

ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO: COMPREENDENDO DETALHES DO MOVIMENTO APARENTE DAS ESTRELAS COM UM MINIPLANETÁRIO

Demetrius dos Santos Leão¹

Resumo: O objetivo deste artigo é apresentar parte dos resultados obtidos com a intervenção feita como projeto da dissertação de mestrado do autor, que consistiu no desenvolvimento de um conjunto de aulas de Astronomia, com alunos do 1º Ano do Ensino Médio de uma escola da rede privada do Distrito Federal (Brasília, Brasil), empregando como recurso principal um material didático chamado miniplanetário (MP). Utilizando como pressuposto teórico norteador dessas aulas as ideias de contextualização e dialogicidade de Paulo Freire, foi proposta aos estudantes a montagem e utilização desse recurso em uma sessão de planetário. Durante o projeto, enfatizaram-se assuntos como a trajetória aparente das estrelas para o céu de Brasília, a localização dos pontos cardeais a partir da constelação do Cruzeiro do Sul, as cores das estrelas e as estrelas vistas de uma determinada localidade. Apurou-se que os alunos apresentaram melhoria na compreensão desses assuntos, bem como demonstraram expressiva empolgação com essa metodologia desenvolvida.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; movimento celeste; recurso instrucional; planetários; educação dialógica.

ASTRONOMÍA EN LA ESCUELA SECUNDARIA: COMPRENDIENDO LOS DETALLES DEL MOVIMIENTO APARENTE DE LAS ESTRELLAS CON UN MINIPLANETARIO

Resumen: El objetivo de este trabajo es presentar algunos de los resultados obtenidos en el proyecto de la tesis de maestría del autor, que incluyó el desarrollo de algunas clases de Astronomía, con estudiantes del primer año del bachillerato de una escuela privada del Distrito Federal (Brasilia, Brasil), utilizando como materia prima didáctica el recurso llamado miniplanetario (MP). Utilizando como base teórica orientadora de esas clases las ideas de contextualización y *dialógica* de Paulo Freire, fue propuesto a los estudiantes el montaje y la utilización de este recurso en una función de planetario. Durante el proyecto, se enfatizaron asuntos tales como la trayectoria aparente de las estrellas del cielo de Brasília, la ubicación de los puntos cardinales a partir de la constelación de la Cruz del Sur, los colores de las estrellas y las estrellas vistas desde una localidad determinada. Se constató que los estudiantes mostraron una mejora en la comprensión de estas cuestiones y demostraron un gran interés por esta metodología.

Palabras clave: Enseñanza de la Astronomía; movimiento celeste; recursos didácticos; planetarios; educación dialógica.

ASTRONOMY IN HIGH SCHOOL: USING A MINI-PLANETARIUM TO UNDERSTAND DETAILS OF THE APPARENT MOVEMENT OF STARS

Abstract: The aim of this article is to present part of the results obtained by the intervention made from the author's Master degree project, which consisted in the development of a set of Astronomy classes for first year of High School students from a private school in the "Distrito Federal", Brasília, Brazil, making use of a didactical material called mini-planetarium (MP) as the main resource. Using Paulo Freire's contextualization and *dialogicity* ideas as a theoretical framework guided by these lessons, it was proposed to the students the assembly and application of that resource in a planetarium session. During

¹ Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC), Universidade de Brasília (UnB), e-mail: <demetriusleao0@gmail.com>.

the project, some subjects such as the apparent trajectory of stars through Brasilia's sky, the location of the cardinal points beginning from the Southern Cross constellation, the color of stars and the stars being seen from a particular place were emphasized. It was found that the students showed an improvement of their understanding about these subjects, as well as a significant excitement with the developed methodology.

Keywords: Astronomy Teaching; celestial movement; instructional resource; planetariums; dialogical education.

1. Introdução

Pesquisas na área de Ensino de Astronomia têm reforçado a importância da sua permanência e maior exploração nas salas de aula, independente do nível ou modalidade de escolarização (BERNARDES *et al.*, 2006; BERNARDES, 2010; BERNARDES, IACHEL e SCALVI, 2008; BERNARDES e GIACOMINI, 2010; COMPIANI, 2010; DOMINICI *et al.*, 2008; IACHEL *et al.*, 2009; LEÃO, 2009, 2011, 2012; BREGANHOLI e WÜRZ, 2012; FERNANDES e LONGHINI, 2011; MARTÍNEZ e FERREIRA, 2011; ROA e VIEIRA, 2012; SANZOVO e QUEIROZ, 2012; SILVA, GONZAGA e FERNANDES, 2012; VASCONCELOS e SARAIVA, 2012; VECCHIA *et al.*, 2012) somente para mencionar alguns trabalhos recentes que exibem resultados de investigações em situações de ensino.

