em que propomos

¹⁴ Dia 04/05/2012.

inicialmente (constelação de Escorpião no horizonte leste). Logo, em um quarto de ano, ou seja, três meses depois, estaria localizada no topo do céu.

4.8 Sessão de Planetário

Para marcar o fim dos trabalhos usando o MP, foi montada no pátio da escola uma pequena tenda escura o suficiente para que, no seu interior, pudéssemos fazer algumas sessões de planetário. A turma foi reunida fora da tenda e foram repassadas instruções gerais para os alunos sobre como entrar e se comportar no interior do “planetário” (Figura 23). A turma foi dividida em dois grupos, mais ou menos de mesmo número. Enquanto um grupo foi acomodado na tenda, para a primeira sessão, o outro aguardou do lado de fora. Terminada a primeira apresentação, o grupo que estava aguardando entrou na tenda e assistiu à segunda sessão, nos mesmos moldes que a anterior. Esse procedimento foi repetido nas demais turmas.



Figura 23: Expectativa dos alunos ao entrar na tenda para a sessão de planetário.

Após acomodar os alunos na tenda (Figura 24), iniciamos¹⁵, desligando a luz da lanterna que nos auxiliou, deixando o ambiente completamente sem iluminação:

¹⁵ Interações relatadas com o segundo grupo da turma B.



Figura 24: Alunos acompanhando uma sessão de planetário.

194 – Sejam bem-vindos ao verdadeiro planetário de pobre! Imaginem a noite mais linda e mais estrelada que puderem...

Ligamos a luz do MP.

195 – Ohh! – exclamaram algumas alunas, maravilhadas.

Gradativamente a projeção das estrelas no interior da tenda foi ficando mais nítida, devido à acomodação visual provocada pela maior abertura das nossas pupilas. A partir daí recapitulamos diversos temas que tratamos ao longo das aulas em sala. Falamos da localização dos pontos cardeais usando o Sol e o Cruzeiro do Sul, enfatizando o fato dele não apontar sempre para o Sul. Como consequência do céu girar no sentido leste-oeste, questionamos os alunos, colocando o MP para girar no sentido de avançar a passagem do tempo:

196 – Aqui no Hemisfério Sul, as estrelas próximas ao Pólo Celeste giram no sentido horário ou anti-horário?

197 – Horário! – falaram diversos alunos.

198 – E para quem está olhando para outro lado? O Norte? - interrogamos

199 – Anti-horário – disseram os alunos, atentos às projeções das estrelas.

Confirmamos a conclusão dos alunos e enfatizamos o fato das inclinações das estrelas, aqui no Hemisfério Sul, serem para o Norte. Localizamos a constelação de Órion e a usamos como exemplo para repassar como ocorre a mudança aparente das estrelas ao longo da noite e ao longo do ano. Após relembarmos essas ideias, perguntamos:

200 – Vocês já tinham notado esse tipo de alteração na paisagem celeste?

201 – Eu não! – falou Viviane.

202 – Ninguém olha pro céu! – completou Douglas.

203 – Daqui da cidade é ruim de ver! – completou Viviane.

Camila comentou sobre um ponto muito brilhante que, segundo ela, fica perto da Lua.

204 – Um ponto muito brilhante? É possível que seja o planeta Vênus... – conjecturamos.

205 – Sério? – falou Camila, surpresa.

206 – Ele pode ser visualizado um pouco antes do Sol nascer ou logo depois do pôr do Sol – completamos.

207 – Que legal! – exclamou Viviane.

Comentamos que além da constelação de Órion, outra constelação simples de ser localizada era a de Escorpião. Mudamos a visualização do céu para mostrar essa constelação:

208 – Observem esse desenho aqui... Não parece um ponto de interrogação? – perguntamos, mirando a referida estrela com uma ponteira a laser.

209 – Ah! É mesmo! – afirmou Douglas.

Chamamos a atenção dos alunos para o que seria a “cabeça” e o “tronco” do Escorpião:

210 – Não parece?

211 – Ah é... Parece! – disse Elen.

212 – Esse ponto vermelho é Antares, a estrela mais brilhante da Constelação de Escorpião – acrescentamos.

213 – Existe um mito que conta as histórias de Escorpião e Órion. O Órion era um gigante caçador, um ser mitológico, muito grande e forte. Era tão grande que, mesmo andando dentro das águas, em alto mar, sua cabeça ficava para fora da água. Órion estava exterminando os animais. A deusa Diana, desgostosa com as atitudes de Órion, ordenou que Escorpião matasse Órion. Escorpião e Órion duelaram, e Escorpião mordeu Órion no calcanhar, contudo, Órion não morreu. Zeus, deus do Olimpo, considerou que dessa disputa, ninguém saiu vencedor, e resolveu imortalizar essa batalha colocando Escorpião e Órion no céu, de lados

opostos¹⁶. Vejam agora no nosso céu. Qual dessas duas constelações estamos enxergando?

214 – Escorpião! – falou Camila.

215 – Então, se estamos vendo a Constelação de Escorpião, poderemos ver a Constelação de Órion? – perguntamos.

216 – Não! – disseram os alunos.

Mostramos esse fato girando o MP e apontando a oposição dessas constelações, lembrando que Órion também recebeu a companhia do seu fiel cachorro – o Cão Maior.

217 – Espero que tenham gostado! Até a próxima!

Os alunos aplaudiram a sessão e foram liberados. Esta foi a última aula propriamente dita empregando o MP.

4.9 Aplicação do Teste Posterior.

No encontro seguinte que tivemos com cada turma, aplicamos um Teste Posterior (Apêndice C) e uma Avaliação da Metodologia (Apêndice D). Abordando as mesmas temáticas que o Teste Prévio, quase todas as questões contidas no Teste Posterior foram elaboradas em um nível de dificuldade mais elevado, sendo seis questões de autoria do pesquisador e outras duas retiradas de provas anteriores da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA).

¹⁶ Essa história pode ser encontrada com versões diferentes.

CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO

Para a organização da análise e categorização das respostas obtidas tanto no Teste Prévio quanto no Teste Posterior, optou-se pela utilização da *Análise de Conteúdo* (BARDIN, 1977) para tratar os dados gerados. Um dos objetivos da Análise Conteúdo é a ultrapassagem da incerteza, consistindo numa interpretação pessoal do pesquisador, buscando realizar uma leitura que pode ser generalizável, realizada pelas demais pessoas (BARDIN, 1977).

Para Bardin (1977), a Análise de Conteúdo está dividida em três etapas:

1. *Pré-análise*: inicialmente o pesquisador realiza uma leitura flutuante do material a ser analisado, correspondendo a um período de intuições, conjecturas, formulação de hipóteses e objetivos norteadores da investigação. O pesquisador se deixa invadir por impressões e orientações, mas, pouco a pouco, a leitura vai se tornando mais precisa. Depois disso, determina-se a escolha dos documentos a serem analisados (nesta pesquisa, questionários e gravações em vídeo). Fechando esta etapa, o material deve ser preparado no sentido de facilitar a análise como, por exemplo, a transcrição de respostas à perguntas abertas, transcrição de entrevistas, etc. Levando em conta os dados coletados para este trabalho, transcreveu-se trechos cruciais dos áudios das aulas e as respostas de todos os formulários preenchidos pelos estudantes.
2. *Exploração do Material*: Nessa etapa, as decisões tomadas inicialmente são administradas. Esta fase é exaustiva, consistindo primordialmente em operações de codificação/enumeração dos dados em função das escolhas prévias.
3. *Tratamento dos resultados obtidos e interpretação*: Aqui os dados brutos são tratados de maneira a serem significativos e válidos. Operações estatísticas simples (percentagens) ou complexas (análise fatorial) permitem confeccionar quadros, diagramas, figuras e modelos que simplificam e resumem as informações obtidas.

5.1 Conhecendo um pouco melhor os estudantes

Uma enquete preenchida pelos alunos ajudou numa melhor caracterização do grupo de estudantes envolvidos nessa pesquisa. Quase todos eles (91%) revelaram saber o que é um planetário – considerando, claro, que a concepção de planetário deles seja a mesma por nós adotada. Cerca da metade dos estudantes (52%) já revelou ter visitado um planetário, fixo ou móvel. Provavelmente o tipo de planetário visitado por esses alunos seja móvel, já que um planetário inflável da própria rede escolar já passou pelo colégio, além das diversas visitas do Planetário Itinerante da Universidade de Brasília (UnB). Boa parte dos alunos que já afirmaram ter visitado um planetário (79%), gostaram da experiência. Em torno da metade desse grupo (52%) ainda lembrava alguma coisa que tinham aprendido na visita ao planetário. Por fim, 53% deles asseguraram já ter estudado Astronomia durante o Ensino Fundamental, ainda que, segundo parte deles, em nível básico.

5.2 Análise das respostas apresentadas no Teste Prévio

São apresentadas, na sequência, as cinco questões que compunham o Teste Prévio, seguidas dos gráficos e tabelas produzidos, contendo a análise das respostas dadas pelos estudantes. Para cada pergunta, procurou-se agrupar as respostas em categorias, criadas após uma leitura delas. Como a amostra de alunos é razoável (93), nas tabelas, apenas algumas das respostas – aquelas que foram julgadas mais interessantes – são apresentadas. Além disso, para tornar a categorização das respostas mais claras em relação à sua coerência com o conhecimento científico vigente, usou-se como inspiração uma classificação semelhante à adotada por Iachel (2011), ao analisar concepções prévias sobre estrelas:

CC – Resposta condizente com o conhecimento científico (Conhecimento Condizente).

PC – Resposta parcialmente condizente com o conhecimento científico (Parcialmente Condizente).

NC – Resposta não condizente com o conhecimento científico ou não apresentou justificativa (Não Condizente).

NR – Não respondeu ou afirmou não saber responder.

1ª QUESTÃO - Você sabe como localizar os pontos cardeais usando a constelação do Cruzeiro do Sul? Se souber, explique.

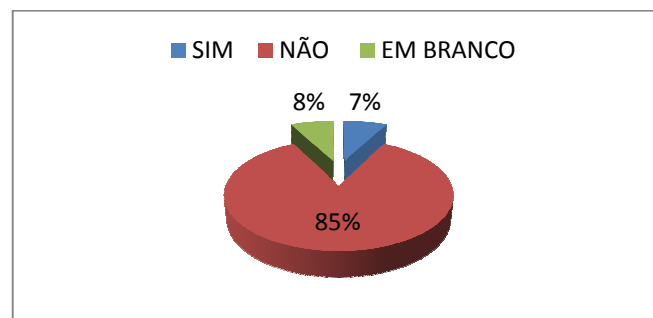


Gráfico 1: Respostas dadas à Questão 1 do Teste Prévio.

Algumas justificativas dadas são mostradas na Tabela 6:

TABELA 6: Algumas respostas dadas à Questão 1 do Teste Prévio.

RESPOSTA	CONCEPÇÃO	TOTAL: 93
SIM (NC)	- O Cruzeiro do Sul aponta para o Sul, fazendo com que os outros fiquem explícitos. - Mas ele fica no meio do mar. - Sei localizar os pontos cardeais através do Cruzeiro do Sul. O Cruzeiro do Sul aponta para o sul. Ao localizar o sul, sabemos que o norte está do lado oposto. Daí nós ficamos em direção ao norte e sabemos que o Sol nasce a leste e se põem a oeste.	7
NR	- Não sei.	86

Elas indicam o desconhecimento da maioria dos alunos em se localizar usando a constelação do Cruzeiro do Sul. A pequena parte dos alunos que afirmou saber usá-la para encontrar os pontos cardeais entende que tal constelação aponta, de fato, para o Ponto Cardeal Sul, corroborando com uma listagem de concepções alternativas catalogadas por Langhi (2011), das quais uma delas afirma que o madeiro maior do Cruzeiro do Sul indica sempre o Ponto Cardeal Sul.

2ª QUESTÃO – Você acha que a posição das estrelas se altera, no céu, ao longo de uma única noite? Comente.

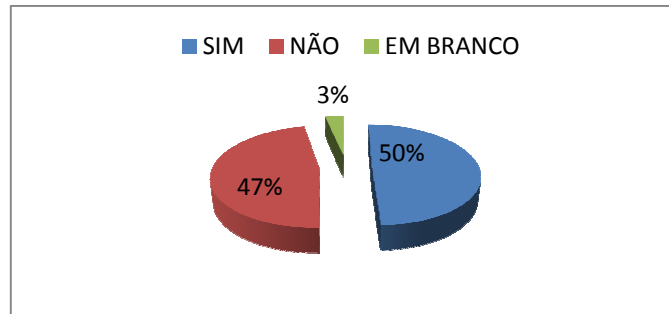


Gráfico 2: Respostas dadas à Questão 2 do Teste Prévio.

Embora metade dos alunos dissesse que o céu noturno sofre sim alterações, o entendimento que eles tiveram dessa questão foi bastante variado, permitindo o agrupamento das respostas em categorias conforme a Tabela 7.

TABELA 7: Algumas respostas dadas à Questão 2 do Teste Prévio.

RESPOSTA	CONCEPÇÃO	TOTAL:
A		93
SIM (CC)	- Sim, pois com o movimento ou rotação da Terra, a posição das estrelas se altera. - Deve mudar, assim como o Sol muda durante o dia, a Lua durante a noite, as estrelas devem também se alterar. - Sim, por que se você olhar uma noite as estrelas estarão numa posição e mais tarde elas não estarão mais no mesmo lugar.	25
SIM (PC)	- Sim, eu acho que elas se movimentam muito lentamente. - Sim, as estrelas estão sempre em movimento, mas elas estão tão longe que parecem estar paradas.	11
SIM (NC)	- Sim, por conta da gravidade. - Sim, pois elas também possuem movimento como os planetas. - Sim, elas mudam de lugar de acordo com a noite. - Sim, pois as nuvens se alteram.	10
NÃO (CC)	- Não a posição das estrelas, mas nós sim.	8
NÃO (PC)	- Não, senão as constelações não existiriam. - Acho que não. Não sei como funciona, mas as estrelas demoram anos para a sua posição se alterar.	13
NÃO (NC)	- Não. Pelo que sei as estrelas nunca estarão no mesmo lugar duas noites seguidas, mas a exatamente um ano poderemos vê-la no mesmo lugar. Galileu as observou com um bambu.	23
NR		3

Mesmo havendo um equilíbrio entre os “sims” e os “nãos”, diversos alunos que responderam ‘sim’ não justificaram corretamente e, por outro lado, alguns estudantes que responderam ‘não’ se serviram de argumentos cientificamente condizentes. As respostas classificadas como “Sim (CC)” se referem à existência de um movimento do céu. Já as respostas qualificadas como “Não (CC)” mencionam o movimento terrestre como a origem da mudança de posição das estrelas. Somando a quantidade de respostas desses dois grupos, nota-se que cerca de 1/3 dos estudantes (33) associam a modificação da paisagem celeste ao longo de uma única noite ao movimento terrestre. Langhi (2011), na sua catalogação

de concepções alternativas em Astronomia, enumera que as pessoas creem que a paisagem celeste não se altera ao longo das horas e dos meses.

3ª QUESTÃO – *Você acha que a posição das estrelas se altera, no céu noturno, ao longo dos meses? Comente.*

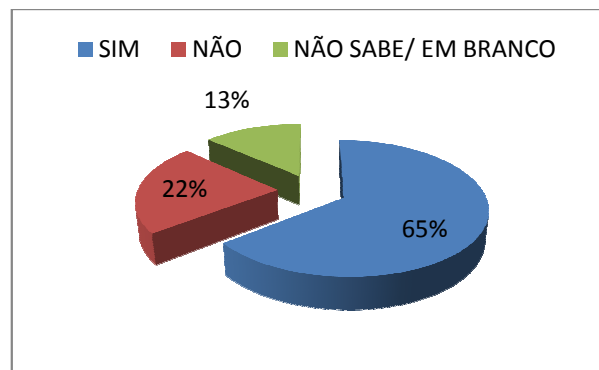


Gráfico 3: Respostas dadas à Questão 3 do Teste Prévio.

Um pouco diferente da questão anterior, 64% dos alunos acreditam que a posição das estrelas se altera no céu noturno ao longo dos meses, o que sugere que esses estudantes creem que as modificações na paisagem celeste são mais demoradas. Agrupando as respostas obtidas pela semelhança das ideias, tal qual a pergunta anterior, obtermos a Tabela 8:

TABELA 8: Algumas respostas dadas à Questão 3 do Teste Prévio.

RESPOSTA	CONCEPÇÃO	TOTAL:
		93
SIM (CC)	- A Terra é que se movimenta.	28
SIM (PC)	- Se os planetas se movimentam, as estrelas também se movem.	16
SIM (NC)	- As estrelas mudam depois de muito tempo. - Algumas estrelas desaparecem e outras surgem.	17
NÃO (CC)	- A Terra é que se movimenta.	2
NÃO (PC)	- Não, pois existem as Três Marias e outras estrelas que formam “desenhos”.	4
NÃO (NC)	- Não, porque elas estarão na mesma posição no mês seguinte.	14
NR	- Não sei, deve mudar também.	12

Mesmo considerando as 28 respostas “Sim (CC)”, justificadas corretamente, e as duas respostas “Não (CC)”, afirmando que a Terra é que se move (32% do grupo pesquisado), os argumentos dos alunos não apresentavam grande precisão. Ainda colaborando com a questão anterior, nota-se ainda que alguns alunos não admitem a modificação aparente do céu do longo dos meses (LANGHI, 2011).

4ª QUESTÃO – Você já reparou que existem estrelas amarelas, azuis e vermelhas?
Comente.

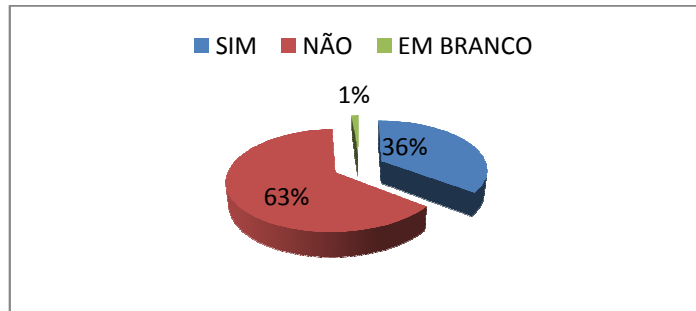


Gráfico 4: Respostas dadas à Questão 4 do Teste Prévio.

Trinta e seis por cento dos estudantes afirmou já ter notado estrelas de diferentes cores, contudo, mesmo esse grupo confessa nunca ter observado uma estrela avermelhada. A maioria dos estudantes (63%) declarou nunca ter reparado tais nuances de coloração das estrelas, afirmando, em maior parte, acharem que todas as estrelas possuem a mesma cor ou que, de fato, nunca prestaram atenção nisso. A Tabela 9 exhibe alguns comentários dos alunos:

TABELA 9: Algumas respostas dadas à Questão 4 do Teste Prévio.

RESPOSTA	CONCEPÇÃO	TOTAL: 93
SIM	- Sim, mas as vermelhas eu ainda não vi.	33
	- Sim, elas parecem que piscam, mudando de cor.	
	- Sim, pois é a sua cor que define seu calor. As vermelhas são as mais frias. As amarelas medianas e as azuis as mais quentes.	
	- Sim, as amarelas possuem uma energia bem alta, quando o tempo de existência daquela estrela acabar ela se compactará e aumentará sua densidade, que mudará sua coloração para azul.	
	- Sim, já reparei isso olhando para o céu no meio da noite.	
	- Sim, mas não sei explicar o motivo dessa coloração.	
	- Sim, creio que seja causado pelo tipo de gás que a mesma é formada.	
	- Sim, e quando pergunto para as pessoas porque elas são de cores diferentes, me respondem que é um satélite.	
	- Amarelas sim, meu namorado disse que quando elas são clarinhas, são planetas.	
	- Sim, eu já vi azuis e vermelhas e me falaram que quando é uma grande estrela vermelha, é o planeta Marte.	
	- Sim, algumas delas "piscam" e parece que a luz dela vai trocando de cor, variando do vermelho para o azul, etc.	
	- Sim, elas podem ter cores diferentes pelos elementos químicos e gases que elas possuem.	
	- Sim, a luz bate e mostra a verdadeira cor do planeta ou da estrela.	
	- Sim, quando eu estava em cidades pequenas e longe das luzes, via alguns tons de cores diferentes nas estrelas, e quando eu tinha um telescópio.	
	NÃO	
- Nunca reparei, mas sempre notei umas com brilho mais forte que outras.		
- Não, somente brancas.		
- Nunca reparei, até porque as estrelas olhadas a olho nu parecem da mesma cor.		
- Não. Nunca reparei, na minha opinião, pode até existir, mas não podem ser vistas a olho nu, até pela distância das estrelas da Terra.		
- Nunca reparei, mas já ouvi falar.		
- Não, para mim elas eram todas iguais, só mudava a posição, tamanho e proximidade.		
- Não. Eu enxergo como pontinhos pratas.		

	- Não, por que não tenho muito o costume de reparar no céu.	
NR		1

O fato das pessoas não observarem o céu, percebendo que as estrelas apresentam diferentes cores, é também é relatado por Iachel (2011) em estudo sobre concepções alternativas especificamente sobre estrelas e, semelhantemente, em outro trabalho do próprio pesquisador (LEÃO, 2009).

5ª QUESTÃO – *Você acha que as estrelas vistas daqui de Brasília são exatamente as mesmas vistas de uma cidade localizada no Hemisfério Norte? Comente.*

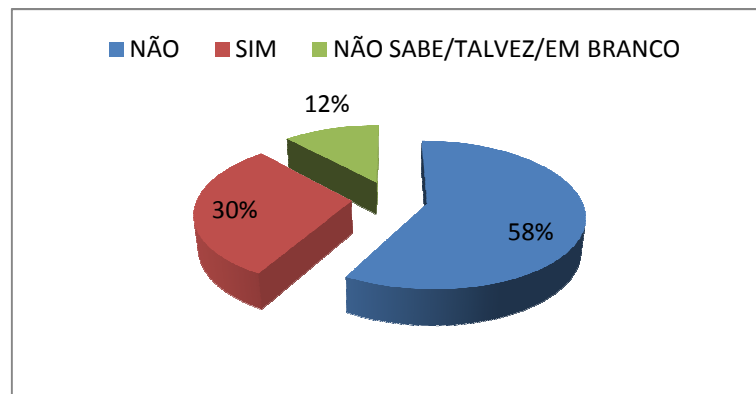


Gráfico 5: Respostas dadas à Questão 5 do Teste Prévio.

A variedade de respostas para esta questão é mostrada na Tabela 10:

TABELA 10: Algumas respostas dadas à Questão 5 do Teste Prévio.

RESPOSTA	CONCEPÇÃO	TOTAL: 93
NÃO (CC)	- Acho que não, pois as regiões de que se observam são diferentes. - Eu acho que não, justamente por causa dos hemisférios. - Exatamente não, mas acredito que algumas sim. - Não, tem algumas estrelas que só dão para serem vistas de um lugar.	27
NÃO (PC)	- Não, tem partes que é possível visualizar o céu bem mais estrelado. - Não, pois existem outras estrelas em volta da Terra que podem ser vistas aqui no Brasil e, no Hemisfério Sul, outras, mas podem ter algumas que são gigantes que podem estar em dois lugares. - Não, pois a Terra não está num ângulo fixo, com imaginam muitas pessoas. Ela é oval, então o ângulo de visão de um hemisfério não é igual a do outro. - Provavelmente não, pois eu acho que depende da localização de cada cidade e se ela é mais urbanizada ou não.	14
NÃO (NC)	- Não	13
SIM	- Sim, pois elas ficam paradas. - Sim, por que as estrelas são as mesmas e elas podem ser localizadas em qualquer lugar, até em uma cidade do Hemisfério Norte. - Sim, pois o céu não se altera. - Sim, não acho que elas sejam diferentes, já que podemos localizar os pontos cardeais em qualquer lugar. - Sim, pois o céu é o mesmo. - Sim, pois a Terra gira e possibilita ver as mesmas estrelas. - Sim, pois o céu é o mesmo, só muda a hora em que as estrelas aparecem. - São as mesmas estrelas sim porque as estrelas não se movem como os planetas, a Terra faz	28

	sua trajetória e passa por elas. - Sim, apenas muda um pouco a posição delas.	
NR	- Não sei.	11

Embora 58% dos alunos tenham respondido ‘Não’ a essa questão e muitos deles tenham justificativas consideradas corretas (29% do total), tais argumentos se mostram muito amplos e imprecisos. Diversas respostas traziam a expressão “acho que não”, sugerindo que os alunos não apresentavam segurança nas justificativas fornecidas. Para essa questão, a categoria “Sim” não foi subdividida mesmo que a resposta apresentasse justificativa cientificamente condizente pois a resposta, como um todo, ficaria incoerente. Um resultado semelhante ao obtido nesse questionamento foi encontrado por Machado e Santos (2011), em um estudo que visava levantar concepções sobre estrelas. Nesse trabalho, eles detectaram que 47% dos estudantes do Ensino Médio acreditavam que o céu do Hemisfério Sul era diferente do Hemisfério Norte.

Em resumo, o que se pode extrair de essencial da análise do Teste Prévio é:

Localização dos Pontos Cardeais com a constelação do Cruzeiro do Sul: quase todos os alunos desconhece como usar essa constelação para se localizar.

Movimento aparente das estrelas do longo de uma única noite: metade dos estudantes acreditam que as estrelas se deslocam ao longo da noite. Embora alguns deles associem a modificação da posição das estrelas com o movimento da Terra, as respostas são muito gerais, pouco precisas.

Movimento aparente das estrelas do longo dos meses: Cerca de 2/3 dos alunos consideram que exista uma modificação aparente das estrelas. Semelhantemente à questão anterior, embora parte dos alunos associem a modificação do céu com o movimento da Terra, as respostas, no geral, são vagas.

Coloração das estrelas: Aproximadamente 2/3 dos alunos não reconhecem a existência de diferentes cores das estrelas

Estrelas vistas de determinada localidade: Um pouco mais da metade dos estudantes acreditam que as estrelas vistas em uma cidade no Hemisfério Norte não são exatamente as mesmas vistas daqui, sendo que parte desses alunos justificam seus argumentos afirmando se tratar de uma localidade diferente.

5.3 Análise da intervenção desenvolvida

Nas aulas de Astronomia, utilizando o MP como elemento central, procurou-se utilizar, a todo o momento, da essência dos pressupostos teóricos que embasaram esta pesquisa: a pedagogia dialógica de Paulo Freire, a construção do conhecimento científico de Gaston Bachelard e a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

5.3.1 As aulas de Astronomia com o mini-planetário sob uma perspectiva dialógica

O estímulo ao diálogo, mediado pela temática Astronomia, pode ser percebido em diversos momentos, durante a fala dos alunos e do pesquisador, e foi mais fluente quando se tratava de um tema que fazia alguma relação com alguma experiência já vivida ou imaginada pelos estudantes.

Na aula introdutória sobre Astronomia, uma situação-problema, proposta na forma de um questionamento, serviu como elemento motivador do diálogo estabelecido. Naquela ocasião, os estudantes foram conduzidos a refletir, de uma forma geral, sobre a necessidade do estudo dos astros como uma questão de sobrevivência (falas de 1 a 14) e, ao final, conforme mostra a transcrição das interações exibidas no capítulo anterior, os alunos foram convidados a refletirem sobre a maneira como se dá a modificação aparente do céu para diferentes observadores sobre a superfície da Terra (falas de 41 a 72). Acreditamos que mostrar a carência de se entender o “funcionamento” dos astros fosse um modo de *contextualizar e problematizar* o tema. Ainda nessa aula, embora não tenha sido o foco da pesquisa, outros slides tratando sobre geocentrismo, heliocentrismo e as ideias de alguns astrônomos do passado serviram para a manutenção de um diálogo com os estudantes.

Na aula em que a montagem do MP foi repassada, determinados aspectos da construção no material serviram para reflexão e discussão: a coloração das estrelas (bem como sua variedade de tamanhos) e a inclinação do palito central do MP, indicando a forma de visualização do céu para as diversas latitudes.

No encontro em que foi discutida a utilização do MP, as interações dialógicas se deram quando estimulamos os alunos a imaginarem como ficaria a inclinação do material para latitudes diferentes, reproduzindo as situações propostas na primeira aula e que, naquela ocasião, os alunos sentiram dificuldades para compreender, conforme comentado no relato do fim da seção 4.5 desta dissertação.

Na última aula com o MP, durante a sessão de planetário, foram revisitadas várias ideias que foram discutidas ao longo das aulas e outras nuances do movimento aparente do céu (rotação das estrelas em torno do Pólo Celeste e a oposição entre as constelações de Escorpião e Órion) foram tratadas mais facilmente usando a projeção oferecida pelo MP, o que propiciou uma interação mais ativa com os estudantes.

Buscou-se, durante o desenvolvimento de todo o projeto, a sustentação de uma postura dialógica, na qual o papel do professor-pesquisador não fosse de autoridade, mas, sim, de uma relação horizontal, e a relação educador-educando pudesse propiciar a construção do conhecimento.

5.3.2 A construção do conhecimento científico como resposta a questionamentos e os obstáculos epistemológicos enfrentados

Considerando o conhecimento científico como resposta a uma questão e demais aspectos relevantes das ideias de Bachelard (1996), pode-se perceber, pela sequência de diálogos transcritos, que diversas perguntas e situações foram propostas aos estudantes – algo que, além de propiciar com que os alunos refletissem, promoveu a interação entre pesquisador e alunos. Fora os diversos questionamentos do tipo “*Por quê disso...?*”, “*Como tal fenômeno ocorre?*”, encontrados em muitas falas, sobretudo em 8, 10, 41, 42, 44, 53, 56, 57, 58, 60, 63, 66, 68, 100, 103, 115, 124, 126, 130, 132, 138, 145, 147, 151, 161, 178, 180, 186, 190, 192, 196, a problematização inicial, apresentada na aula introdutória na forma de uma pergunta (“*Você é líder de uma grande tribo nômade...*”), foi uma maneira de

conduzir o pensamento e as conclusões dos alunos para a construção das ideias que estavam em discussão.

Alguns obstáculos epistemológicos, os quais procuramos promover sua ruptura e superação, puderam ser marcados:

Imobilidade da Terra e do céu – embora se estude, desde as séries iniciais, os movimentos da Terra, muitas pessoas não conseguem ou sentem dificuldade em estabelecer relação entre esse fato e o movimento aparente dos astros no céu, sobretudo quando se refere à paisagem celeste noturna. Essa crença foi detectada em alguns alunos, com o preenchimento do Teste Prévio (como mostram os resultados das questões 2 e 3 e a fala 17).

Diferenças de visualização do Céu – uma vez superada a noção de imobilidade celeste e terrestre, inicialmente é um obstáculo epistemológico grande imaginar/abstrair que para cada parte do planeta existe uma visualização diferente do céu e da passagem dos astros. Durante a aula introdutória sobre Astronomia, essa dificuldade ficou evidente, conforme relatado no parágrafo entre as falas 49 e 50.

O vermelho é quente, o azul, frio – quando se discute que a diferença de cores entre as estrelas está associada à sua temperatura, o senso comum das pessoas a induz a acreditar que as estrelas vermelhas possuem maior temperatura que as azuis, sendo que, na prática, é o oposto. Na montagem do MP – momento em que a coloração das estrelas foi discutida – essa visão de senso comum fica explícita no diálogo de 109 a 114.

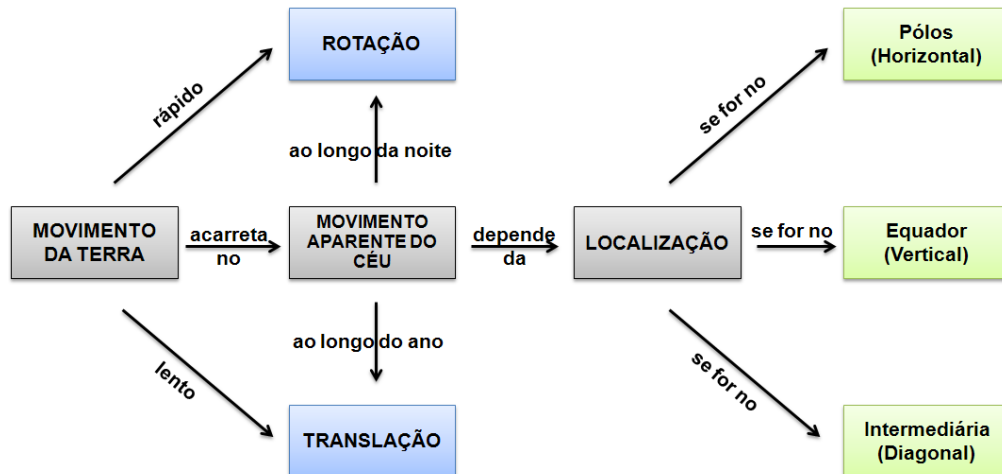
Como esse conjunto de aulas foi planejado para alunos do 1º Ano do Ensino Médio, e tais estudantes pouco ou nenhum contato haviam tido com Física anteriormente, julgou-se que aspectos mais elaborados dos temas tratados (tais como “Porque a Terra gira?”, “Por que as estrelas vermelhas são mais frias e as azuis mais quentes?”) não poderiam ser ainda abordados devido a sua complexidade.

5.3.3 A Teoria da Aprendizagem Significativa como elemento direcionador das aulas

Ao se utilizar da Teoria da Aprendizagem Significativa (MOREIRA, 2011; MANSINI e MOREIRA, 2008) como suporte cognitivo para as aulas de Astronomia com o MP, se faz necessário valer-se de alguns elementos chave da teoria ausubeliana: organizadores prévios, subsunçores, e os processos de subordinação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Sendo o objetivo desta pesquisa a melhoria do nível conceitual dos alunos em relação ao movimento aparente das estrelas, era necessário que eles tivessem *conhecimentos prévios relevantes* que servissem como *ancoradouro* (subsunçor) desse estudo. Conforme revelado na Questão 2 do Teste Prévio e, em menor grau, na Questão 3, parte dos alunos afirmaram não acreditar na modificação do céu noturno. Recapitulando os movimentos principais da Terra (rotação e translação) na aula introdutória, associamos esses movimentos (organizadores prévios) às alterações na paisagem celeste. Uma vez adquiridos esses conceitos, eles puderam ser *diferenciados* nas diversas percepções de modificação do céu com a latitude, como percebido nas falas de 41 a 72.

Já que a aprendizagem de como se dá a modificação aparente do céu para diferentes observadores, além da latitude de visualização, está *subordinada* ao fato da Terra rotacionar e transladar, ou seja, movimentar-se, pode-se pensar na *integração* desses conceitos (reconciliação integrativa), conforme observado durante praticamente toda a aula em que se explicou a utilização do MP (falas de 124 a 193). Um diagrama apresentando as inter-relações entre as ideias chave dos conceitos tratados como o MP é mostrado no Esquema 6:



Esquema 6: Relações (diferenciações e reconciliações) entre os conceitos abordados com as aulas utilizando o mini-planetário.

No Esquema 6 é mostrado que de uma ideia geral e abrangente (o movimento da Terra) o fenômeno do movimento aparente do céu é uma consequência primeira. Em sequência essa ideia é progressivamente *diferenciada*, assinalando o modo como se dá a movimentação aparente do céu de acordo com a localização do observador sobre a superfície da Terra. A *reconciliação integrativa* dessas ideias se dá quando se resgata os conceitos anteriores, mais genéricos. Demais aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa, tal como a Avaliação, dentro desse contexto, são tratados nas próximas seções.

5.3.4 Considerações sobre o desenvolvimento das aulas

As complexas relações entre o referencial teórico adotado nessa pesquisa, mostradas no Esquema 5, embora tenham sido avaliadas separadamente nas últimas seções (5.3.1, 5.3.2 e 5.3.3), mostram-se integradas. Por meio da contextualização do tema e da proposição de situações-problema, as interações dialógicas foram desencadeadas, sustentadas questionamentos. Por meio de rupturas e superação de obstáculos epistemológicos, as ideias abordadas foram progressivamente diferenciadas/integradas. Sobre os conhecimentos prévios dos alunos, alguns que se mostravam como entraves para a construção do conhecimento científico (obstáculos epistemológicos), procuraram superados; por outro lado, aqueles que mostravam potencialmente significativos, eram tratados como subsunçores no novo aprendizado.

Sobre o desenvolvimento das aulas, acredita-se que houve uma quantidade adequada de encontros para os objetivos pretendidos. As etapas 2, 3, 4 e 5 tiveram, cada uma 1h40min de duração, e foi um tempo satisfatório para as atividades desenvolvidas em cada situação. Por outro lado, pelas restrições de tempo impostas pelo cronograma de desenvolvimento desta pesquisa, não houve a oportunidade de se realizar um estudo piloto (que englobasse a aplicação da metodologia e dos testes prévio e posterior), algo que poderia minimizar falhas pontuais, como uma maior ênfase na discussão das ideias mais complexas dos assuntos abordados durante as aulas, uma redação mais precisa de algumas questões do Teste Posterior (como será comentado adiante) e o atendimento de algumas solicitações dos alunos, como será mostrado na avaliação que eles fizeram da metodologia.

5.4 Análise das respostas obtidas no Teste Posterior

As questões colocadas no Teste Posterior, em geral, abordavam os mesmo temas que o Teste Prévio. Com exceção da questão 6, as demais perguntas diferem bastante na redação da pergunta e no nível de dificuldade. Procurou-se redigir as questões conforme sugere Ausubel, de forma não familiar, transformada (MOREIRA, 2011), exigindo mais reflexão e atenção dos alunos. Na sequência, seguem as perguntas deste teste acompanhadas de gráficos e tabelas contendo a análise das respostas dadas pelos alunos. A categorização das respostas em CC, PC, NC e NR, é mantida. Além disso, como a maioria das questões é discursiva, será apontado, também, determinadas expressões, palavras e/ou conceitos que surgiram nas respostas ao Teste Posterior e que não foram utilizadas no Teste Prévio, os quais receberam a denominação de **Indicadores de Novas Aquisições de Conhecimento (INAC's)**, mesmo que, na resposta dada, a justificativa não fosse cientificamente aceita.

1ª QUESTÃO – Você está em Brasília e, em determinada noite, observa o movimento aparente das estrelas, olhando o céu em direção ao horizonte leste. Imaginando que você esteja observando o nascer da Constelação de Órion, qual das trajetórias abaixo mostradas é aquela observada por você? Justifique sua

escolha. (Nas figuras, a Constelação de Órion aparece em três momentos sucessivos).