Não apenas nos discursos mais fervorosos sobre a Astronomia na sala de aula (CANIATO, 2011), mas também em diretrizes oficiais como os PCN+ para o Ensino Médio (BRASIL, 2002), particularmente falando dessa modalidade de escolarização, o conhecimento relativo ao movimento dos corpos celestes e as leis que os regem são recomendações a serem atendidas.

Embora o estudo dos astros seja carente de ações consistentes, sendo fruto mais comum de contribuições isoladas de quem insiste em mantê-lo no ambiente escolar, percebe-se que ele pode muito bem contribuir para o que o parágrafo IV do artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (1996) estabelece para o Ensino Médio, ao recomendar um ensino em que se busque “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática” (BRASIL, 1996).

Tendo em vista a necessidade imediata de alternativas inovadoras que colaborem com o processo de ensino-aprendizagem da Astronomia, realizou-se essa pesquisa em uma escola da rede privada de Brasília acerca da utilização de um recurso instrucional intitulado de MP (contemplando sua montagem e utilização em uma sessão de planetário) em aulas sobre Astronomia, visando promover aos alunos participantes desse estudo um entendimento cientificamente adequado de alguns temas astronômicos que, por diferentes motivos, geram uma grande quantidade de concepções alternativas em torno:

- i. Trajetória aparente das estrelas para o céu de Brasília;
- ii. Localização dos pontos cardeais a partir da constelação do Cruzeiro do Sul;
- iii. Cores das estrelas;
- iv. Estrelas vistas de uma determinada localidade.

A escolha por abordar esses quatro tópicos é uma consequência das potencialidades agregadas ao material didático em questão. A hipótese de trabalho dessa pesquisa foi a de que a montagem do MP, a compreensão do seu funcionamento e sua utilização em uma sessão de planetário, associadas à aulas de Astronomia sob uma perspectiva dialógica, são capazes de promover um entendimento efetivo de determinados aspectos do movimento aparente do céu. A condução desse trabalho teve por objetivo propiciar aos estudantes uma experiência para a compreensão do movimento celeste e melhorar o nível conceitual deles em relação à Astronomia.

Em linhas gerais, o texto que se segue inicia com uma abordagem sobre as ideias de educação dialógica do educador Paulo Freire, cujos desígnios nortearam a condução dessa pesquisa em sala de aula. No item seguinte, trata-se do material didático que foi empregado no desenvolvimento das mencionadas aulas de Astronomia – o MP – mostrando parte de seus princípios e funcionalidades. Segue-se apresentando a metodologia do trabalho, na qual se mostra a transcrição de parte dos diálogos estabelecidos em sala de aula, onde se tratou sobre a trajetória aparente das estrelas, a montagem do MP e sua utilização. Posteriormente são mostrados os dados coletados durante a aplicação do projeto por meio da análise de um teste prévio à intervenção, um teste posterior e uma avaliação da metodologia pelos alunos. Ainda na análise, algumas reflexões sobre as aulas são lançadas tomando como referência os pressupostos teóricos que orientaram a pesquisa. Por fim, são deixadas algumas considerações em relação aos resultados alcançados com o trabalho.

2. A dimensão pedagógica da investigação – a educação dialógica como suporte

Redimensionar a posição e o papel do professor tem sido uma busca constante e insistente na educação contemporânea. A figura do professor como detentor do saber e que apenas transmite seu conhecimento a um grupo de estudantes que o ouvem passivamente vem, continuamente, perdendo espaço. Paulo Freire, nesse contexto, na obra *Extensão ou Comunicação?* (FREIRE, 2011a), ao expor suas reflexões sobre a prática de ensinar, 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 extensionista, que podemos associar ao papel do educador) para a figura do dominado (os camponeses, que podemos associar ao papel de aluno). Em contrapartida, as interações educador-educando, em situações de aprendizado, dentro ou fora da sala de aula, requerem uma melhor adequação para as necessidades atuais do ensino.

Visando contemplar a interatividade e o intercâmbio de conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem, alguns pressupostos do educador Paulo Freire muito bem se encaixam com a proposta desse estudo, quando ele se refere ao papel da *contextualização* e do *diálogo* no contexto educacional. Em suas palavras (FREIRE, 2011a):

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, 2011a, p.65)

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 favorecer 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 – 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*.