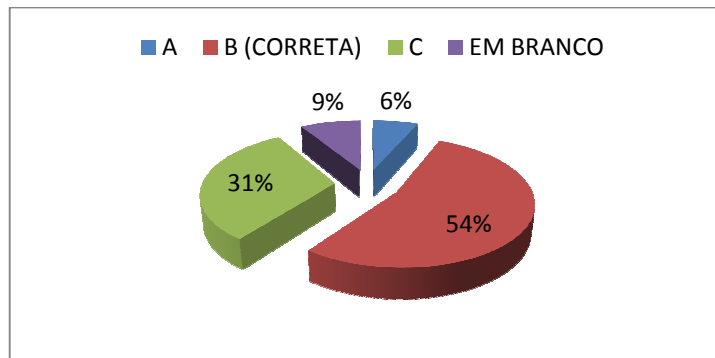
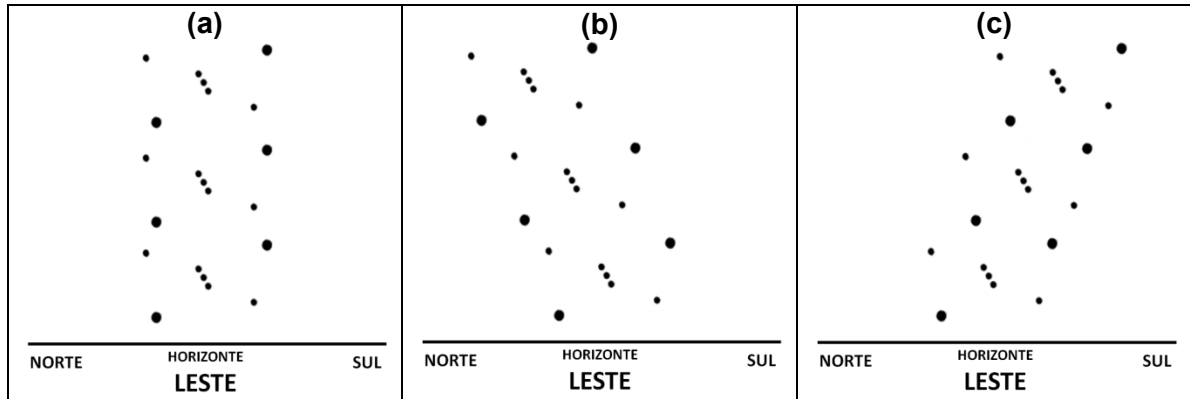


Gráfico 6: Respostas dadas à Questão 1 do Teste Posterior.

A escolha da resposta correta (alternativa B) foi opção de 54% dos alunos. A imagem escolhida para ilustrar esta questão é uma representação esquemática na qual os alunos deveriam ter um bom nível de abstração para responder corretamente. Existiam outras figuras mais fáceis de esquematizar a mudança aparente das estrelas (como a Figura 5 desta dissertação), mas esta escolha foi uma tentativa de atender a recomendação ausubeliana de elaboração da avaliação. A Tabela 11 apresenta a diversidade de respostas coletadas.

TABELA 11: Algumas respostas dadas à Questão 1 do Teste Posterior.

RESPOSTA	JUSTIFICATIVA	TOTAL: 93
B (CC)	- Por que o céu de Brasília é visto de forma inclinada ao Norte. São projeções semi-circulares na diagonal ao Norte. - Por que se estamos para o Sul, então o percurso das estrelas estará inclinado para o Norte. - Com o passar da noite a constelação vai indo para o Oeste e um pouco para o Norte.	16
B (PC)	- Por que nossa localização é meio na diagonal, como podemos ver no mini-planetário. - A figura 'B', pois estamos localizados a 15° na superfície terrestre. - Por causa da posição de Brasília em relação ao céu.	16
B (NC)	- Por que nasce ao Norte. - Pois ela aponta para o Ponto Cardeal Sul.	18

	- Por que a Terra estaria inclinada. - Pois está voltada para o Sul.	
A	- A letra 'A', pois o movimento das estrelas no Hemisfério Sul é na vertical. - Letra 'A', pois se olho em direção ao Leste, a imagem das estrelas será vista rumo ao Oeste.	6
C	- Pois mostra o ângulo das estrelas vistas de Brasília. - Pois ela estaria se movimentando para o Sul, onde o Sol se põem para que nascesse ao leste. - Por que há uma inclinação ao Sul, pois estamos situados próximos ao Equador. - Pois nós estamos inclinados, e vemos as estrelas inclinadas.	29
EM BRANCO		8

Ainda que nem todos os alunos justificassem corretamente a escolha pela opção B, houve um esforço de utilização das ideias discutidas nas aulas de um modo geral. Em trabalho anterior do próprio pesquisador (LEÃO, 2009), usando uma pergunta semelhante (excetuando-se apenas a figura, que era uma imagem mais simples, tal como a Figura 5 dessa dissertação) 75% dos alunos, que acompanharam completamente a metodologia, marcaram a opção correta. Chama a atenção nessa questão a opção de 31% dos estudantes pela resposta C. A confusão mais comum detectada aqui é o fato dos alunos acharem que a trajetória das estrelas no céu de Brasília está inclinada para o Sul por conta de estar localizada no Hemisfério Sul. Esse resultado, em comparação com as respostas das questões 2 e 3 do Teste Prévio, mostram que os alunos adquiriram uma percepção mais precisa desse fenômeno pois, nelas, os alunos apenas revelaram crer na existência de um movimento dos astros no céu, para alguns, decorrente do movimento da Terra, sem maiores detalhes. Alguns INAC's presentes na Tabela 11 são: projeções na diagonal, 15°, ângulo das estrelas.

2ª QUESTÃO - Além da alteração aparente que podemos perceber ao longo da noite, as estrelas também mudam de posição ao longo do ano, como você constatou com utilização do mini-planetário. Suponha que, em um determinado dia do ano, a constelação de Órion esteja nascendo no horizonte, na direção do ponto cardinal Leste, à meia-noite. Tendo em vista esta situação, responda: quanto tempo depois esta mesma constelação estará localizada no alto do céu, neste mesmo dia?

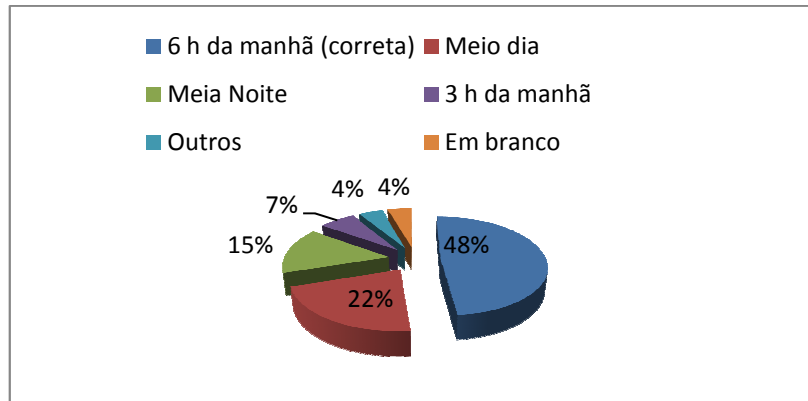


Gráfico 7: Respostas dadas à Questão 2 do Teste Posterior.

Essa questão não tinha alternativa, o que obrigava o aluno a escrever a resposta que julgasse correta. Praticamente metade dos estudantes (48%) acertou a resposta desta questão e essa pergunta não exigia justificativa. O raciocínio empregado para respondê-la é simples quando se pensa no movimento aparente do Sol, que leva aproximadamente seis horas para percorrer o trajeto mencionado (do horizonte leste até o alto do céu).

3ª QUESTÃO – Por que, na situação em que o mini-planetário está ajustado para mostrar o céu de Brasília, o seu corpo principal (parte do material com as constelações furadas) está inclinado?

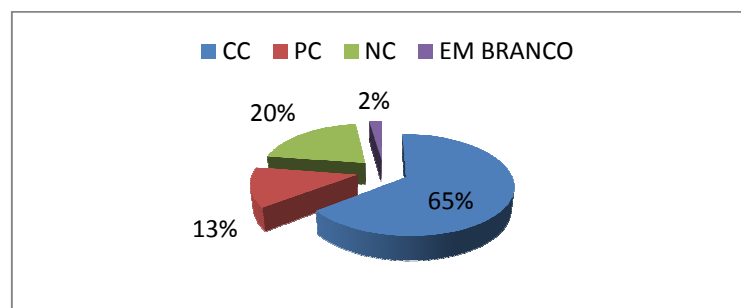


Gráfico 8: Respostas dadas à Questão 3 do Teste Posterior.

Para esta questão, houve um número expressivo de respostas cientificamente condizentes (Tabela 12):

TABELA 12: Algumas respostas dadas à Questão 3 do Teste Posterior.

CLASSIFICAÇÃO	JUSTIFICATIVA	TOTAL:
CC	- Porque caso estivesse encontrado na posição vertical, não inclinado, teríamos a visão do	93
		60

	céu visto dos Pólos, então para que haja veracidade no resultado, ele encontra-se inclinado para termos uma visão correta do nosso céu. - Pois estamos no Hemisfério Sul, ou seja, vemos as estrelas “inclinadas” para o Norte. - Por que a latitude de Brasília é de 15° ao Sul. - Por que estamos na parte Sul do planeta, e por isso só podemos ver o Pólo Celeste Sul e tomar ele como base.	
PC	- Para ficar de acordo como vemos o céu de Brasília. - Para simular as estrelas de Brasília. - Por que o ângulo de Brasília é um pouco inclinado.	12
NC	- Pois há lugares mais baixos e mais altos. - Por que existe uma inclinação no eixo da Terra, e que foi representado no trabalho. - Por que é apontado para o Ponto Cardeal Sul. - Com a ajuda do palito, fica mais fácil de locomover o mini-planetário. - Por que a latitude tem que estar em 0°, de acordo com a Linha do Equador, devido ao Pólo Celeste.	19
EM BRANCO		2

Para classificar as respostas desta questão como cientificamente corretas (CC), era necessário que, na redação da resposta, houvesse alguma referência à inclinação da trajetória aparente das estrelas, usando algum INAC no tipo “15°”, “latitude de Brasília” outra expressão relacionada. As respostas tidas como parcialmente aceitas (PC), foram aquelas que se limitaram a repetir as palavras contidas na própria pergunta, sem maiores detalhes. Na leitura das respostas da categoria NC, chama a atenção a confusão que alguns estudantes fizeram entre a inclinação da trajetória aparente dos astros no céu de Brasília, devido nossa latitude, com a inclinação do eixo da Terra.

4ª QUESTÃO – É correto afirmarmos que a Constelação do Cruzeiro do Sul sempre aponta para o Ponto Cardeal Sul? Explique.

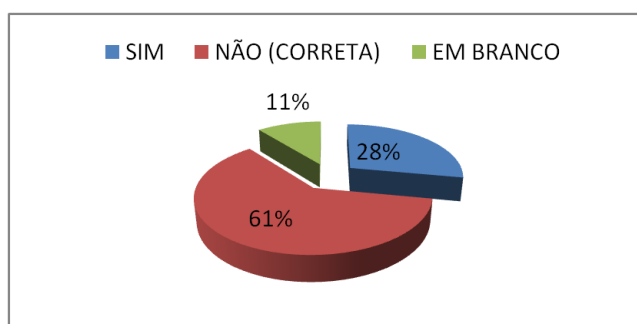


Gráfico 9: Respostas dadas à Questão 4 do Teste Posterior.

Dos 61% dos alunos que acertaram a resposta dessa questão, 75 % deles conseguiram elaborar uma justificativa cientificamente aceita, afirmando, em geral, que essa constelação não aponta exatamente para o Ponto Cardeal Sul, mas sim para o Pólo Celeste Sul, conforme é mostrado pela Tabela 13:

TABELA 13: Algumas respostas dadas à Questão 4 do Teste Posterior.

CLASSIFICAÇÃO	RESPOSTA	TOTAL: 93
NÃO (CC)	<ul style="list-style-type: none"> - Não, pois o Cruzeiro do Sul aponta para o Pólo Celeste Sul e para descobrir onde localiza-se o Sul são necessários alguns processos. - Não, por que as constelações movimentam-se no céu de forma aparente de acordo com o movimento realizado pela Terra. Os principais são a rotação (movimento aparente dos dias) e translação (movimento aparente dos anos), ou seja, tanto a constelação Cruzeiro do Sul como outras constelações mudam de posição, sendo assim, o ponto cardeal apontado não é sempre o Sul. - Não podemos afirmar que a constelação do Cruzeiro do Sul sempre vá apontar para o Ponto Cardeal Sul pois depende de sua inclinação e só vai apontar diretamente para o Sul quando ela estiver na vertical. - Não, o seu braço maior aponta para o Pólo Celeste Sul e daí se traçarmos uma reta do Pólo Celeste Sul em direção ao horizonte encontraremos o Ponto Cardeal Sul. 	43
NÃO (PC)	<ul style="list-style-type: none"> - Aparentemente sim, quando imagina ela quatro vezes para o Pólo Celeste. - Não, devido a sua inclinação começa no Sul e ao decorrer do tempo desfaz essa rota, assim mudando seu trajeto. - Não, pois com a ajuda da constelação do Cruzeiro do Sul, é capaz de encontrar tanto o Ponto Cardeal Sul como o Ponto Cardeal Norte. - Não, dependendo da sua posição no hemisfério. No nosso caso, sim, estaria sempre no Sul. - Não, porque o senhor falou que não aponta, mas eu não sei explicar o por quê. 	8
NÃO (NC)	<ul style="list-style-type: none"> - Não, porque aponta para o Ponto Cardeal Leste. - Não, ela se localiza no Sul e aponta para o Oeste. - Não, a constelação do Cruzeiro do Sul dependendo da hora vai se movimentando e indicando um ponto cardeal diferente. 	6
SIM	<ul style="list-style-type: none"> - Sim, pois mesmo que ocorra a movimentação eles sempre apontarão para o Ponto Cardeal Sul. - Sim, porque a constelação do Cruzeiro do Sul só pode apontar para o Ponto Cardeal Sul da mesma forma que as outras constelações apontam para os outros pontos cardeais. - Sim. - Sim, o Cruzeiro do Sul aparece ao Sul, mas ao projetarmos nossos braços conseguimos nos localizar com base em Sul, Leste, Oeste e Norte, como uma bússola ao céu. 	26
EM BRANCO		10

As respostas consideradas em parte (PC) apresentavam explicação incompleta, redação imprecisa ou, de fato, revelavam indício de alguma concepção alternativa. Alguns alunos responderam ‘Não’, e argumentaram que a constelação do Cruzeiro do Sul aponta para outros pontos cardeais. Nos demais (que responderam ‘Sim’), porém, ainda persiste a crença de que tal constelação indica sempre o Ponto Cardeal Sul. É possível que, para alguns alunos, a fonte desse pensamento tenha sido de uma interpretação enganosa das discussões estabelecidas em sala de aula dado que, na questão 1 do Teste Prévio, quase nenhum estudante sabia utilizar essa constelação para a determinação dos Pontos Cardeais. Para outros estudantes, a fonte desse pensamento incondizente pode estar sedimentada em ensinamentos baseados em livros e figuras mal construídas (LANGHI, 2011; LANGHI e NARDI, 2007; PAULA e OLIVEIRA, 2002, AMARAL e QUINTANILHA, 2011). Esse resultado, em comparação com a Questão 1 do Teste Prévio, indica que houve uma melhoria significativa desse grupo em compreender o comportamento da constelação do Cruzeiro do Sul ao longo do tempo; antes quase

todos os alunos não sabiam como utilizá-la para determinação dos pontos cardeais e, depois dos trabalhos com o MP, a maioria dos estudantes indicaram não só saber localizar os pontos cardeais com a observação dessa constelação, mas também conseguem ter ideia do fato dela não apontar sempre para o Sul. O INAC mais utilizado nas respostas desta questão foi o 'Pólo Celeste Sul'.

5ª QUESTÃO – Explique porque algumas das estrelas representadas no mini-planetário têm seus furos fechados com papel celofane vermelho ou azul.

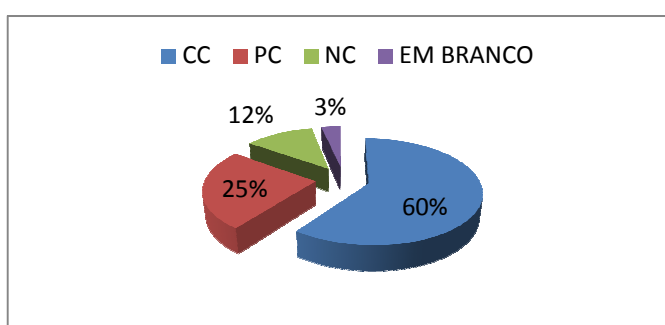


Gráfico 10: Respostas dadas à Questão 5 do Teste Posterior.

Mais da metade dos estudantes (60%) indicaram que a colocação do papel celofane azul ou vermelho em algumas estrelas representadas no MP se dá pelo fato delas terem colorações distintas. De fato, parece uma associação óbvia, mas, em diversas respostas, os estudantes até mesmo fizeram referência à diferença de temperatura entre elas, como é apresentado na Tabela 14:

TABELA 14: Algumas respostas dadas à Questão 5 do Teste Posterior.

CLASSIFICAÇÃO	RESPOSTA	TOTAL: 93
CC	<ul style="list-style-type: none"> - Pois as estrelas têm diferentes temperaturas, sendo as azuis mais quentes que as vermelhas. - Por que nem todas as estrelas são brancas e amarelas, elas são em maior quantidade do que as azuis e vermelhas, sendo que as azuis são mais quentes. - Por que algumas estrelas têm cores diferentes. Para o trabalho melhor representar nossa realidade, cobrimos os buracos com papel celofane azul e vermelho. - Algumas estrelas possuem coloração vermelha ou azul, como, por exemplo, Antares, que é uma estrela vermelha da constelação do Escorpião. - Por que algumas estrelas tem mais energia do que outras, por isso assumem outra cor. - Algumas estrelas são representadas no mini-planetário com seus furos fechados com papel celofane vermelho e azul, respectivamente para representar a classe espectral M-vermelhas e B- azuis. 	56
PC	<ul style="list-style-type: none"> - Por que as estrelas possuem cores diferentes (azul, amarela, vermelha). Essas estrelas do planetário são as mais importantes, maiores e mais conhecidas. - Pois são as maiores estrelas e também as estrelas podem ser vermelhas, azuis e outras cores. - Vermelha: significa que a estrela é velha e maior e por isso irradia raios quentes. Azul: que a estrela está nova, e mais brilhante, não que a vermelha não brilha. - Pois existem estrelas de várias tonalidades de vermelho, azul e amarelo, que se dão por causa do tipo de gás que as formou. 	23

NC	- Pois são umas das maiores e as vermelhas são as mais quentes e as azuis são as mais frias. - Para indicar as constelações. - Por que não são estrelas, e sim planetas.	11
EM BRANCO		3

As respostas classificadas como parcialmente certas (PC), em geral, mencionavam que a colocação do papel celofane em algumas estrelas se dava porque elas eram “mais importantes” que as outras. Esse pensamento se deu por conta de um entendimento equivocado que alguns estudantes tiveram do processo de montagem do MP. Embora essa instrução não apareça nas transcrições das aulas, indicamos que o papel celofane colorido não necessitava ser colocado em todas as estrelas da Classe Espectral B, O e M – somente naquelas que apresentavam maior brilho (maior furo), pois, nas demais estrelas, com furo muito pequeno, o papel celofane praticamente não influenciava na cor da projeção. Uma pequena parte das respostas foi considerada cientificamente errada (NC), dado que, algumas delas, consideravam as estrelas vermelhas mais quentes e, as azuis, mais frias.