Já considerando que o educador não é mais possuidor exclusivo do saber, vale frisar que ambos, educador e educando, são atores ativos na construção do conhecimento. Para Freire (2011a):

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, 2011a, p. 107)

O discurso com a ideologia de uma educação como prática da liberdade (Freire, 2011a, 2011b), de Paulo Freire, permite uma exploração bastante ampla, mas para os objetivos deste texto, é feito o recorte da educação dialógica. Diálogo mediado, na metodologia deste trabalho, pela temática Astronomia.

3. Um pouco sobre o miniplanetário

O valor e o potencial didático dos planetários para o ensino têm sido abordados por alguns trabalhos na área de Educação em Astronomia (BARRIO, 2002, 2010; BUENO *et al.*, 2011; MARTINS, 2009; ROMANZINI e BER, 2012; SILVA *et al.*, 2012). Mais do que um meio de divulgação, difusão, popularização e aprendizagem, as visitas a planetários podem caracterizar um modo lúdico para as pessoas adentrarem nas temáticas astronômicas. Considerando essa relevância, o material didático mencionado nesse trabalho pode contribuir para o aproveitamento de várias possibilidades educacionais dos planetários.

O MP (Figura 1) funciona como um pequeno projetor de planetário capaz de fornecer uma projeção das estrelas no 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 cor das estrelas².

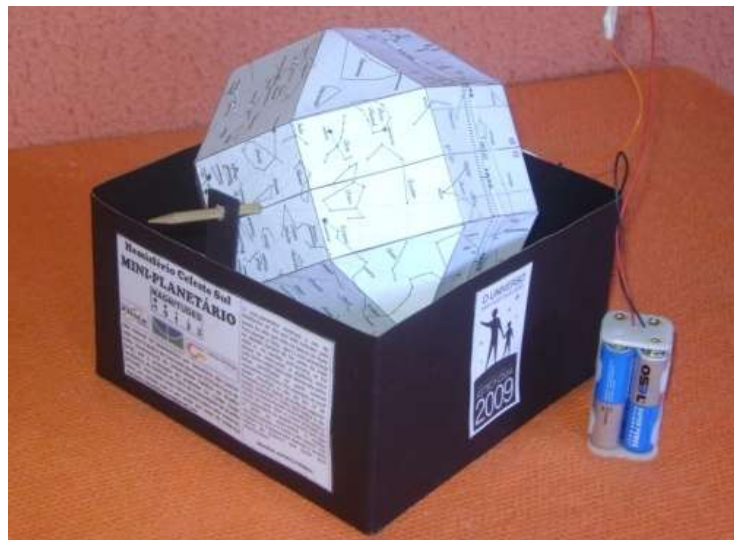


Figura 1 - Simplicidade e ludicidade para o Ensino de Astronomia.

O MP é um objeto de papel e a sua parte principal – o sólido central – possui as constelações dos Hemisférios Sul e Norte (constelações equatoriais e zodiacais), a qual todas estão furadas de acordo com sua magnitude visual aparente. Sua montagem, além das figuras³ (Figura 2), requer alguns materiais como cartolina dupla-face preta, cola, tesoura e alfinete.

² Cada estrela cujo nome está indicado nas figuras de montagem do MP acompanha uma letra, entre parênteses, indicando sua Classe Espectral.

³ As figuras em tamanho original, um manual completo de montagem desse material e as instruções de sua utilização podem ser obtidas em trabalho de autoria do próprio pesquisador (LEÃO, 2011), no endereço eletrônico: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol12/Num2/>>.

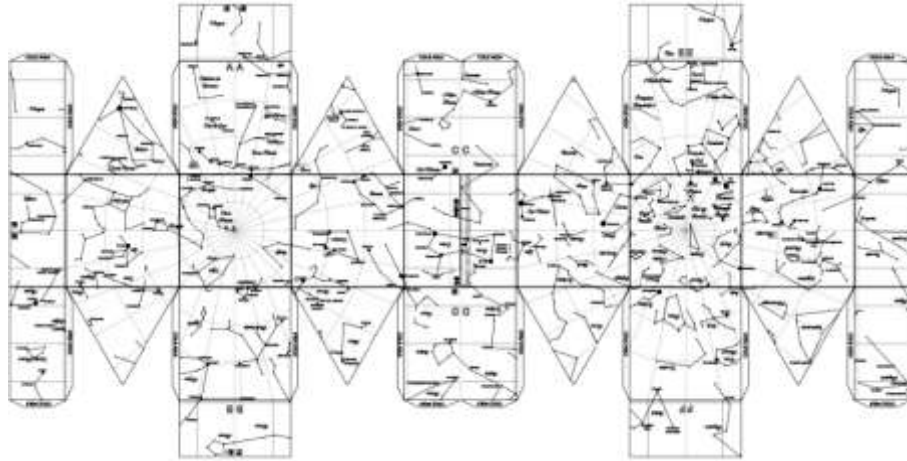


Figura 2 - Projeção das figuras de confecção do miniplanetário, em tamanho reduzido.

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 cor de estrela. Fazendo-se as dobragens e colagens corretas, acopla-se uma microlâmpada⁴ a um palito de churrasco e ele é posto atravessando os dois hemisférios do MP (figura 3):

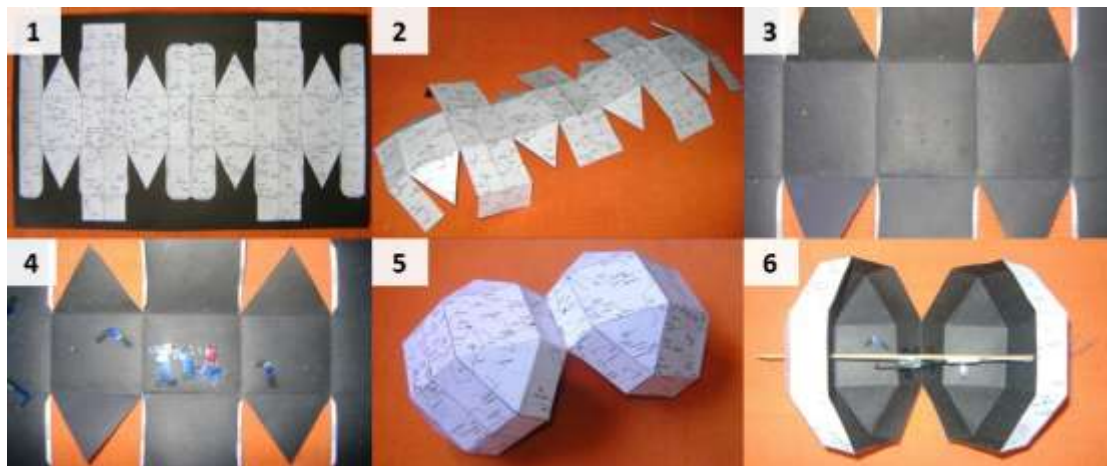


Figura 3 - Etapas iniciais da montagem do miniplanetário.

A inclinação θ do corpo principal do MP assume o valor da latitude do local cujo céu deseja ser observado. Com esse material, o movimento aparente anual e diário do céu noturno pode ser facilmente explorado. As estrelas que ficam acima da borda da caixa são aquelas que estão visíveis naquela ocasião (Figura 4).

⁴ É sugerida a utilização, no interior do MP, de uma microlâmpada, tal qual aquelas empregadas em pisca-piscas natalinos, para a redução do efeito de câmara escura. Uma lâmpada maior, com um filamento também maior, não é aconselhada, pois a projeção observada será a do filamento. Esse inconveniente é minimizado usando uma fonte luminosa de pequenas dimensões.

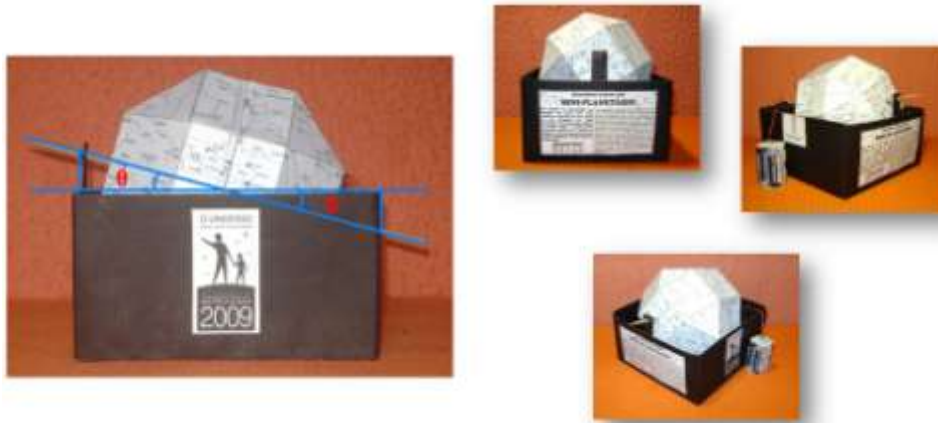


Figura 4 - A inclinação do corpo principal do miniplanetário corresponde à latitude do local que se deseja reproduzir o céu.