Ao se refletir sobre redação desta questão, acreditamos que ela poderia ter sido mais bem escrita caso ela solicitada aos alunos que explicassem o motivo das diferentes colorações das estrelas. Isso poderia ter colaborado para que mais alunos explicitassem o porquê das tonalidades estelares, associando corretamente esse fato à diferença de temperatura entre elas. Os resultados dessa pergunta, em comparação com os da Questão 4 do Teste Prévio, mostram outra expressiva melhoria nas concepções dos alunos; naquele questão, a maioria dos estudantes evidenciaram nunca ter reparado tais nuances na paisagem celeste e, agora, grande parte deles sabem da existência de cores diferentes de estrelas, conseguindo até mesmo explicar o porquê dessas variedades espectrais. Para essa questão, alguns INAC's comuns foram: Classe Espectral, temperatura das estrelas.

6ª QUESTÃO – As estrelas vistas daqui de Brasília são exatamente as mesmas vistas por uma pessoa que esteja observando o céu na Europa, por exemplo? Explique.

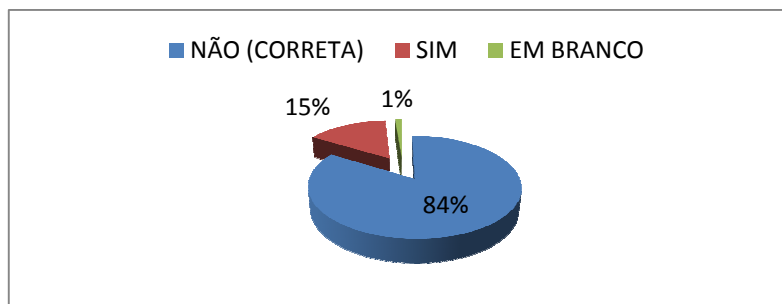


Gráfico 11: Respostas dadas à Questão 6 do Teste Posterior.

Esta questão configurava no Teste Prévio quase que do mesmo modo. Desta vez, uma porcentagem expressiva dos alunos respondeu corretamente ao questionamento (84%) e boa parte deles conseguiu justificar de forma cientificamente aceita, fazendo-se referências às diferenças de latitude e/ou ao fato de apenas algumas estrelas serem compartilhadas com o céu europeu, e outras não, como pode ser acompanhado na Tabela 15:

TABELA 15: Algumas respostas dadas à Questão 6 do Teste Posterior.

CLASSIFICAÇÃO	RESPOSTA	TOTAL: 93
NÃO (CC)	<ul style="list-style-type: none"> - Não, pois na nossa localização, a nossa inclinação é diferenciada. Há estrelas que são vistas em ambas as partes, mas outras são restringidas. - Não, pois a latitude de Brasília não é a mesma da Europa. - Não, pois na Europa o ângulo de visão é outro. Olhando de Brasília, as estrelas ao longo da noite vão se movimentando em certa direção, na Europa será uma movimentação diferente. - Não, porque devido a inclinação (representada no mini-planetário), o Hemisfério Sul mostra estrelas que não aparecem do Hemisfério Norte, e vice-versa. - Não, por causa do formato do planeta Terra (bola), e as estrelas estão espalhadas. 	56
NÃO (PC)	<ul style="list-style-type: none"> - Não, pois em consequência da inclinação da Terra, algumas estrelas que não vemos serão vistas na Europa. O mesmo ocorre conosco, podemos observar algumas estrelas que na Europa não serão vistas. - Não, pois em Brasília só é possível observar o Hemisfério Celeste Sul. Já na Europa, que está no Hemisfério Norte, se veem as estrelas do Hemisfério Celeste Norte. - Não, pois na Europa o grau é diferente do de Brasília. Lá eles veem na horizontal e aqui é na diagonal. - Não, os europeus veriam estrelas completamente diferentes por sua localização no globo. Seu ponto de visão é diferente do nosso. Nós só poderíamos ver essas estrelas meses depois, quando a sua posição for outra. 	8
NÃO (NC)	<ul style="list-style-type: none"> - Não, a localização vai mudar, pois há lugares mais altos e mais baixos. - Não, pois como o planetário mostra, o céu de Brasília é totalmente diferente. - Não, porque ao longo do tempo as estrelas mudam de lugar, com isso certamente as estrelas de Brasília não serão exatamente as da Europa. - Não, porque o horário de Brasília é diferente do horário da Europa. Por isso é que as estrelas vistas de Brasília não são as mesmas vistas por uma pessoa observando o céu na Europa. 	14
SIM	<ul style="list-style-type: none"> - Sim, pois pela distância em que elas se encontram é possível que se veja a mesma constelação tanto aqui quanto na Europa. - Sim, pois o que muda são as posições e não as constelações. - Sim, pois o céu é muito grande, e isso faz com que outros lugares possam ver. - Sim, são as mesmas, mas nunca podem observar elas ao mesmo tempo em uma mesma posição. - Sim, as estrelas são tão grandes que a luz dela chega tanto aqui no Brasil quanto na Europa. Um exemplo de estrela grande é Beteguese. 	14
EM BRANCO		1

Em geral, as respostas da categoria parcialmente condizente (PC) faziam referência às diferenças de latitude, mas afirmavam que, por isso, o céu dos dois locais seriam totalmente distintos. Os que responderam 'Não', e não justificaram corretamente (NC), de forma geral, afirmaram que o céu das duas regiões seria totalmente diferente ou que o céu dos dois lugares viria a ser igual após certo tempo. Em comparação com o resultado encontrado no Teste Prévio, nota-se que as respostas se mostraram mais claras e um INAC detectado nelas foi "latitude", conceito que, embora seja bastante estudado nas aulas de Geografia, anteriormente não foi utilizado pelos alunos.

7ª QUESTÃO - (Olimpíada Brasileira de Astronomia/ OBA/ Nível III/ 2003) Imagine que você é um agente dos direitos humanos de alguma organização internacional que foi sequestrado e levado, vendado, num voo e depois lançado de paraquedas no meio de um dos oceanos. Você consegue nadar até uma pequena ilha. Para cúmulo do seu azar, o seu GPS (Global Positioning System), um instrumento ágil de localização, que faz o seu rastreamento com o uso de satélites, molhou-se. Com o valor correto da longitude você reconhece que está no meio do Oceano Pacífico! Mas, em virtude do GPS ter pego água do mar você só dispõe do valor numérico da latitude! Assim, não há como saber se a ilha está no Hemisfério Sul ou Norte! Você nunca havia se interessado por Astronomia antes e não sabe reconhecer constelações no céu. A única coisa que você sabe reconhecer é que as estrelas descrevem trajetórias circulares, em sentido horário, em torno de um ponto do céu - o pólo celeste visto daquele lugar. A fim de acelerar sua busca, você terá que dizer pelo rádio-transmissor de que dispõe, além dos valores do GPS, sua posição no globo terrestre.

PERGUNTA: Em qual hemisfério você está - Norte ou Sul? Por quê?

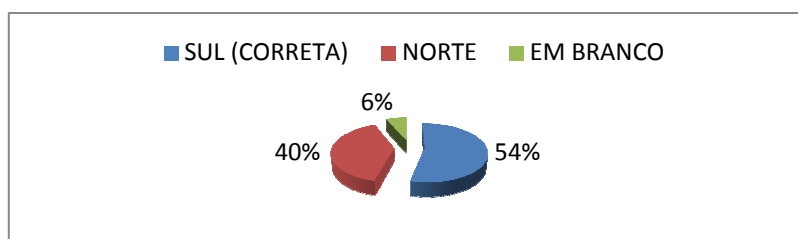


Gráfico 12: Respostas dadas à Questão 7 do Teste Posterior.

Como consequência da rotação da Terra no sentido oeste-leste, a rotação aparente das estrelas em torno do Pólo Celeste Sul é horária e anti-horária em volta do Pólo Celeste Norte. Para essa questão, a distribuição das respostas ficou conforme mostra a Tabela 16:

TABELA 16: Algumas respostas dadas à Questão 7 do Teste Posterior.

CLASSIFICAÇÃO	RESPOSTA	TOTAL: 93
SUL (CC)	- Sul, porque as estrelas descrevem trajetórias circulares em sentido horário. - Hemisfério Sul, porque as estrelas estão em trajetórias circulares em sentido horário. Se estivesse no Norte, a trajetória seria anti-horária.	18
SUL (NC)	- Sul, pois é possível avistar o Pólo Celeste Sul. - Hemisfério sul, por causa da Linha do Equador. - No Hemisfério Sul, pois estou no meio do Pacífico e posso ver o Pólo Celeste.	32
NORTE	- No Hemisfério Norte, porque de acordo as estrelas fazem as suas trajetórias circulares, o Pólo Celeste em sentido horário vai estar no Hemisfério Norte.	37
EM BRANCO		6

A ênfase dada a respeito da rotação em torno do Pólo Celeste não foi grande, dado que isso só foi comentado de maneira breve ao longo da sessão de planetário. Isto pode explicar a quantidade baixa de justificativas corretas. Para os resultados obtidos nessa questão, não houve respostas parcialmente aceitas para a escolha “Sul”. O equívoco mais comum cometido pelos alunos foi o de achar que o Pólo Celeste só pudesse ser avistado no Hemisfério Sul.

8ª QUESTÃO - (Olimpíada Brasileira de Astronomia/ OBA/ Nível IV/ 2007) Na famosa obra de ficção de J. R. R. Tolkien, “O Senhor dos Anéis”, transformada em uma recente trilogia cinematográfica, encontramos a seguinte citação, dita pelo nobre Aragorn:

“Tive uma vida dura e longa; e as milhas que se estendem entre este lugar e Gondor são uma pequena fração na soma de minhas viagens. Atravessei muitas montanhas e muitos rios, e pisei em muitas planícies, chegando até mesmo às regiões distantes de Rhûn e Harad, onde as estrelas são estranhas [diferentes das que ele conhecia].”

PERGUNTA: Baseado nessa citação de Aragorn, você acha que a Terra Média, o mundo onde se passa o livro, é plana ou esférica? Por quê?

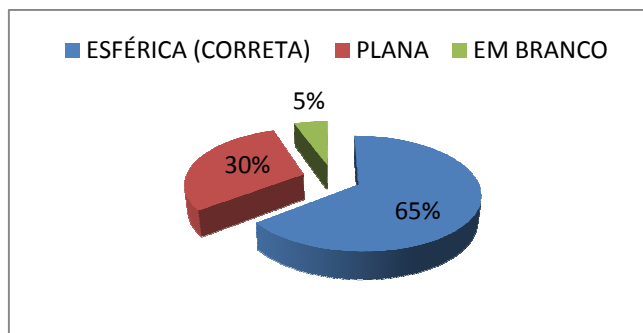


Gráfico 13: Respostas dadas à Questão 8 do Teste Posterior.

Sessenta e cinco por cento dos alunos concluíram corretamente que a Terra Média fosse esférica. Boa parte deles utilizaram as “pistas” indicadas pelo personagem Aragorn para determinar o formato da Terra Média (Tabela 17):

TABELA 17: Algumas respostas dadas à Questão 8 do Teste Posterior.

CLASSIFICAÇÃO	RESPOSTA	TOTAL: 93
ESFÉRICA (CC)	- Esférica. Como ele estava em terras distantes, ele viu estrelas que não conhecia, por estar em um plano diferente, “outro lado da esfera”. - Esférica, pois ele diz que “as estrelas são estranhas”, ou seja, ele chegou a um local onde a inclinação era diferente, como se fosse um novo céu, um lugar onde as estrelas são vistas em seu ponto de origem, agora possibilitou vê-las.	32
ESFÉRICA (NC)	- Esférica, pois as estrelas estão em constante movimento, estrelas morrem e outras nascem então ele não conhecerá todas as estrelas de modo que ele as acha estranhas. - Esférica, porque ele atravessou diversos lugares curvos e montanhosos. - Esférica, pois quando é plana a visualização muda de acordo com que a Terra gira, até ficar uma faixa fina, como se fosse oval. - Esférica, porque as estrelas estão sempre em movimento, assim como umas morrem e outras surgem para substituir, assim sempre haverá estrelas. - Esférica, porque como o próprio significado da palavra plano diz: reto. E montanhas e rios têm “inclinações” e profundidade.	28
PLANA	- Plana, porque ele diz que as estrelas são diferentes das que ele conhecia, então provavelmente as da Terra Média não devem se movimentar.	28
EM BRANCO		5

Semelhantemente ao que foi feito na questão 7, aqui também não houve respostas que pudessem ser consideradas corretas em parte. O pensamento mais comum de quem respondeu ‘Esférica’, mas não elaborou uma justificativa cientificamente correta, foi concluir que, pelo fato da existência de montanhas e rios, a Terra Média não seria plana. Por motivo parecido, quem considerou o mundo onde se passa a estória do problema como ‘Plano’, o fez, em grande parte, pelo fato do personagem ter dito em seu relato que passou por muitas planícies.

Em síntese, os resultados obtidos no Teste Posterior foram:

- *Inclinação do céu de Brasília*: mais da metade dos alunos reconhece a trajetória aparente das estrelas para o céu do DF como sendo inclinada para o norte, sendo

que parte deles atribui esse fato à latitude local, como é visto nos resultados das questões 1 e 3.

- *Tempo de deslocamento das constelações no céu:* quase metade dos estudantes demonstrou saber estimar o tempo transcorrido entre o nascimento de uma constelação no horizonte leste até atingir o alto do céu, para baixas latitudes.

- *'Utilização' do Cruzeiro do Sul:* mais da metade dos alunos considera que a constelação do Cruzeiro do Sul não aponta sempre para o Sul.

- *Cores das estrelas:* a maioria dos estudantes julga que as estrelas possuem diferentes cores, e alguns chegaram a atribuir essa coloração à sua temperatura.

- *Estrelas vistas de uma localidade:* parcela expressiva dos alunos admite que estrelas vistas de Brasília não são exatamente as mesmas visualizadas na Europa.

- *Movimento das estrelas em torno do Pólo Celeste:* mais da metade dos estudantes indicaram que o movimento das estrelas em torno do Pólo Celeste Sul é horário, embora poucos deles soubessem justificar corretamente o motivo por conta do pouco destaque atribuído a esse tópico.

- *Terra plana ou esférica:* a maioria dos alunos imaginou que, num mundo fictício onde as estrelas são diferentes em localidades distintas, dever ser esférico.

O que se pode notar desses resultados, fora os índices percentuais de acertos – elevados em praticamente todas as respostas – é a maior precisão das ideias apresentadas pelos alunos e a apropriação de um novo vocabulário (INAC's), quando se comparado com o Teste Prévio.

5.5 Avaliação da Metodologia pelos alunos

Ao final dos trabalhos com o MP, convidamos os alunos a preencherem uma Avaliação da Metodologia desenvolvida (Apêndice D). Os comentários dos

alunos foram quase unânimes em julgar satisfatoriamente os procedimentos adotados. A empolgação detectada nos depoimentos, a reivindicação por mais aulas sobre Astronomia e a interatividade proporcionada pelas aulas são pontos que chamaram a atenção. Em cada pergunta, segue um quadro com a transcrição de algumas respostas dadas pelos alunos.

1. Como você avalia o estudo do tema Astronomia, dentro da disciplina Física, usando o mini-planetário?

Fora os adjetivos que os estudantes usaram para qualificar a metodologia (excelente, ótima, bacana, interessante, divertida), nas respostas de 10 alunos, houve uma percepção da existência de uma relação entre a Física e a Astronomia. Um número pequeno de depoimentos não indicou satisfação dos alunos: uma relatou dificuldades com o trabalho, outro julgou o trabalho como 'difícil'.

QUADRO 1: Algumas respostas dadas à Questão 1 da Avaliação da Metodologia.

<ul style="list-style-type: none"> - A Astronomia está ligada à disciplina de Física. - O mini-planetário foi uma criação fantástica dentro do tema Astronomia porque até um tempo atrás não tinha muitos conhecimentos sobre o céu e pensava que era um assunto sem muita importância, mas pude concluir que tinha muita coisa que eu nem sabia, foi de grande importância dentro da disciplina Física. - Sinceramente achei uma ótima ideia. Trouxe mais dinamismo e prazer para a sala de aula, pois a curiosidade deu-nos o gosto, a vontade de aprender. - Uma forma de aprender brincando, e acabar estudando mais do que aulas apenas no quadro. - Facilitou mais a aprendizagem e não é preciso ir longe para ver um planetário. - Um modo interessante de transmitir o conhecimento da Astronomia de forma interativa a pessoas leigas no assunto. - As aulas foram muito boas, pois teve tanto aulas teóricas como aulas práticas. - Foi de suma importância, tanto a confecção do mini-planetário como as aulas com debate e demonstrações. - Ótimo, achei bem diferente, pois nunca tinha estudado sobre estrelas, cometas, etc. Espero que continue, ainda quero aprender muita coisa. - Achei um tipo de trabalho bastante eficiente para me ajudar a compreender o assunto de que se trata – a Astronomia – que nunca tive contato antes. - Estudar Astronomia foi muito bom e interessante, e o 	<ul style="list-style-type: none"> - Uma forma dinâmica de aprendizagem, que facilita o entendimento da Astronomia. - Acredito que o estudo da Astronomia, utilizando o mini-planetário, foi muito proveitoso e significativo. - Divertido, levando em conta que o estudo do espaço não é o que mais me atrai. - É uma aula diferente, um jeito mais interessante de sabermos mais sobre o assunto. - Uma forma diferente e interessante de se aprofundar na Astronomia que a meu ver é uma matéria divertida. - Bem mais dinâmico, se torna até mais fácil aprender Astronomia. - Bastante interessante, pois foi possível aprender e descobrir curiosidades sobre Astronomia. - Muito bom, foram aulas criativas, uma aula diferente. - Eu achei muito legal, muito diversificado, saímos um pouco do ritmo de sala de aula, nos divertimos bastante. - Nota 10. Sempre gostei de Astronomia e nesse estudo pude aprender mais ainda. - Eu comecei a gostar de Astronomia por causa desse trabalho, então está bom. - Muito bom, pelo fato que o professor conciliou as duas matérias. - Bom, poderia ficar melhor se aprofundasse mais e trouxesse mais curiosidades. - Eu gostei do trabalho, pois foi uma coisa que podíamos interagir com os outros alunos e também
--	---

<p><i>mini-planetário foi muito legal de fazê-lo e observá-lo.</i></p> <p><i>- Bacana, pois podemos aprender novos temas e fazer um trabalho bem mais dinâmico.</i></p> <p><i>- Eu acho que o trabalho foi muito bom, porque além de ter sido legal fabricar o planetário, ele ajudou no desenvolvimento das aulas.</i></p> <p><i>- Eu acho legal, mas é complicado.</i></p>	<p><i>não foi uma coisa monótona como os trabalhos escritos.</i></p> <p><i>- Foi algo interessante que despertou o interesse na maioria, e fez com que as aulas ficassem mais agradáveis.</i></p> <p><i>- Interessante e trabalhoso.</i></p>
--	--

2. O mini-planetário te ajudou a entender qual(is) do(s) seguinte(s) tema(s)?

Indicou-se uma série de temas que foram tratados durante as aulas para que os alunos pudessem marcar aquele(s) em que o emprego do MP foi mais útil para auxiliar no entendimento do assunto. Os resultados obtidos foram:

- a) Movimento aparente das estrelas ao longo de uma noite. **71**
- b) Movimento aparente das estrelas ao longo dos meses. **66**
- c) Localização do Pólo Celeste (Sul ou Norte). **49**
- d) “Utilização” da Constelação do Cruzeiro do Sul para localização dos pontos Cardeais. **42**
- e) Classe espectral (coloração) das estrelas. **51**
- f) Não ajudou no entendimento de nenhum dos temas anteriores. **0**
- g) Ajudou no entendimento de outro(s) tema(s). **7**

A opção mais escolhida pelos alunos foi a letra ‘A’. Outros temas que os estudantes julgaram ser mais bem compreendidos com a ajuda do MP foram:

“A importância e características das estrelas, que antes eu não sabia”

“Localização de constelações”

“A nossa posição em relação às estrelas”

“As constelações”

“Como saber onde se está utilizando somente as estrelas”

“Identificação das constelações”

“De como ocorre a movimentação das estrelas”

3. O que mais agradou você nestas aulas?

O que boa parte dos alunos revelou ter gostado foi da montagem do MP em si e da utilização dele na tenda, para a sessão de planetário. Em mais de 10 respostas, ficou assinalado também a forma como as aulas foram conduzidas – segundo os próprios alunos, de forma interativa.