4. Procedimentos Metodológicos

Este estudo foi conduzido em uma escola da rede particular do Distrito Federal, na qual o pesquisador é o professor regente e onde há 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. 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). Para um detalhamento mais claro do trabalho que foi desenvolvido na escola, podem-se separar as atividades realizadas em seis momentos:

Etapa 1 – Aplicação de um Teste Prévio: o Teste Prévio tinha o intuito de conhecer as concepções alternativas dos alunos a respeito do movimento aparente do céu.

Etapa 2 – Aula introdutória 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 (KANTOR, 2009) comuns em sessões de planetários tradicionais.

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 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.

4.1 Dialogando sobre a trajetória aparente das estrelas

Apresentamos alguns trechos das interações desenvolvidas nas aulas em que a pesquisa foi conduzida (Etapas de 2 a 5). Os seis momentos anteriormente mencionados foram realizados em cada turma e, por isso, os trechos seguintes podem estar se referindo a qualquer uma das classes que participou da pesquisa. Como a montagem e utilização do MP fez parte de um conjunto de aulas de Astronomia, o início dessas aulas (Etapa 2) se deu com uma introdução sobre as origens e evolução histórica do conhecimento astronômico, de modo geral. Ao final dessa aula, com auxílio de um projetor multimídia, foi falado um pouco sobre o movimento de rotação e translação da Terra, mostrando aos alunos uma animação computacional (Figura 5). Perguntamos a eles:



Figura 5 - Uma animação mostrou o movimento de rotação da Terra.

– *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”.

– *Esse observador que está aqui no topo está girando apenas em torno de si próprio, não é? – dissemos, em referência ao observador situado no Polo Norte – o outro não, não é? – em referência ao observador no Plano 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 César⁵ se manifestou:

– *Nos polos não vai alterar tanto a posição das estrelas.*

– *Mas muda? – interrogamos.*

⁵ Para preservar a identidade dos alunos, utilizaram-se nomes fictícios.

– *Muda porque (a Terra) está rodando.*

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

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

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

– *Depende de cada um deles* – falou Ana.

– *Vamos pensar no primeiro ali* (exibindo a Figura 6).



Figura 6 - Trajetória aparente das estrelas para um observador nos polos 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:

– *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.*

– *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:

– *Vamos ver agora no Plano do Equador?* (exibindo a Figura 7)

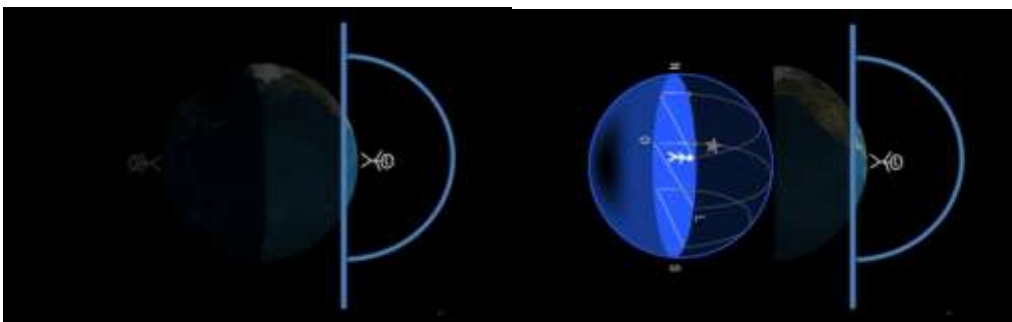


Figura 7: Trajetória aparente das estrelas para um observador no Plano do Equador.

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

– *Na vertical!* – falou Aline.

– *O inverso daquele (observador nos polos)* – acrescentou Ana.

– *A gente ia observar o Sol nascendo onde? Próximo a qual ponto cardeal*⁶ – indagamos.

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

– *E vai se pôr onde?*

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

– *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 8).

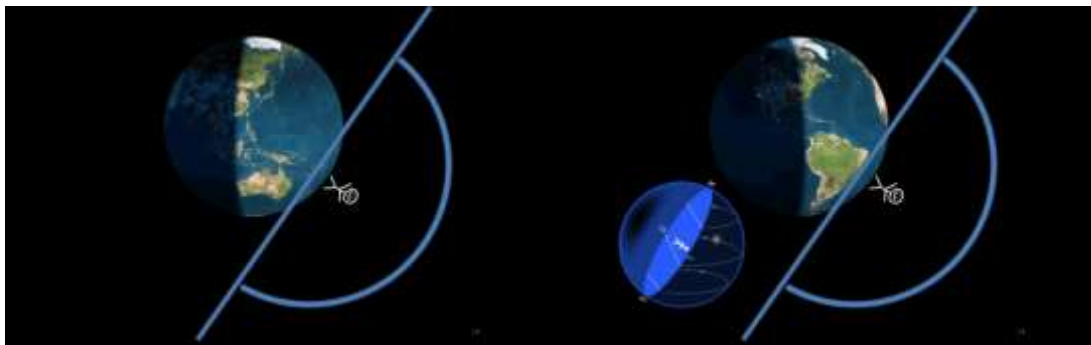


Figura 8 - Trajetória aparente das estrelas para um observador no Hemisfério Sul.

– *Diagonal!* – manifestou-se Antônio.

– *Mas diagonal para qual lado?* – indagamos.

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

– *Alguém tem ideia?* – insistimos.

Os alunos citaram diversos pontos cardeais 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 9). Aí, então, foi retomado o terceiro caso – a do observador localizado no Hemisfério Sul:

⁶ Embora se saiba que o Sol nasce no lado Leste, ele não surge exatamente sobre o Ponto Cardeal Leste todos os dias (somente em datas de equinócios). Os estudantes já tinham sido alertados sobre esse fato em outro momento (que não apareceu nas falas aqui relatadas).

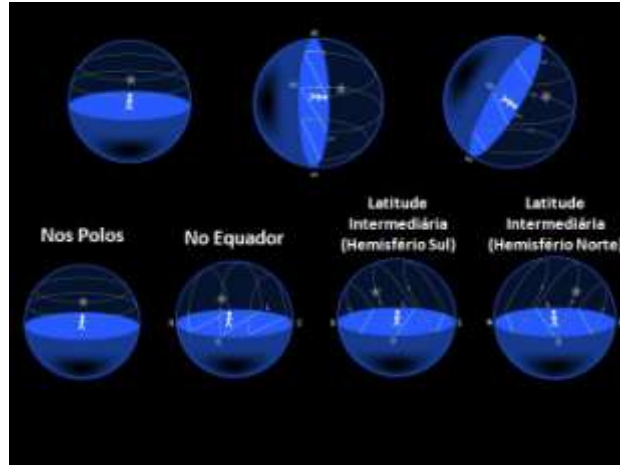


Figura 9 - Colocando na horizontal o plano de visualização de cada observador, fica mais fácil imaginar a trajetória aparente das estrelas para cada um deles.

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

– Na vertical! – exclamou Ana.

– Não! É na diagonal – advertiu Isadora.

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

– Para o Norte! – disseram alguns alunos.

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

– Para o Sul! – deduziram os alunos.

– 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.

– 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!

– 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.

4.2 Dialogando sobre a montagem do miniplanetário

Começamos essa aula 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 MP. Julgamos que o trabalho de montagem do material em duplas seria mais proveitoso, pois seria uma atividade colaborativa. Após a distribuição dos *kits* de confecção do material, seguimos comentando cada etapa da montagem, com o auxílio de uma apresentação de slides, e também em projetor multimídia ilustrada com fotos. Ao se chegar à etapa correspondente à colagem do papel celofane vermelho ou azul nos furos abertos das estrelas, com a finalidade de representar sua Classe Espectral na projeção oferecida pelo material, questionamos:

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

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

– *Quem nunca viu?* – perguntamos.

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

– *Eu também não!* – falou uma aluna.

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

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

– *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 avermelhadas* – falamos, pegando a estrutura de um MP em fase inicial de montagem (tal qual a Figura 10):



Figura 10 - Miniplanetário, em fase de montagem.

Prosseguimos:

– *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.*

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

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

Os alunos buscaram pela constelação nos desenhos do material.

– *Procurem por Antares* – especificamos.

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

– *Estão vendo que na frente da palavra ‘Antares’ tem uma letra entre parênteses⁷? Que letra é?* – perguntamos.

– *M* – disseram alguns alunos.

– *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.*

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

– *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, já que no MP essas estrelas têm furos maiores.