QUADRO 2: Algumas respostas dadas à Questão 3 da Avaliação da Metodologia.

<ul style="list-style-type: none"> - O que eu mais gostei foi da saída de sala para observar o planetário que foi montado. - A interação com os alunos, com os debates e os slides. - O processo de montagem do mini-planetário. - A diversidade de aplicação do conteúdo. E a interação entre aluno e professor. - Ter outro tipo de experiência dessa dentro da escola. Certas vezes os alunos só ficam da sala de aula. Isso só abriu portas para novas experiências. - O que me agradou foi a aula prática na tenda, que me permitiu maior entendimento. - Em geral, a Introdução à Astronomia, o modo amplo, e em debate como foram as aulas. E as aulas práticas com a visualização das constelações. - Que foram aulas mais interativas, com o uso de slides e o uso do datashow. - A interatividade e a agregação de novos conhecimentos. - A participação dos alunos e o professor com os slides. - A forma com que foi administrada a aula. Aulas bem mais interativas, com a participação dos alunos, e a forma fácil que esta pesquisa foi apresentada. 	<ul style="list-style-type: none"> - A ida ao planetário. - A aula no planetário. - O planetário feito em uma tenda. Consegui observar melhor com a ajuda do professor. - A maior interação dos alunos e do professor, e também a saída da sala para um outro ambiente. - Os slides com explicações. Não gostei muito da prática pois deu muito trabalho para exercê-la. - O mini-planetário, pois nós tivemos que montar o nosso. - A interatividade com o professor, o primeiro contato com esse assunto e, principalmente, a visão mais ampla que eu pude adquirir sobre o Universo com base nessas aulas mais didáticas. - Elas serem diferentes, fazendo a gente interagir mais e por ser um assunto legal. - A forma como nós trabalhamos com este tema, foi um trabalho muito interativo e informativo, incluindo aulas em PowerPoint e a aula no término do trabalho. - Fazer um trabalho diferente que foi o mini-planetário e poder aprender mais sobre Astronomia de um modo diferente. - Por que saiu um pouco da rotina chata de só aula de cálculos.
--	---

4. O que você não sabia e aprendeu com estas aulas usando o mini-planetário?

As ideias mais comuns que os alunos afirmaram desconhecer e que haviam aprendido com o MP estão relacionadas ao movimento aparente das estrelas e suas Classes Espectrais, a utilização da constelação do Cruzeiro do Sul para se orientar e a existência e localização do Pólo Celeste. Outros afirmaram aprender a reconhecer constelações e algumas histórias mitológicas que as envolviam. Aqui, um relato chamou a atenção: *“A questão não é apenas não saber, e sim a ausência de curiosidade, antes presente em nossos pensamentos. Nunca havia parado para pensar se as estrelas se deslocavam, se elas poderiam todas emergir de um mesmo ponto, ou até mesmo se indicavam pontos cardeais. Para*

mim foi uma descoberta de curiosidade”. Ficou assinalado que a metodologia motivou e marcou um despertar da curiosidade dos estudantes em aprender mais.

5. Qual sugestão você daria para melhorar esta metodologia?

Em geral, os alunos indicaram que a metodologia não precisa melhorar em nada, o que sugere uma satisfação deles com o trabalho desenvolvido. Em vários depoimentos, os alunos indicam querer mais aulas sobre Astronomia. As solicitações que poderiam ser atendidas em uma futura reaplicação desse projeto seguem abaixo, nas transcrições.

QUADRO 3: Algumas respostas dadas à Questão 5 da Avaliação da Metodologia.

<ul style="list-style-type: none"> - <i>Achei tudo muito importante. Não precisa melhorar porque está muito bom.</i> - <i>Expandir o assunto, talvez para a discussão de se existe vida fora do planeta.</i> - <i>Acho que não há nada para ser melhorado, que as aulas estão interativas, divertidas, de fácil aprendizado, tudo muito bom.</i> - <i>No meu ver achei bem interessante seu trabalho, mas só faltou a colaboração de alguns alunos que estavam conversando e atrapalhou uma parte do entendimento.</i> - <i>Que pudéssemos visitar um planetário. (Professor, o planetário que o senhor montou foi muito legal, mas eu gostaria de ir em um maior); que tivessem mais aulas sobre Astronomia.</i> - <i>Acho que se tivesse como projetar a imagem das estrelas na sala de aula, em vez da tenda seria mais prático, divertido e mais em grupo, com o desenvolvimento de perguntas e debates.</i> - <i>Na minha opinião, acho que passar alguns vídeos seria muito interessante.</i> - <i>O mini-planetário podia girar em todas as direções e ter uma luz mais forte para poder ver melhor.</i> - <i>Buscar novas experiências fora da escola, em um museu, ou algumas simulações, etc.</i> - <i>Nenhuma, a aula está perfeita.</i> - <i>Explicar com mais clareza o assunto.</i> - <i>Mais saídas de campo, por exemplo, uma saída à noite para vermos o céu de Brasília.</i> - <i>Aumentar o tempo dessas aulas de Astronomia, é algo interessante em um tempo tão pequeno.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ter mais aulas desse tipo, porque eu acho que os alunos se interessam e gostam mais.</i> - <i>Explicações utilizando mais planetário do que o slide, para aprender como utilizar o planetário.</i> - <i>Gostaria de ter mais aulas de Astronomia, e tentar localizar constelações pouco conhecidas.</i> - <i>Continuar com aulas práticas com o mini-planetário.</i> - <i>Mais tempo para as aulas. Mais informação.</i> - <i>Nós poderíamos tentar fazer um mini-planetário maior e mais elaborado.</i> - <i>Brasília reabrir o planetário que está fechado há 15 anos para que as pessoas como eu, que não conhecem um planetário, possam saber mais sobre as estrelas.</i> - <i>Colocar Astronomia como matéria para sabermos mais sobre o tema.</i> - <i>Ter mais aulas para estudar Astronomia, pois eu já gostava, agora então estou amando.</i> - <i>Na verdade nenhuma, pois quero parabenizar o professor pelo trabalho e pela criatividade com o projeto, que ficou impecável.</i> - <i>Acho que não tem como ficar melhor.</i> - <i>A forma que estava sendo trabalhada está perfeita.</i> - <i>As aulas foram ótimas, mas acho que o mini-planetário poderia ser um pouco maior, pois era difícil de manusear e que poderíamos ter uma saída de campo para observar as estrelas ao ar livre.</i> - <i>Apenas na questão da montagem, pois houve uma dificuldade.</i>
--	--

6. Utilize o espaço abaixo para fazer qualquer comentário sobre esta pesquisa.

Deixou-se um espaço livre para que os estudantes pudessem expressar sua opinião a respeito da atividade. Praticamente todos os alunos revelaram ter gostado do projeto e o acharam interessante. Em uma fala curiosa de um aluno, foi manifestado que *“Foi uma experiência diferente, mas poderia ter sido melhor se tivéssemos aproveitado mais as aulas, não conversando”*. É possível que, para ele, as experiências dialógicas sejam incomuns e ele acredite que, de uma interação, os conceitos não possam ser edificados, configurando como um resquício de uma vivência pedagogia autoritária.

QUADRO 4: Algumas respostas dadas à Questão 6 da Avaliação da Metodologia.

<ul style="list-style-type: none"> - Tudo muito importante, acho que esta pesquisa levou-nos a um mundo que antes não tínhamos um estudo tão profundo. - A pesquisa foi interessante e divertida, deu a nós o privilégio de saber um pouco mais sobre Astronomia e nos identificar com algumas coisas. Obrigada. - Acho que essa foi uma ótima iniciativa do professor Demetrius e que deveria ser repassada para outras escolas. - Foi bastante informativa, ajudando a turma a entender mais sobre nosso próprio céu. É algo para se fazer mais vezes. - Esse trabalho foi muito divertido. Gostei muito de realizá-lo, aprendi muitas coisas importantes. Foi muito massa! - Foi incrível! Gostei bastante de todas as aulas, do uso de slides e da projeção na tenda, acho que o fato de termos confeccionado o mini-planetário nos deixou mais ligados em Astronomia. Obrigada. - Adorei fazer parte deste trabalho. Super bem feito, foi muito irado! Nota 10. Muito bom. - É interessante aprender, mais do que isso é aprender com diversidade. - Foi divertido, deveriam ter mais práticas desse tipo. - Foi muito divertido construir um mini-planetário, pois além de ser uma atividade alternativa, aprendemos brincando. - Esta pesquisa foi boa para maior interação da turma entre si e com o professor também. - A pesquisa foi ótima, mas deveria ter uma duração maior. - Eu achei interessante essa pesquisa pois agora é possível saber coisas que estão muito presentes no meu dia-dia e nunca tinha parado para observar. - Gostei do projeto, muito criativo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Astronomia deveria estar como matéria importante nas escolas. - Em minha opinião o mini-planetário é bom, pois nós podemos levar ele a qualquer lugar, para mostrar às outras pessoas as constelações. - Eu adorei o método desenvolvido pelo professor. As estrelas me encantam e com ajuda desse trabalho me interessei mais ainda pela Astronomia. - As aulas de Astronomia foram ótimas, deu para aprender bastante coisa. Eu que já adorava as estrelas fiquei ainda mais maravilhada. Foi realmente muito legal. - Astronomia sempre me interessou, é um conteúdo que para mim é de grande importância. Deveria ter mais aulas de Astronomia. - Só quero agradecer por ter me dado essa oportunidade de conhecer um pouco mais sobre Astronomia e o mundo além do planeta Terra. - Uma proposta diferente e muito divertida, que além de ensinar, nos inspira a querer conhecer mais deste Universo que ainda deve ser explorado. - Trabalho muito bem elaborado, nunca tinha visto nada parecido. - Foi uma pesquisa que me empolguei de fazer. Queria fazer mais coisas sobre esse tema, confeccionar mais objetos, entre outras coisas. - Falar sobre Astronomia para a maioria das pessoas é uma coisa sem graça, mas depois que conhecemos mais essa nova ciência começamos a prestigiá-la. - Achei a proposta das aulas interessante, senti falta apenas da observação dos astros pelo telescópio. - Foi muito bom, acho que o projeto foi muito bem elaborado, que o mini-planetário é incrível e que as estrelas ficaram muito mais interessantes agora. - Foram legais as aulas, não precisa mudar nada.
--	---

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Os ideais são como as estrelas: você não conseguirá tocá-las com suas mãos. Mas como os marinheiros nas águas desertas, elas podem guiá-lo e, seguindo as estrelas, você chegará ao seu destino.”

CARL SAGAN

Da motivação primeira em elaborar um material didático diferenciado daquilo que eu já conhecia até o desfecho dessa dissertação já se completam cinco anos de prazerosa dedicação ao Ensino de Astronomia. Não poderia deixar de expressar aqui a satisfação pessoal em poder oferecer a qualquer pessoa interessada pela temática um produto com baixo custo de confecção e com diversificado e amplo potencial pedagógico.

O ideal dialógico-libertador de Paulo Freire, a epistemologia bachelardiana e o aporte cognitivo oferecido pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, nesta pesquisa, se mostraram complementares na medida em que a contextualização inicial, auxiliada pelos questionamentos por nós constantemente sustentados, estimularam a dialogicidade nas aulas. Interpolado à permanente interatividade propiciada pelo formato da intervenção, os pressupostos ausubelianos nos permitiram demarcar os conhecimentos prévios dos estudantes e fomentar um suporte para o aprendizado de uma diversidade de detalhes do movimento celeste noturno, a partir daquilo que os aprendizes já sabiam.

Os resultados do trabalho desenvolvido na escola puderam ser verificados por meio do Teste Posterior e da Avaliação da Metodologia pelos estudantes. Levando em conta o objetivo dessa pesquisa, é possível afirmar que os alunos demonstraram melhoria conceitual (ou evolução conceitual, como referida por Mortimer, 1996) em relação à Astronomia, não só pela primeira impressão fornecida pela análise percentual das respostas – em que praticamente todas elas tiveram índice de acerto (respostas consideradas cientificamente aceitas, em sua diversidade, conforme exibem os gráficos de 6 a 12) superior a 50%, mas também em relação ao uso de todo um conjunto de expressões e ideias novas (INAC's), até

mesmo na redação das respostas consideradas parcial ou totalmente incondizentes, e que não foi empregada nas respostas ao Teste Prévio.

Estes resultados indicam que a aulas de Astronomia que contemplem a montagem e utilização do MP para uma sessão de planetário, em que ele sirva como elemento motivador central de interações dialógicas é capaz de promover um entendimento significativo da dinâmica celeste, pois abrange diversas intenções educativas:

- Viabiliza o aprendizado das particularidades do céu noturno – movimento aparente do céu ao longo do tempo, movimento das constelações mais centrais e das constelações em torno dos Pólos Celestes, da Classe Espectral das estrelas, do céu observado de diferentes partes do planeta, dentre outros assuntos correlatos.
- Oportuniza associação direta com a Física, ficando a critério do professor o grau de profundidade que deseja dar aos conceitos físicos trabalhados.
- Favorece a interação dialógica professor-aluno ao se incentivar as discussões sobre os detalhes dos “porquês” da montagem e da forma de utilização do MP, colaborando com a aprendizagem dos alunos.
- Ao se utilizar da “magia” das sessões de planetário e os diversos aspectos pedagógicos e emocionais envolvidos com essas apresentações, os alunos se sentem mais empolgados, motivados e interessados em saber mais sobre Astronomia.

Esses quatro pontos demarcados colaboram para sustentar a hipótese de trabalho desta pesquisa (*a montagem do mini-planetário, a compreensão do seu funcionamento e a sua utilização em sessões didáticas, associadas à aulas sobre Astronomia, são capazes de promover uma aprendizagem dialógica e significativa do movimento aparente do céu*), pois consideramos que o objetivo deste projeto foi atingido (*propiciar aos alunos uma experiência para a compreensão do movimento celeste e melhorar o nível conceitual deles em relação à Astronomia*), baseado na análise dos resultados coletados.

Vale frisar que o MP por si só não é capaz de provocar a melhoria conceitual dos estudantes em Astronomia. Seu potencial é aproveitado, em maior ou

menor grau, dependendo da forma *como* ele é empregado e a metodologia aqui descrita e as outras possibilidades comentadas no decorrer do Capítulo 3, são apenas alternativas ao professor que deseja fazer uso do recurso instrucional disponibilizado nessa dissertação.

Ainda recorrendo aos depoimentos apresentados na Avaliação da Metodologia, é interessante ressaltar a empolgação dos alunos com o trabalho – expressada nas várias qualificações positivas dadas ao projeto, na pontuação da interatividade das aulas (corroborando com a proposta dialógica) e a indicação da sessão de planetário como um dos eventos que mais agradaram os alunos, reforça nosso pensamento que o trabalho conduzido na escola foi satisfatório.

Penso que a Astronomia, tal qual argumenta o entusiasta Caniato (s/d), seja uma temática muito rica, e deveria ser mais explorada nas escolas. Perceber e fazer com que as outras pessoas possam “enxergar” o potencial didático dessa ciência torna-se, pois, algo mais que necessário. Embora não tenhamos condições de fazer uma investigação mais profunda de outros aspectos decorrentes da aplicação das aulas como o MP, por conta do que foi delimitado pelo problema de pesquisa, alguns depoimentos sugerem que os resultados projeto possam ter atingido outras finalidades. Nas palavras de uma aluna, ao ser questionada sobre o que foi aprendido com a metodologia aplicada, relatando que *“A questão não é apenas não saber, e sim a ausência de curiosidade, antes presente em nossos pensamentos (...)”*, é possível supor que as aulas desenvolvidas tenham não só servido para o enriquecimento conceitual dos alunos em Astronomia, mas também para o despertar de um espírito científico em diversos deles – motivação tão necessária para um melhor aprendizado das ciências.

Almeja-se que esse trabalho não se encerre por aqui. Pelo que foi exposto ao longo deste texto, muitos outros problemas de pesquisa podem ser detectados e investigados, dado que não se teve, com essa dissertação, a intenção de esgotar as maneiras de utilização do MP. A proposta está lançada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, P.; QUINTANILHA, C.E de V. Astronomia nos livros didáticos de ciências – uma análise do PNDL 2008. **Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia**, n.12, p. 31-55, 2011.

ARAUJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003.

AUSUBEL, D.P.; Novak, J.D.; Hanesian, H; **Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo**. México, Editorial Trillas, 1983.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BANDEIRA, Denise. **Material Didático: conceito, classificação geral e aspectos da elaboração**. Disponível em <www2.videolivrraria.com.br/pdfs/24136.pdf>. Acesso em janeiro de 2012.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARRIO, J. B. M. In: **Educação em Astronomia: Experiências e Contribuições para a Prática Pedagógica**, organizado por Marcos Daniel Longhini. Campinas: Contraponto, 2010.

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

BERNARDES. A. O. Observação do céu aliada à utilização do software Stellarium no ensino de astronomia em turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA). **Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia**, n.10, 2010.

BERNARDES, T. O.; IACHEL, G.; SCALVI, R. M. F. Metodologias para o ensino de astronomia e Física através da construção de telescópios. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, 2008

BERNARDES, T. O. et al. Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, 2006.

BERNARDES, A. O.; GIACOMINI, R. “Viajando Pelo Sistema Solar”: um jogo educativo para o ensino de astronomia em um espaço não formal de educação. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010.

BRETONES, P. S.; COMPIANI, M. Evolução conceitual de professores sobre o movimento diário da esfera celeste. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 735-755, 2011

BRASIL. PCN+. Ensino Médio: **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

CHALMERS, A. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CATELLI, F. *et al.* Instrumentação para o ensino de astronomia: projetando a imagem do Sol. **Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia**, n. 7, 2009.

CANALLE, J. B. G. **Explicando Astronomia com uma bola de isopor**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 16, n. 3: p. 314-331, dez. 1999.