– *Outra estrela que você pode colocar o papel vermelho é Betelgeuse, na Constelação de Órion* – recomendamos, indicando onde esta estrela estava localizada na estrutura do MP – *Estão vendo que nestas estrelas que estão próximas⁸ foi colocado papel azul?* - prosseguimos, exibindo a Figura 11.



Figura 11 - Papel celofane vermelho e azul colado nos furos de algumas estrelas, de acordo com sua Classe Espectral.

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

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

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

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

⁷ Nos desenhos das constelações, as estrelas que têm seu nome indicado nas figuras, também acompanha sua Classe Espectral.

⁸ Em referência às estrelas mais visíveis da Constelação de Órion: Rigel, Saiph, Belatrix e as populares “Três Marias” – Mintaka, Alnilam e Alnitak.

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 12):

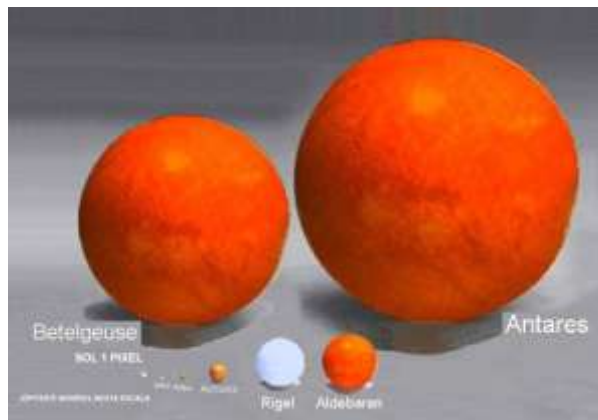


Figura 12 - Proporção de tamanho entre algumas estrelas. Nessa escala, o Sol tem dimensão de apenas um pixel.

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

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

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

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

Os alunos começaram a falar, admirados.

– *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:

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

– *Não tenho a mínima ideia* – falou Bianca.

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

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

– *De queijo!* – disse um aluno.

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

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

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

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

– *De hidrogênio!*

– *Boa parte do Sol é constituída de hidrogênio e hélio. De modo geral, 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?*

– *Antares!* – falaram vários alunos.

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

– *Que sentido isso faz?* – perguntou Vítor.

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

– *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 13:



Figura 13 - O ângulo de inclinação – θ – equivale à latitude do local que se deseja obter a visualização do céu.

– *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.

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

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

– *Quinze graus* – falaram os alunos.

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

– *Quinze* – disseram os estudantes.

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

– *Maior* – responderam os alunos.

– *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 à montagem do material em sala de aula.

4.3 Dialogando sobre como usar o miniplanetário

Na última aula dentro do nosso espaço habitual – a sala de aula – discutimos sobre como é utilizado o MP, enfocando alguns detalhes do movimento celeste ao longo dessa conversa. Mostrando a Figura 9, 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.

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

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

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

– *Na horizontal* – completou Sérgio.

– *Uma pessoa que está no Plano do Equador, está numa latitude de quantos graus?* – prosseguimos.

– *Zero!* – responderam os alunos.

– *Correto! Se quisermos usar o MP pra representar o céu de um observador localizado no Plano do Equador, como posicionaremos o palito?* – perguntamos.

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

– *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.

– *Vertical!* – respondeu Sérgio.

– *Sempre vertical!* – reforçamos.

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

– *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.

– *Maior!* – disseram os alunos.

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

– *Ia ser mais inclinado!* – respondeu Daniele.

– *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.*

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

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

– *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 Polo Celeste Sul, no MP – *Esse é o Polo Celeste Sul. Existe o Polo Celeste Sul e o Polo Celeste Norte. Nós conseguimos ver o Polo Celeste Norte?*

– *Não!* – disseram os alunos.

– *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 Polo Celeste Norte está abaixo da borda da caixa. Por mais que você gire o globo, você nunca o verá, já o Polo Celeste Sul estará sempre no nosso céu.*

Prosseguimos fazendo mais reflexões sobre as variações celestes:

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

– *Não!* – disseram os alunos.

– *O quê que muda?* – perguntamos.

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

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

Os alunos concordaram.

– *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:

– *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.