_____. A luneta com lente de óculos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21. N. Especial, 2004.

_____. Simplificando a luneta com lente de óculos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, 2005.

CANIATO, R. Astronomia e Educação. **Universo Digital**, p. 80-91, s/d.

COMPIANI, M. Narrativas e desenhos no ensino de Astronomia/Geociências com o tema “Formação do Universo” – um olhar das geociências. **Ensaio**, v. 12, n. 2, 2010.

DOMINICI *et al.* Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual. v. 30, n. 4. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2008.

FILHO, K. S. O; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

FIRESTONE, W.A. Meaning in method: the rethoric of quantitative and qualitative research. 16 (7): 16-21. **Educational Researcher**. 1987.

FREIRE, Paulo. **Comunicação ou Extensão?**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011a.

GALILI, I. & BAR, V. Motion implies force: where to expect vestiges of the misconceptions? **International Journal of Science Education**, 14(1): 63-81, 1992.

GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A. Popularização da Ciência: Uma Revisão Conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.1, p.7-25, 2007.

GRIBBIN, John. **A Morte do Sol**. Rio de Janeiro: F. Alves, 1983.

GONZAGA, E. P.; VOELZKE, M. R. Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, 2011.

GOWIN, D.B. **Educating**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1981.

IACHEL, G. O conhecimento prévio dos alunos de alunos do ensino médio sobre as estrelas. Revista **Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n. 12, p. 7-29, 2011

IACHEL, G. et al. A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 2009.

IACHEL. G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 5, p. 25-37, 2008.

HUERGO, J. La Popularización, mediación e negociación de significados. In: Seminário Latino Americano: Estratégias para la Formación de Popularizadores en Ciências e Tecnologia, 2001, Cono Sur, La plata.

KANTOR, C. A. Aspectos emocionais nas sessões de planetários: como categorizar?. Centro Universitário Fundação Santo André, Faculdade de Educação, USP, s/d.

LANGHI, R. **Ideias de senso comum em Astronomia**. In: Laerte Sodré Jr.; Jane Gregorio-Hetem; Raquel Shida. (Org.). Observatórios virtuais. São Paulo: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências - USP, v. CDROM, p. 1-9, 2005.

_____. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2: p. 373-399, ago. 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1: p. 87-111, abr. 2007.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A Construção do Saber Científico**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LDB - Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. LEI N^o. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. D.O.U. de 23 de dezembro de 1996.

LEÃO, D.S. Um mini-planetário como alternativa de popularização e aprendizagem de tópicos de astronomia. Trabalho de Conclusão de Curso, UCB, Brasília, 2009.

_____. Mini-planetário: um projetor portátil de baixo custo. **Física na Escola**, v. 12, n. 2, 2011.

LEÃO, D. S.; LARANJEIRAS, C. C.; COELHO, M. F. Utilização de um mini-planetário de baixo custo: a arte das projeções celestes para popularização da astronomia no ensino médio. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, Manaus, 2011.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Os professores de ciências e suas formas de pensar Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 4, p. 47–68, 2007

_____. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de astronomia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 3, 2009.

LONGHINI, M. D. Será o Cruzeiro do Sul uma cruz? Um novo olhar sobre as constelações e seu significado. **Física na Escola**, v. 10, n. 1, 2009.

LONGHINI, M. D.; MENEZES, L. D. D. Objeto virtual de aprendizagem no ensino de Astronomia: Algumas situações problemas propostas a partir do software Stellarium. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, 2010.

LONGHINI, M. D.; SILVESTRE, R. F.; VIEIRA, F. C. F. Uma estratégia para construção de uma rosa dos ventos envolvendo geometria, arte, astronomia e tecnologia. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010.

MACHADO, D. I.; SANTOS, C. O entendimento de conceitos básicos de astronomia por alunos da educação básica: o caso de uma escola pública brasileira. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n. 11, p. 7-29, 2011.

MARRANGHELLO, G. F.; PAVANI, D. B. Utilizando uma câmera fotográfica digital como ferramenta para distinguir as cores das estrelas. **Física na Escola**. v. 12, n. 1, 2011.

MASINI, E.F.; MOREIRA, M.A. **Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Vetor, 2008.

MEES, A. A. Astronomia: Motivação para o Ensino de Física na 8ª Série. Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS, 2004.

MINKOFF, R.; ALLERS, R. **O Rei Leão**. Filme. Produção de Rob Minkoff e Roger Allers. Estados Unidos, Walt Disney Pictures, 1994. 89 min, animação.

MORA, A. M. S. **A divulgação da ciência como literatura**. Tradução: Silvia Perez Amato. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2003.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos**. In: Pesquisa em Ensino: O Vê epistemológico de Gowin, Editora Pedagógica e Universidade Ltda, São Paulo, 1990.

_____. **Diagramas V**. Textos de Apoio ao Professor de Física, n. 7, 2006.

_____. Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos. UFRGS. Porto Alegre, 2009.

_____. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. Mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

MORETTI, S. S; SOUZA, M. O. Desenvolvimento de recursos pedagógicos para inserir o ensino de astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia**, n. 9, 2010.

MORTIMER, E.F. Construtivismo, mudança conceitual, e ensino de ciências: para onde vamos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.1, nº 1, 22-42, 1996.

MOURÃO, R. R. F. **O livro de ouro do Universo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002, 509 p.

NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. **International Journal of Science Education**, v. 11 (special issue), p. 530-540, 1989

OBSERVATÓRIO NACIONAL. **Evolução Estelar**. Disponível em: <http://www.on.br/escola_inverno_astro_2011/download/Borges_Aula1_Escola_de_Inverno_2011.pdf>. Acesso em 21 de janeiro de 2012.

OLIVEIRA, R. S. **Astronomia no Ensino Fundamental**. Disponível em: <<http://www.asterdomus.com.br/>>. Texto gerado em 1997. Acesso em: 21 de janeiro de 2012

PAULA, A. S. P.; OLIVEIRA, H. J. Q. **Análises e propostas para o ensino de Astronomia**. Disponível em: <<http://cdcc-gwy.cdcc.sc.usp.br/cda/erros-no-brasil/index.html>> Acesso em: 15 jan. 2002.

PEDROCHI, F.; NEVES, M. C. D. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4 n. 2, 2005.

SARAIVA, M. F. O. *et al.* As fases da Lua numa caixa de papelão. **Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia**, n. 4, 2007.

SILVA, T. Ensino a distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, 2009.

SILVA, F. S.; CATELLI, F.; GIOVANNINI, O. Um modelo para o movimento anual do sol a partir de uma perspectiva geocêntrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, 2010.

SILVA, G.M.S.; RIBAS, F. B.; FREITAS, M. S. T; Transformação de coordenadas aplicada à construção de maquete tridimensional de uma constelação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, n. 3, 2006.

RANGEL, E. O. Avaliar para melhor usar – Avaliação e seleção de materiais e livros didáticos. Material Adequado, escolha qualificada, uso crítico. *Materiais Didáticos: escolha e uso*, Boletim 14, MEC, 2005.

VIENNOT, L. Spontaneous Reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education** 1(2): 205-221, 1979.

REFERÊNCIAS DAS FIGURAS (ACESSO EM 29/08/2012)

Figura 4: <http://cdcc.sc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/parte1a.html#epcae>

Figura 5: <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/Planisfe.htm>

Figura 6: <http://www.ideariumperpetuo.com/ceHRdiag.jpg>



Figura 18: <http://atomoemeio.blogspot.com.br/2008/10/planetas-e-estrelas-representados.html>

Figura 20: <http://alcateiavelholobo23df.blogspot.com.br/p/orientacao-pelo-cruzeiro-do-sul.html>

Figura 21: http://www.asterdomus.com.br/Artigo_crux_australis.htm

Figura 22: <http://astronomia-algarve.blogspot.com.br/2009/12/constelacao-do-escorpiao.html>

APÊNDICE A

 <p>Universidade de Brasília (UnB)</p>	<p>PPGEC – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências</p> <p>Mestrado Profissional em Ensino de Física</p> <p>Pesquisa Educacional</p> <p>Responsável: <i>Prof.º Demetrius dos Santos Leão</i></p> <p>Orientador: <i>Prof.º Dr. Cássio Costa Laranjeiras</i></p>	<p>ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO</p> 
---	--	--

ENQUETE

1. Você sabe o que é um planetário?

() SIM

() NÃO

2. Você já visitou um planetário – fixo ou itinerante?

() SIM

() NÃO

Se você respondeu NÃO à pergunta anterior, passe para questão 5. Caso contrário, siga respondendo as próximas questões.

3. Você gostou da experiência de ter visitado um planetário? (Marque uma opção e justifique).

() SIM

() NÃO

() EM PARTES

4. Você lembra alguma coisa que você aprendeu na sua visita ao planetário? Se sim, diga do que você se lembra,.

() SIM

() NÃO



5. Você já estudou Astronomia durante o Ensino Fundamental? Se sim, comente um pouco sobre o que você aprendeu.

() SIM

() NÃO

☺ OBRIGADO PELA PARTICIPAÇÃO!

APÊNDICE B

 <p>Universidade de Brasília (UnB)</p>	<p>PPGEC – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências</p> <p>Mestrado Profissional em Ensino de Física</p> <p>Pesquisa Educacional</p> <p>Responsável: <i>Prof.º Demetrius dos Santos Leão</i></p> <p>Orientador: <i>Prof.º Dr. Cássio Costa Laranjeiras</i></p>	<p>ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO</p> 
---	---	---

TESTE PRÉVIO

1. Você sabe como localizar os pontos cardeais usando a constelação do Cruzeiro do Sul? Se souber, explique.



2. Você acha que a posição das estrelas se altera, no céu, ao longo de uma única noite? Comente.

3. Você acha que a posição das estrelas se altera, no céu noturno, ao longo dos meses? Comente.

4. Você já reparou que existem estrelas amarelas, azuis e vermelhas? Comente.

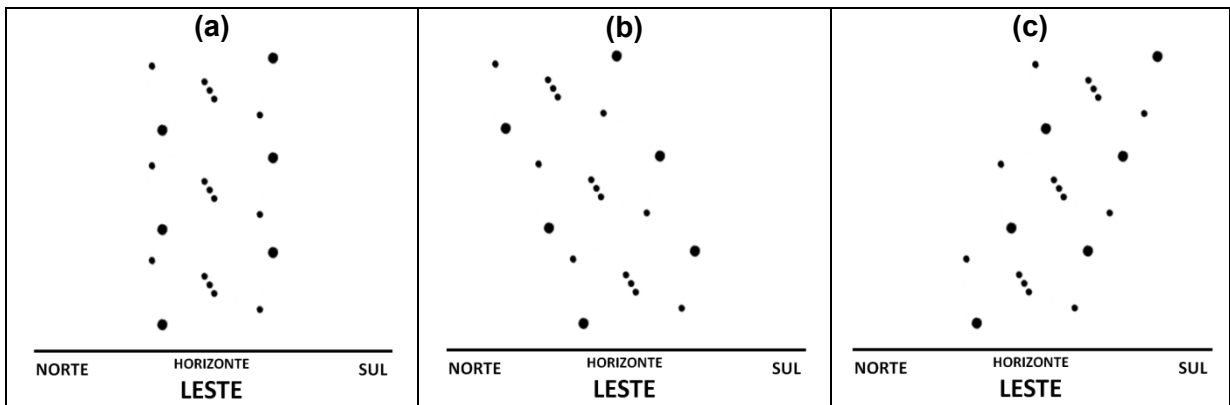
5. Você acha que as estrelas vistas daqui de Brasília são exatamente as mesmas vistas de uma cidade localizada no Hemisfério Norte? Comente.

APÊNDICE C

 Universidade de Brasília (UnB)	PPGEC – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Mestrado Profissional em Ensino de Física Pesquisa Educacional Responsável: <i>Prof.º Demetrius dos Santos Leão</i> Orientador: <i>Prof.º Dr. Cássio Costa Laranjeiras</i>	ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO 
---	---	--

TESTE POSTERIOR

1. Você está em Brasília e, em determinada noite, observa o movimento aparente das estrelas, olhando o céu em direção ao horizonte leste. Imaginando que você esteja observando o nascer da *Constelação de Órion*, qual das trajetórias abaixo mostradas é aquela observada por você? Justifique sua escolha. (Nas figuras, a Constelação de Órion aparece em três momentos sucessivos).



2) Além da alteração aparente que podemos perceber ao longo da noite, as estrelas também mudam de posição ao longo do ano, como você constatou com utilização do mini-planetário. Suponha que, em um determinado dia do ano, a constelação de Órion esteja nascendo no horizonte, na direção do ponto cardinal Leste, à meia-noite. Tendo em vista esta situação, responda:

Quanto tempo depois esta mesma constelação estará localizada no alto do céu, neste mesmo dia?

7. (Olimpíada Brasileira de Astronomia/ OBA/ Nível III/ 2003) Imagine que você é um agente dos direitos humanos de alguma organização internacional que foi sequestrado e levado, vendado, num voo e depois lançado de paraquedas no meio de um dos oceanos. Você consegue nadar até uma pequena ilha. Para cúmulo do seu azar, o seu GPS (Global Positioning System), um instrumento ágil de localização, que faz o seu rastreamento com o uso de satélites, molhou-se. Com o valor correto da longitude você reconhece que está no meio do Oceano Pacífico! Mas, em virtude do GPS ter pego água do mar você só dispõe do valor numérico da latitude! Assim, não há como saber se a ilha está no Hemisfério Sul ou Norte! Você nunca havia se interessado por Astronomia antes e não sabe reconhecer constelações no céu. A única coisa que você sabe reconhecer é que as estrelas descrevem trajetórias circulares, em sentido horário, em torno de um ponto do céu - o pólo celeste visto daquele lugar. A fim de acelerar sua busca, você terá que dizer pelo rádio-transmissor de que dispõe, além dos valores do GPS, sua posição no globo terrestre.

PERGUNTA: Em qual hemisfério você está - Norte ou Sul? Por quê?



8. (Olimpíada Brasileira de Astronomia/ OBA/ Nível IV/ 2007) Na famosa obra de ficção de J. R. R. Tolkien, “O Senhor dos Anéis”, transformada em uma recente trilogia cinematográfica, encontramos a seguinte citação, dita pelo nobre Aragorn:

“Tive uma vida dura e longa; e as milhas que se estendem entre este lugar e Gondor são uma pequena fração na soma de minhas viagens. Atravessei muitas montanhas e muitos rios, e pisei em muitas planícies, chegando até mesmo às regiões distantes de Rhûn e Harad, onde as estrelas são estranhas [diferentes das que ele conhecia].”

PERGUNTA: Baseado nessa citação de Aragorn, você acha que a Terra Média, o mundo onde se passa o livro, é plana ou esférica? Por quê?

☺ OBRIGADO PELA PARTICIPAÇÃO!

APÊNDICE D

 <p>Universidade de Brasília (UnB)</p>	<p>PPGEC – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências</p> <p>Mestrado Profissional em Ensino de Física</p> <p>Pesquisa Educacional</p> <p>Responsável: Prof.º Demetrius dos Santos Leão</p> <p>Orientador: Prof.º Dr. Cássio Costa Laranjeiras</p>	<p>ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO</p> 
---	--	--

AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA

1. Como você avalia o estudo do tema Astronomia, dentro da disciplina Física, usando o mini-planetário?

2. O mini-planetário te ajudou a entender qual(is) dos seguintes temas?

- a) Movimento aparente das estrelas ao longo de uma noite.
- b) Movimento aparente das estrelas ao longo dos meses.
- c) Localização do Pólo Celeste (Sul ou Norte)
- d) “Utilização” da Constelação do Cruzeiro do Sul para localização dos pontos Cardeais.
- e) Classe espectral das estrelas.
- f) Não ajudou no entendimento de nenhum dos temas anteriores.
- g) Ajudou no entendimento de outro(s) tema(s). Qual(is)? _____

3) O que mais agradou você nestas aulas?

4) O que você não sabia e aprendeu com estas aulas usando o mini-planetário?

5) Qual sugestão você daria para melhorar esta metodologia?

6) Utilize o espaço abaixo para fazer qualquer comentário sobre esta pesquisa.

☺ OBRIGADO PELA PARTICIPAÇÃO!

Mini-planetário: um projetor portátil de baixo custo

Demetrius dos Santos Leão

Programa de Pós-graduação em

Ensino de Ciências – PPGECC

Universidade de Brasília (UnB)

Brasília, DF, Brasil

E-mail: demetriusleao0@gmail.com

Este texto descreve a construção de um material didático lúdico e interativo voltado para o ensino de astronomia: um pequeno projetor de planetário, por isso mesmo denominado *mini-planetário*, montado com materiais de baixo custo. Seu princípio de funcionamento é bastante simples e a projeção que se pode obter com ele é de alta precisão.

O que é um planetário?

Imagine um céu noturno repleto de estrelas cintilando, como pequenos diamantes. Existe paisagem mais bela e, ao mesmo tempo, tão desafiadora? Um céu bastante estrelado,

privilégio dos locais mais afastados das luzes dos grandes centros urbanos, é aquilo que os planetários procuram reproduzir. Eles

são locais para visitação cuja finalidade é apresentar uma simulação do movimento aparente dos astros no céu, quase sempre o céu noturno. Em seu interior escurecido, os expectadores assistem a demonstrações sobre astronomia, de forma semelhante ao que ocorre em uma sessão de cinema. São vários os tipos de planetários e sistemas de projeções.

Os planetários fixos são construções, quase sempre na forma de uma grande cúpula, devidamente equipados para receber o público visitante. Os planetários móveis, geralmente utilizados em atividades itinerantes, possuem estrutura mais simples, restrita ao formato de uma meia abóbada celeste onde se realizam as projeções, fabricado em lona não inflamável, podendo ser inflados

rapidamente com o auxílio de um ventilador adequado, possibilitando a acomodação dos expectadores em seu interior. Quanto à projeção, ela pode ser tanto digital, utilizando *software* apropriado e um sistema de projeção semelhante a um *datashow*, quanto feita por cilindros, acionados mecanicamente. Nos projetores de cilindros, as constelações estão perfuradas em sua superfície. Uma pequena lâmpada no interior do cilindro permite que a luz atravesse os furos e seja projetada dentro da cúpula.

Em comum, qualquer planetário carrega consigo o potencial de encantar inúmeras pessoas, seja ela

criança, adolescente ou adulto, envolvidas ou não com o universo da astronomia.

O que é o mini-planetário?

O material aqui chamado de *mini-planetário* (Fig. 1) funciona como um pequeno projetor de planetário capaz de fornecer uma projeção do céu noturno. Ele é ajustável para fornecer o céu de qualquer latitude, em qualquer dia e hora do ano (com a mesma precisão de *softwares* de visualização do céu, tais como o *Stellarim*, *Cartes du Ciel* ou *WinStars*), além de sinalizar a classe espectral das estrelas mais visíveis.



Propõem-se a construção de um pequeno projetor de planetário de baixo custo para ser usado em aulas sobre astronomia, gravitação universal ou em alguma outra atividade de caráter lúdico-interativo.

Os planetários são locais para visitação cuja finalidade é apresentar uma simulação do movimento aparente dos astros no céu, quase sempre o céu noturno.

Figura 1: Simplicidade e ludicidade para o ensino de astronomia.

Materiais utilizados

Para montar um mini-planetário, além das figuras que constam em anexo neste artigo, será necessário:

- Cola líquida comum;
- Cola em bastão;
- Tesoura;
- Régua;
- Flanela;
- Durex;
- 1 folha de papel cartão;
- 1 cartolina dupla face na cor preta;
- 1 suporte para pilhas (para 4 pilhas);
- Fios para conexão;
- Tachinha;
- Alfinete;
- Palito de churrasco;
- 1 micro-lâmpada (daquelas de pisca-pisca de Natal) com seu respectivo bocal;
- Interruptor liga-desliga;
- Papel celofane na cor vermelha e azul.

Construindo o mini-planetário

Siga as instruções seguintes para operar com a montagem do material:

(1) Recorte as partes principais do mini-planetário – os hemisférios celeste sul e norte – pelo contorno mais externo do desenho (em anexo). Depois de recortá-las, cole-as (preferivelmente com a cola em bastão) sobre a cartolina dupla face preta, juntas, unindo as letras iguais – C com C e D com D (Fig.2).

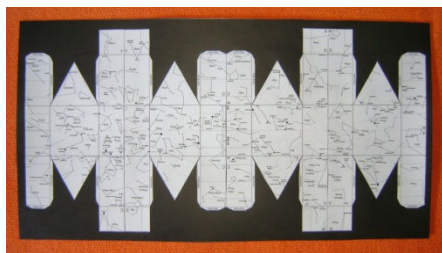


Figura 2: Colagem das peças na cartolina.

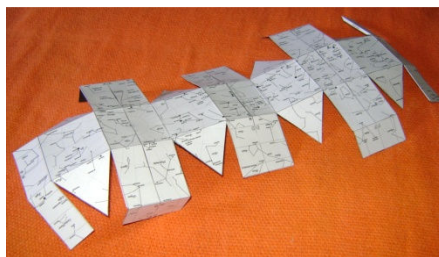


Figura 3: Peças unidas, recortadas e dobradas.

(2) Depois de colar as duas figuras principais na cartolina, recorte-as novamente pelo contorno e reforce

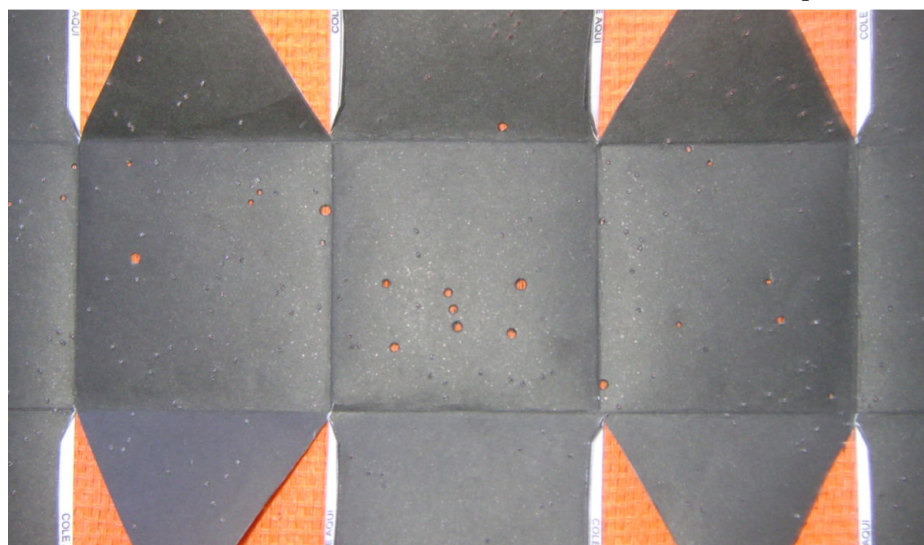


Figura 4: As estrelas estão furadas de acordo com sua magnitude aparente.

as dobras nos locais onde há as linhas pretas contínuas. Elas correspondem às arestas do sólido a ser montado. Este reforço nas dobras pode ser feito com o auxílio de uma régua (Fig. 3).

(3) Fure as estrelas. Observe que há estrelas de “tamanhos” variados, desde as menos visíveis (com magnitude visual igual ou superior a 3) até aquelas mais brilhantes, com magnitude visual na faixa de -1. Isso indica que os furos devem ser tanto maiores quanto maior for o brilho aparente da estrela. Pra começar esta etapa, faça o seguinte: fure todas as estrelas com um alfinete. Para fazer estes furos, apóie a estrutura de papel sobre uma flanela ou um pano dobrado. Depois que todas as estrelas tiverem sido furadas deste modo, aumente o diâmetro dos furos das estrelas mais brilhantes. As estrelas que necessitam ter seu furo aumentado devem ser furadas pelo o lado do avesso do material. Essa observação é importante porque se os furos forem

feitos do mesmo lado que os primeiros, o papel ficará com as rebarbas direcionadas para dentro do sólido, o que acaba prejudicando a qualidade da projeção. Comece localizando as estrelas com magnitude visual 2 e, com auxílio de um alfinete mais grosso ou de uma tachinha, fure-as novamente (pelo avesso). Para as estrelas de magnitude visual 1, utilize um objeto um pouco mais espesso para aumentar o tamanho dos furos como, por exemplo, um palito de dentes. As estrelas com magnitude visual na faixa de 0 e -1 podem ser

furadas com o auxílio de um palito de unhas ou de churrasquinho (sempre furando pelo avesso). Atente-se para o quadro com as magnitudes que será colocado na base do mini-planetário (em anexo) - quanto menor for a magnitude visual, mais brilhante, para nós, será a estrela. Em todo o céu que se pode observar, as estrelas de magnitude na faixa de -1 (ou próximo) são quatro: **Sírius**, da constelação do *Cão Maior*, **Canopus**, da *Carina*, **Rigel Kent**, do *Centauro* e **Arcturus**, do *Boieiro*. Estas estrelas devem ter os maiores furos para serem localizadas logo de imediato. Em relação às constelações, algumas delas podem ter sua projeção “destacada”. Três delas são facilmente reconhecíveis ao se olhar para o céu: *Cruzeiro do Sul*, *Órion* e *Escorpião*. É interessante que os furos das estrelas destas constelações, no mini-planetário, seja um pouco maior que o indicado. O reconhecimento destas constelações ajuda bastante a entender a dinâmica de como muda a

posição das estrelas ao longo do tempo (Fig. 4).

(4) Em algumas das estrelas mais brilhantes, cole papel celofane vermelho ou azul “por trás” delas, de acordo com sua classe espectral. **Antares**, da constelação de *Escorpião*, e **Beteguese**, de *Órion*, são exemplos de estrelas cuja classe espectral é **M**, ou seja, sua coloração é avermelhada. Já **Spica**, da constelação *Virgem*, e **Achernar**, do *Eridano*, por exemplo, são azuis (classe espectral **B**). O mini-planetário também pode oferecer esta diferenciação de cor entre as estrelas. Observe que todas as estrelas com nome, representadas no mini-planetário, possuem uma letra entre parênteses. Esta letra representa a classe espectral da estrela e indica sua coloração. Usando durex, fixe um pequeno pedaço de papel celofane na parte do avesso do corpo principal do mini-planetário, “colorindo” as estrelas com os maiores furos. Use

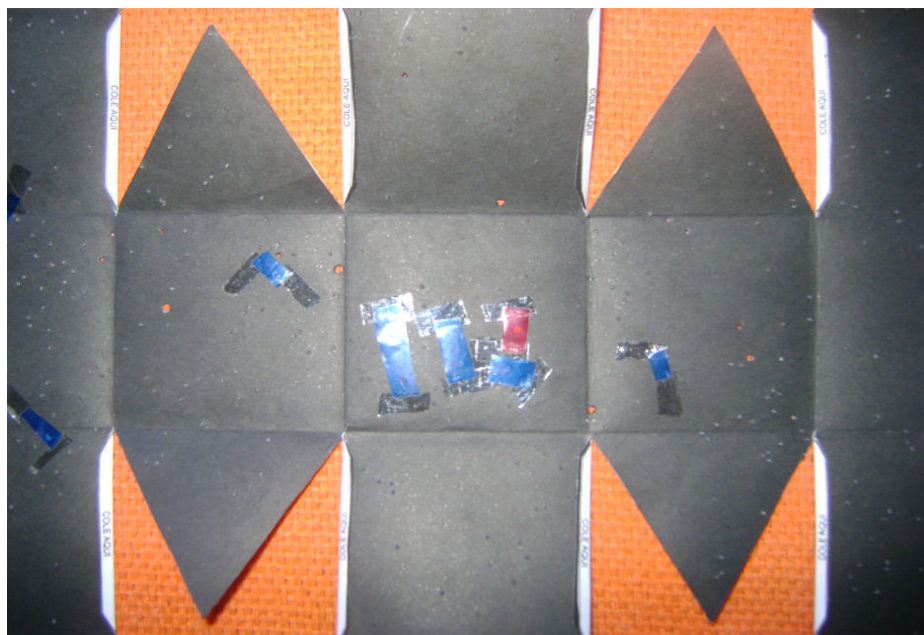


Figura 5: O papel celofane colorido, fixado com durex no interior do material, permite que a classe espectral de várias estrelas seja percebida na projeção.

papel celofane **vermelho** para as estrelas da classe espectral **M** e **azul** para as estrelas da classe espectral **B** e **O**. Nas demais estrelas, não é necessário colocar papel celofane, pois as estrelas destas outras classes espectrais possuem coloração próxima ao amarelo ou branco (Fig. 5).

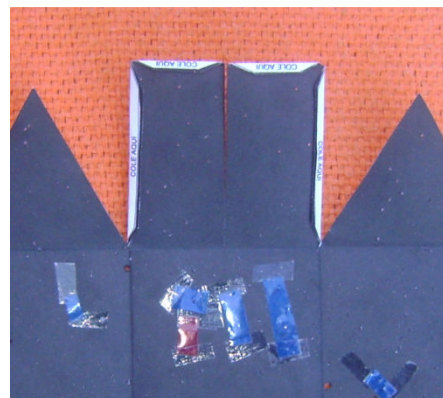


Figura 6: Um corte nas linhas pontilhadas facilita a montagem do material.

(5) Observe que há duas linhas tracejadas na cor cinza no mini-planetário (próximo às linhas que indicam o calendário). Para facilitar a montagem, faça um corte nelas com a tesoura (Fig. 6). Note, pois, que os dois hemisférios ficam ligados somente por um lado, no qual está desenhada uma

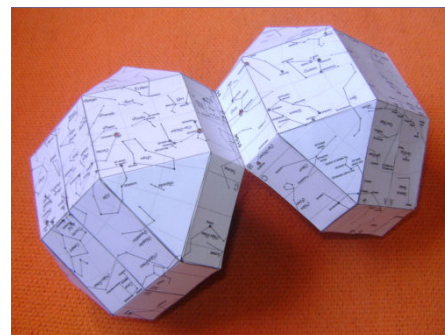


Figura 7: Hemisférios unidos pelo calendário.

(6) Fixe o palito de churrasco que irá sustentar o mini-planetário na base (Fig. 8). Este palito é colocado passando pelos dois pontos em torno do qual “o céu gira”. Estes pontos ficam no topo de cada hemisfério, bem no encontro das linhas radiais (em cor cinza). Para facilitar, fure de antemão estes dois pontos com uma tachinha. Mas antes de colocar o palito, é necessário preparar a micro-lâmpada que nele está fixada.

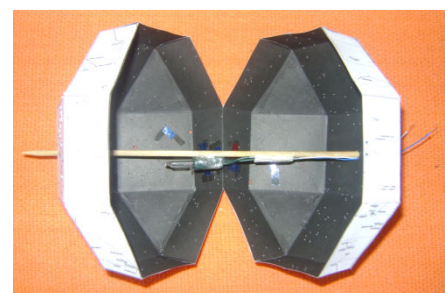


Figura 8: Detalhe da colocação do palito de churrasco.

parte do calendário. Há várias abas no qual está escrito a expressão “cole aqui”. Comece a fechar o sólido colando estas abas, uma por vez, e em todos os lados. Ao final desta etapa, você terá os dois hemisférios unidos apenas por um lado (Fig. 7).

(7) Faça o circuito elétrico unindo um pedaço de fio para circuitos elétricos simples (de mais ou menos 15 cm de comprimento) a cada terminal da micro-lâmpada, com fita crepe ou durex. Prenda a micro-lâmpada, pelo bocal, com fita crepe ou durex, mais ou menos no meio do palito (Fig. 9). Primeiro posicione o palito passando pelo pólo celeste norte (e passe também por este furo os fios que partem da lâmpada, para que as extremidades dos fios fiquem para fora do sólido). Depois, vá fechando sólido e faça com que o palito passe pelo pólo celeste sul. Faça a conexão dos fios dos terminais da micro-lâmpada com os fios dos terminais do suporte das pilhas (usando fita crepe ou durex). Deixe o circuito aberto em algum ponto para ser colocado o interruptor liga/desliga.



Figura 11: A inclinação do corpo principal do mini-planetário depende da latitude local. Na figura, θ equivale, em graus, à latitude do local que se deseja obter a projeção. O tamanho do segmento a , em cm, para uma base de lateral 15 cm, é encontrado com a Expressão 1.

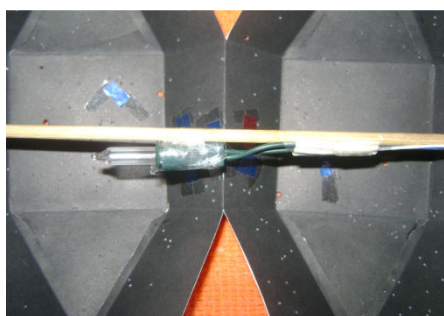


Figura 9: Detalhe da colocação da micro-lâmpada.

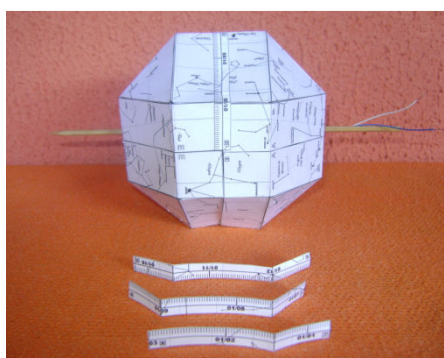


Figura 10: Colagem das tirinhas do calendário.

(8) Recorte as quatro tirinhas que servem de calendário (em anexo). Além de calendário, elas servirão também para fechar o sólido. Veja que no próprio mini-planetário já existe uma parte do calendário desenhada. O

calendário completo "dá a volta" em todo o sólido. Cada tira possui dois números dentro de um quadrado. A primeira a tira possui os números 1 e 2, a segunda tira possui os números 3 e 4, e assim por diante. Observe que na borda do hemisfério celeste norte há também os mesmos números. A finalidade destes números é sinalizar a colagem destas tiras. Depois de recortá-las, cole-as obedecendo a numeração: o número 1 sobre o número 1, o número 2 sobre o número 2, e assim sucessivamente. (Fig. 10).

(9) Monte a base do mini-planetário, com o papel cartão. Esta base é uma caixa. O fundo é quadrado, com 15 cm x 15 cm, e as laterais são retangulares, com 15 cm x 9 cm.

(10) Observe uma das fotos do mini-planetário montado. Note que a fixação do corpo principal do mini-planetário é feita de modo que ele fique inclinado (em quase todos os casos) e a inclinação depende da latitude do local que se deseja visualizar o céu. O corpo principal do mini-planetário, mostrado nas figuras deste artigo, possui uma inclinação calculada para mostrar o céu de Brasília, cuja latitude é de aproximadamente de 15°. E, por se tratar de uma cidade localizada no hemisfério sul, o hemisfério celeste sul deve estar na parte mais elevada do

material. Para entender como fixar o corpo principal do mini-planetário na base, observe a Fig. 11. Nesse caso, $\theta = 15^\circ$. Caso se quisesse reproduzir o céu noturno de uma cidade como Porto Alegre, por exemplo, cuja latitude é 30°, θ teria esse valor. Recorte uma tira de papel cartão (com largura de mais ou menos 1 cm) e cole "bem no meio" de uma das laterais da caixa, conforme a Fig.12. Essa tira serve para "elevar" um dos hemisférios. Para ajustar o tamanho desta tira à latitude do local desejado, observe novamente a Fig. 12. A distância entre a borda da caixa e o local onde o palito fura a tira de papel cartão está representada por a na Fig. 11. Da mesma forma, o outro hemisfério está mais baixo e a outra extremidade do palito passa por uma distância a abaixo da borda oposta da caixa. Para o caso específico de Brasília, e tomando as dimensões da base mencionadas no Item 9, a vale 2,0 cm, pois, de acordo com qualquer um dos triângulos ilustrados na Fig. 11, $\theta = \arctg(2,0/7,5)$, que é aproximadamente 15°. Para calcular a para uma latitude genérica, e sendo o tamanho da lateral da caixa 15 cm, a é calculado de acordo com a Expressão 1:

$$a = 7,5 \cdot \operatorname{tg} \theta \text{ (cm)} \quad (1)$$

Sabendo das dimensões de a , recorte uma tira de papel um pouco maior do que o comprimento de a para colá-la na caixa conforme ilustra a Fig. 12.

(11) Recorte o retângulo grande que está na mesma folha que contém as tirinhas do calendário. Cole esta peça na lateral da base que está voltada para o hemisfério celeste sul – o mesmo lado da caixa em que a tirinha foi colada (Fig. 12). Este retângulo contém um quadro com as magnitudes estelares, informações técnicas e as instruções para o uso do mini-planetário. Nesta mesma folha há um outro quadrado com uma seta. Esse quadrado deve ser recortado e colado na lateral da esquerda em relação ao Hemisfério Celeste Sul – Fig. 13. A utilidade dele é indicar o dia e a hora do céu mostrado. Ainda há um outro retângulo, que é o símbolo do Ano Internacional da Astronomia (AIA 2009). Recorte-o e cole-o em uma

outra lateral da caixa, a sua escolha – Fig. 14.



Figura 12: Vista frontal do mini-planetário.

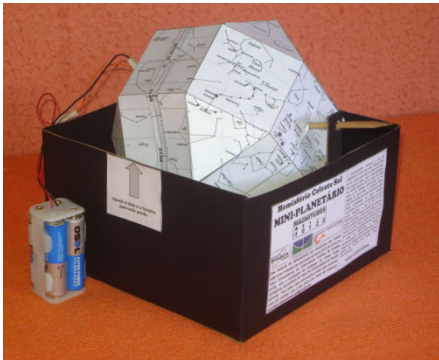


Figura 13: Seta indicativa da data e da hora.

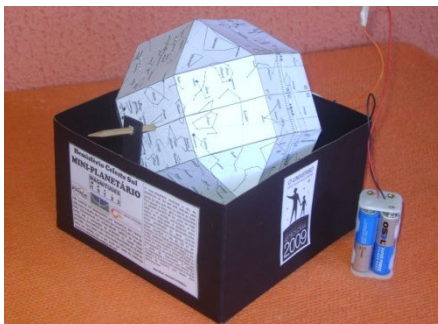


Figura 14: Detalhe do logotipo do Ano Internacional da Astronomia (AIA2009)

Ajustando a data e a hora

O próprio mini-planetário traz uma rápida instrução de como manuseá-lo, mas convém detalhar melhor sua utilização. O calendário que está na parte central do mini-planetário inclui todos os dias do ano. Cada risco corresponde a um dia do ano, sendo que o primeiro dia de cada mês, indicado no próprio calendário, está feito com uma linha mais espessa.

Para ajustar o momento da visualização, escolha o dia desejado no calendário e alinhe o risco correspondente à borda da lateral da caixa na qual a seta está colada (Fig. 13). Quando se fizer isto, as estrelas que estão “da borda da caixa para cima” são aquelas que estão visíveis no céu. As estrelas que estão “da borda da caixa para baixo” são aquelas que estão abaixo da linha do horizonte (e, portanto, não visíveis no instante considerado). Para ajustar a hora desejada, é necessário olhar para as linhas tracejadas da parte central do corpo principal do mini-planetário. Essas linhas estão próximas ao calendário, perpendiculares a ele. O espaço entre duas dessas linhas equivale a uma hora. Depois de escolhido o dia da visualização, posicione o material “de frente” para você, ou seja, com o hemisfério celeste sul voltado na sua direção. Gire o corpo principal no mini-planetário no sentido horário de fora antes da meia-noite ou no sentido anti-horário se for depois. A cada hora a mais ou a menos é necessário girar o corpo principal do mini-planetário o espaço correspondente a duas dessas linhas tracejadas. Para entender melhor, acompanhe os três exemplos a seguir:

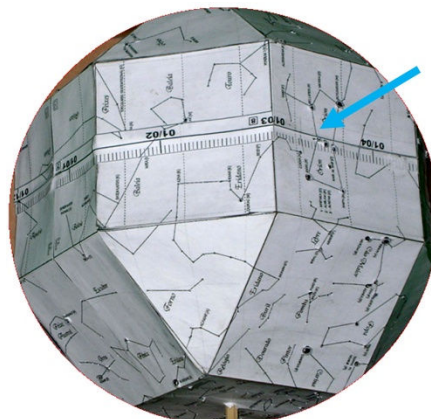


Figura 15: A seta indica a constelação de Órion quase no topo do céu do dia 01/02 às 00:00 h

Exemplo 1 – Céu do dia 01/12 às 00:00 h: Procure no calendário o risco correspondente a esse dia. Alinhe este risco à borda lateral da caixa na qual está a seta. O céu desse dia, nesse horário, já está sendo mostrado e não é necessário se ajustar nada, pois não é necessário mais girar o corpo principal do mini-planetário. Note que a

constelação de Órion está quase no alto do céu.

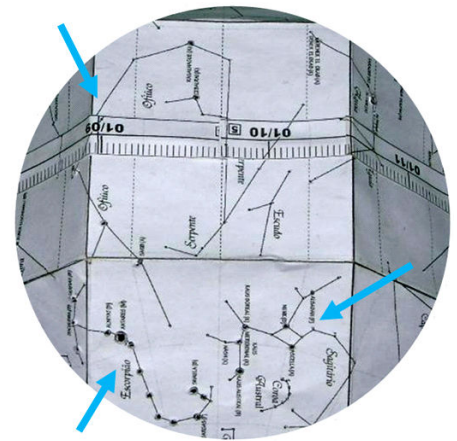


Figura 16: Ofiúco, Escorpião e Sagitário são indicadas pelas setas na noite do dia 15/08, às 21:00 h

Exemplo 2 – Céu do dia 15/08 às 21:00 h: Ache o risco correspondente ao dia 15/08 e alinhe-o à borda da caixa que contém a seta. Agora é só ajustar o horário. Como se trata de um horário antes da meia-noite, o corpo principal do mini-planetário deve ser girado no sentido horário. Para as 21 h, deve-se voltar três horas (24 h menos 21 h), ou seja, deve-se girar o corpo principal do mini-planetário três espaços equivalentes à distância entre duas linhas tracejadas. As constelações que estão mais no alto do céu são Escorpião, Sagitário e Ofiúco.

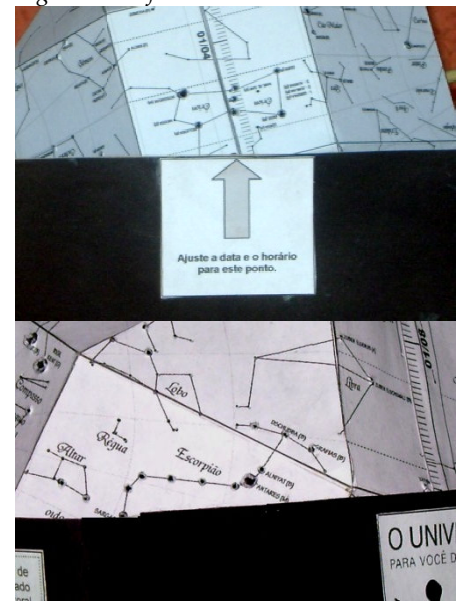


Figura 16: Enquanto a constelação de Órion está se pondo no Oeste, a de Escorpião está nascendo no lado oposto no céu do dia 01/01 às 04:00 h.

Exemplo 3 – Céu do 01/01 às 04:00 h: Localize o risco correspondente a essa data e, da mesma maneira que os exemplos anteriores, alinhe-o com a seta lateral da caixa. Por se tratar de um horário depois da meia-noite, o corpo principal do mini-planetário deve ser girado no sentido anti-horário. Para o horário indicado, o objeto deve ser girado quatro espaços. Nota-se que no céu deste momento a constelação de *Órion* está desaparecendo enquanto a constelação de *Escorpião* está nascendo no horizonte.

Possibilidades pedagógicas de uso do mini-planetário

O mini-planetário pode ser empregado de múltiplas formas na sala de aula e fora dela. Argumenta-se, pois, a favor da utilização do material para o ensino da astronomia e de alguns temas relacionados à física.

Ensino da astronomia

A astronomia, ciência que estuda aos astros [1], carrega consigo inegável potencial didático [2]. Embora haja muitas pesquisas na área fruto de relatos de experiências escolares [3], [4], [5], [6], apenas para mencionar algumas, o ensino de Astronomia ainda não alcançou sua devida posição no cenário educacional, mesmo sendo uma recomendação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+EM), [7].

Para o ensino de astronomia, o material aqui apresentado é útil na abordagem de diversos temas como: i) modelo do sistema solar (geocêntrico e heliocêntrico), ii) constelações, iii) astronomia de posição, iv) estrelas e suas variedades, entre outros assuntos.

Organizar atividades em classe, enfocando temas de astronomia como parte do desenvolvimento curricular dos ensinamentos fundamental e médio é tarefa inadiável com a qual o mini-planetário aqui proposto pode contribuir.

Popularização da astronomia

Popularizar, no entendimento de alguns pesquisadores, é um conceito mais profundo que somente o

de divulgar [8]. É quando se é possível difundir entre o povo determinado conhecimento [9]. Em um pensamento mais apurado, significa colocar o conhecimento no campo da participação popular e sob o crivo do diálogo com os movimentos sociais [10], [11]. É possível supor que a simplicidade e, ao mesmo tempo, a riqueza de possibilidades do mini-planetário seja um catalisador na tentativa de colocar as ideias da astronomia e da física (e conhecimentos correlatos) em posição de diálogo não só com os estudantes da Educação Básica, mas com o público em geral. Utilizar o mini-planetário para uma *sessão de planetário*, então, se mostra uma possibilidade viável no sentido da popularização da astronomia.

Abordagem de tópicos de física

O mini-planetário pode ser aproveitado na discussão de alguns tópicos em física, dentre eles: i) medidas de tempo, ii) medidas de espaço, iii) escalas, iv) princípios de conservação, v) ótica, vi) leis do movimento, vii) constituição da matéria, etc

Neste contexto, o professor pode e deve estimular questionamentos do tipo – *Por que as estrelas mudam tanto de posição ao longo da noite e ao longo do ano? O que mantém a Terra em seu movimento de rotação e translação? Se o Sol é uma estrela, por que ela parece tão maior do que as outras? De onde vêm as cores das estrelas?* A partir disso, o conhecimento pode, com grande eficiência, ser mobilizado em resposta a essas questões.

Mas as possibilidades não se encerram por aqui. Outras abordagens podem ser realizadas a critério do professor, atendendo aos diferentes interesses dos alunos. A seguir, é deixada uma sugestão de atividade que pode, com facilidade, ser conduzida com o mini-planetário.

Sugestão de Atividade – Sessão de Planetário com o mini-planetário

Para o professor ou apresentador conduzir uma sessão de planetário com o mini-planetário, é necessário que se reserve um espaço de pequenas dimensões (uma sala

pequena) completamente escuro. Reúna o grupo de expectadores (fora do ambiente escuro, ou mesmo dentro dele, mas com as luzes ligadas) e mostre o mini-planetário. Explique seu *princípio de funcionamento* (objeto giratório, com as constelações furadas e equipado com uma micro-lâmpada) e algumas de suas *funcionalidades* (permite mostrar o céu noturno de qualquer parte do planeta, em qualquer hora da noite, a qualquer data). De preferência, ajuste o momento da visualização do céu para a meia-noite do dia em que se está realizando a atividade. Cite algumas constelações comuns que podem ser observadas naquele momento. Acomode os expectadores no local da exibição da sessão, já escurecido, com o auxílio de uma lanterna e leve o mini-planetário, ainda desligado, ao centro da sala na qual ocorrerá sessão. Fale um pouco sobre as constelações, sobre o céu noturno ou algo relacionado. Ligue a micro-lâmpada do mini-planetário e continue sua explanação sobre astronomia. Pode-se contar algumas histórias mitológicas clássicas, como as das constelações do zodíaco, por exemplo. Transcorridos alguns minutos da sessão, a pupila dos expectadores estará mais aberta e, por consequência, a projeção das estrelas nas paredes do ambiente se apresentará mais perceptível. Simule alguma passagem de tempo girando o corpo principal do mini-planetário. Mostre a oposição entre as constelações de *Escorpião* e *Órion*, que possuem, entre si, um afastamento de quase 180°. Comente sobre a dinâmica da mudança aparente do céu ao longo de uma noite e ao longo do ano. Explique que, ao longo de uma noite, uma constelação que esteja surgindo no horizonte, no ponto cardeal leste, às dezoito horas, por exemplo, seis horas depois (1/4 de um dia), estará no zênite (ponto mais alto do céu), à meia-noite e que, mais seis horas depois, ao amanhecer do dia, esta constelação estará desaparecendo no ponto cardeal oeste. Comente que, por outro lado, se um observador acompanha a posição aparente das estrelas, todas as noites, nomesmo horário, pode-se notar, ao longo dos meses, uma mudança semelhante do céu. Uma constelação que esteja, por exemplo, nascendo no

horizonte, no ponto cardeal leste, as dezoito horas, três meses depois (1/4 de um ano), também às dezoito horas, estará no zênite e, mais três meses depois, no mesmo horário, estará se pondo no ponto cardeal oeste. Estas constâncias no movimento aparente do céu ficam mais fáceis de serem explicadas com o auxílio do mini-planetário. É conveniente situar a

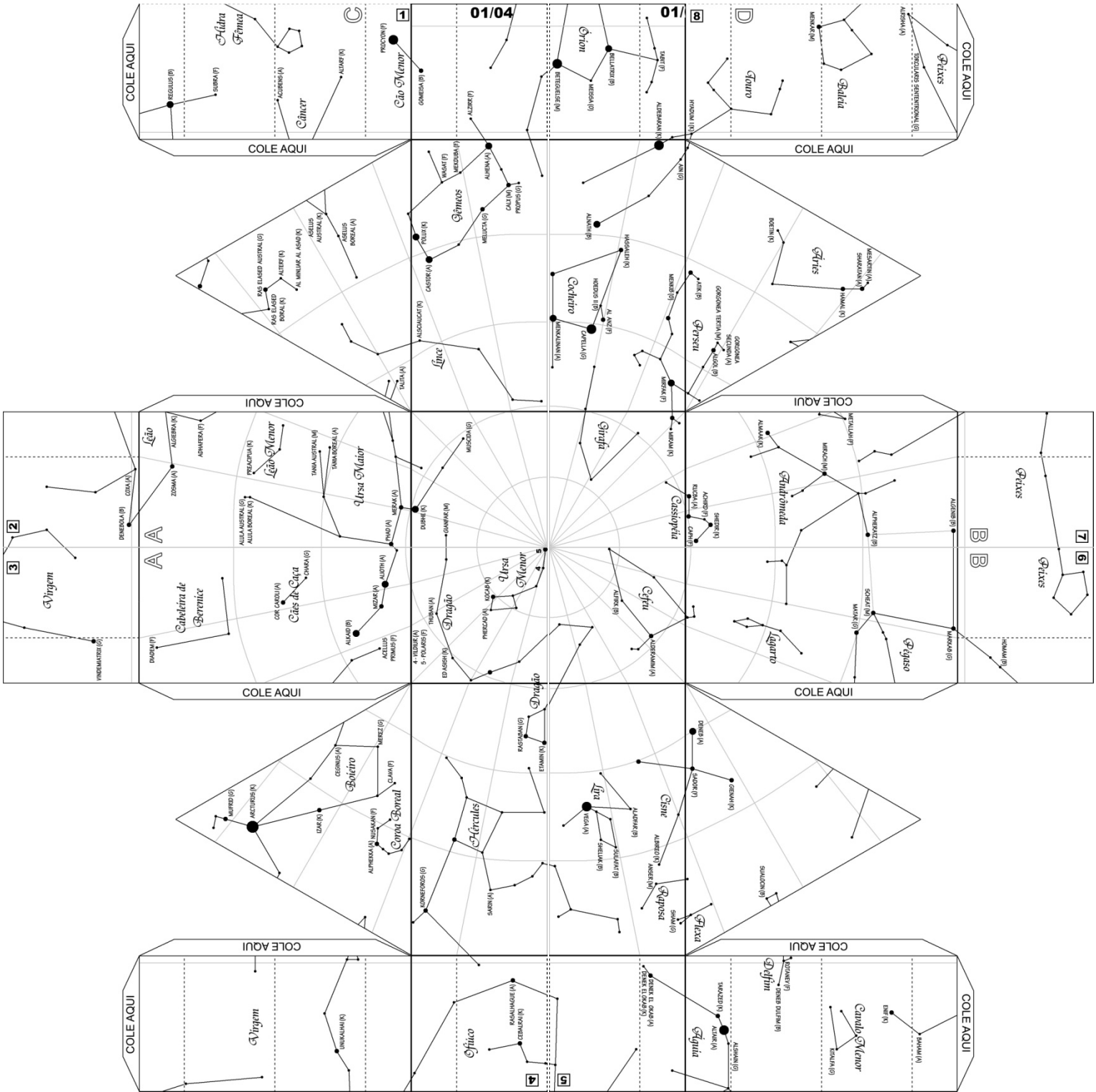
importância do conhecimento astronômico para a história da humanidade, frisando o fato de que o conhecimento dessas regularidades do movimento celeste foi crucial para a sobrevivência da espécie humana. Para um local de observação do céu como Brasília, é interessante esclarecer sobre a localização do pólo celeste sul - ponto em torno do qual o céu gira,

para observadores localizados no hemisfério sul - por meio da constelação do *Cruzeiro do Sul*, bem como a não-visualização do pólo celeste norte. Por fim, pode-se comentar sobre a variedade de tipos espectrais de estrelas, já que a projeção é colorida.

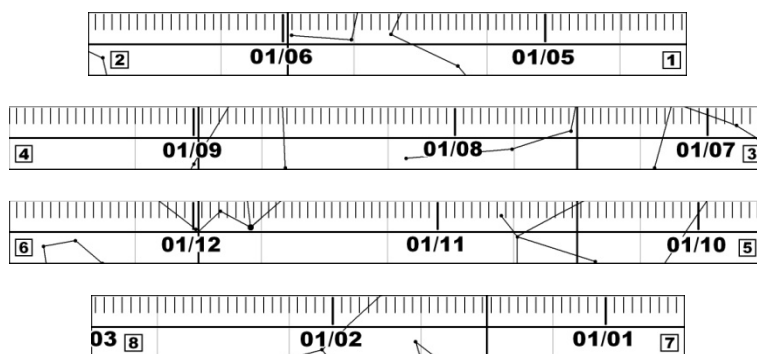
Referências

- [1]. MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. **O Livro de Ouro do Universo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002, 509 p.
- [2]. CANIATO, Rodolpho. **Astronomia e Educação**. Universo Digital, p. 80-91, [20--].
- [3]. BARRIO, J. B. M. A investigação Educativa em Astronomia: os planetários como espaço de ensino e aprendizagem. In: Educação em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica. Organizador: Marcos Daniel Longhini. Campinas, SP. Ed. Átomo, 2010.
- [4]. CANALLE, João Batista Garcia. **Explicando Astronomia com uma bola de isopor**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 16, n. 3: p. 314-331, dez. 1999.
- [5]. MEES, Alberto Antônio. *Astronomia: Motivação para o Ensino de Física na 8ª Série*. Rio Grande do Sul, Instituto de Física, UFRGS, 2004. 123p. Profissionalizante - Ensino de Física. (Orientadora: Maria Helena Steffani).
- [6]. LEÃO, Demetrius dos Santos. **Um mini-planetário como alternativa de popularização e aprendizagem de tópicos de astronomia**. Brasília, UCB, 2009. Trabalho de Conclusão de Curso. (Orientador: Dr. Cássio Costa Laranjeiras)
- [7]. BRASIL. **PCN+. Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- [8]. GERMANO, Marcelo Gomes; KULESZA, Wojciech Andrzej. Popularização da Ciência: Uma Revisão Conceitual. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.24, n.1: p.7-25, abr.2007.
- [9]. MORA, A. M. S. **A divulgação da ciência como literatura**. Tradução: Silvia Perez Amato. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2003.
- [10]. HUERGO, J. La Popularización, mediación e negociación de significados. In: SEMINÁRIO LATINOAMERICANO: ESTRATÉGIAS PARA LA FORMACIÓN DE POPULARIZADORES EN CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 2001, Cono Sur, La plata.
- [11]. LENS, J. L. La pedagogia dialógica como marco teórico-estratégico para la formación de popularizadores en ciencia y tecnologia. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO: ESTRATEGIAS PARA LA FORMACIÓN DE POOPULARIZADORES EN CIÊNCIA Y TECNOLOGIA, 2001, Cono Sul, La Plata.

HEMISFÉRIO CELESTE NORTE



CALENDÁRIO, ACESSÓRIOS E INSTRUÇÕES



Hemisfério Celeste Sul

MINI-PLANETÁRIO

Este material foi desenvolvido por Demetrius dos Santos Leão como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em sua graduação em Física (Licenciatura) na Universidade Católica de Brasília (UCB) e posteriormente aprimorado durante seu ingresso no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC), na Universidade de Brasília (UnB).

O mini-planetário mostrará a céu de 00h00min do dia que está indicado pela ponta da seta que está na lateral da base. Para ajustar a hora, gire o mini-planetário no sentido horário de for antes da meia noite e, no sentido anti-horário, se for depois da meia-noite. A distância entre cada linha radial (que está destacada pelas linhas pontilhadas na parte central) representa uma hora. Por exemplo, se você quiser visualizar o céu do dia 1º de fevereiro, às 21 horas, proceda do seguinte modo: posicione o traço que indica o dia 01/02 na ponta da seta cinza lateral, rente à borda da caixa. Gire o corpo principal do mini-planetário no sentido horário (por que é antes da meia-noite) o espaço correspondente a 3 horas (24h menos 21h é igual a 3). Pratique este exemplo e invente outros da maneira que quiser. Bom divertimento!

MAGNITUDES

● ○ ◐ ◑ ◒

-1 0 1 2 3