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

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

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

– *Vejam essa imagem. Vamos decifrá-la* – falamos, exibindo a Figura 14:

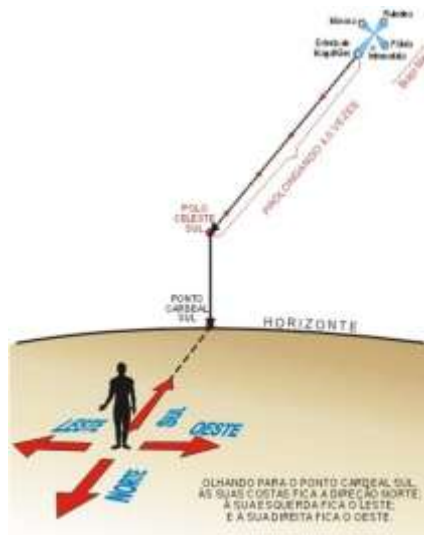


Figura 14 - Procedimento para localização dos Pontos Cardeais por meio da constelação do Cruzeiro do Sul.

– *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 do Cruzeiro do Sul aponta para este ponto? Que ponto é esse?* – questionamos, apontado para o Polo Celeste Sul, com o auxílio do MP.

– *Para o Sul* – falou João.

– *Para o Sul? O Sul está aqui* – rebatemos, apontando para o Ponto Cardeal Sul, na Figura 14, localizado no horizonte.

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

– *Imaginem a trajetória aparente da constelação do Cruzeiro do Sul ao longo da noite. Ela sempre apontará para o Polo Celeste Sul* – afirmamos, mostrando a rotação do globo do MP. *Depois de encontrado o Polo 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: Rúbida (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. Ainda nessa aula, as informações técnicas contidas nas figuras de montagem foram esclarecidas, dentre elas como ajustá-lo para mostrar o céu em determinada data e hora.

Marcando o fim dos trabalhos, na aula seguinte, foi realizada uma sessão de planetário, usando como projetor o MP. No interior de uma pequena tenda escurecida, os alunos de cada turma foram divididos em grupos para acompanharem a apresentação. A Figura 15 exibe os alunos na fila para a entrada na tenda e a Figura 16 mostra os estudantes acomodados no chão, no interior do “planetário”:



Figura 15 - Alunos na fila para a sessão de planetário.



Figura 16 - Alunos acompanhando uma sessão de planetário.

A sessão contou com uma recapitulação dos assuntos abordados ao longo das aulas e com alguns incrementos que as sessões de planetário costumam conter, tais como os mitos que os povos do passado usavam para propagar histórias sobre as constelações, como a de Escorpião e Órion.

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 de 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).

5.1 Análise das respostas obtidas no Teste Prévio

São apresentadas, na sequência, as cinco questões que compunham o Teste Prévio, seguidas das tabelas produzidas, 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 são apresentadas. Além disso, para tornar a categorização das respostas mais clara 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.

RESPOSTA	CONCEPÇÃO	ESCORE
SIM (PC)	- 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. - Mas ele fica no meio do mar.	7
NR	- Não sei.	86

Tabela 1 - Algumas respostas dadas à Questão 1 do Teste Prévio.

A Tabela 1 indica o desconhecimento da maioria dos alunos localizarem os pontos cardeais usando a constelação do Cruzeiro do Sul. Da pequena parte dos alunos que afirmou saber usá-la para encontrar os pontos cardeais, alguns acreditam 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.

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 2.

RESPOSTA	CONCEPÇÃO	ESCORE
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, 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.	23
NR		3

Tabela 2 - Algumas respostas dadas à Questão 2 do Teste Prévio.

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. Independente da resposta *sim* ou *não*, o que importa para essa questão é a justificativa dada. Somando a quantidade de respostas desses dois grupos, nota-se que apenas 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.

Um pouco diferente da questão anterior, 61 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, obtém-se a Tabela 3:

RESPOSTA	CONCEPÇÃO	ESCORE
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

Tabela 3 - Algumas respostas dadas à Questão 3 do Teste Prévio.

Mesmo considerando as 28 respostas “Sim (CC)”, justificadas corretamente, e as duas respostas “Não (CC)”, afirmando que a Terra é que se move, 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 ao longo dos meses (LANGHI, 2011).

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

Trinta e três estudantes afirmaram já ter notado estrelas de diferentes cores, contudo, mesmo esse grupo confessa nunca ter observado uma estrela avermelhada. A maioria dos estudantes (59 alunos) 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 4 exhibe alguns comentários dos alunos.

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

RESPOSTA	CONCEPÇÃO	ESCORE
SIM	<ul style="list-style-type: none"> - Sim, mas as vermelhas eu ainda não vi. - 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, mas não sei explicar o motivo dessa coloração. - Sim, eu já vi azuis e vermelhas e me falaram que quando é uma grande estrela vermelha, é o planeta Marte. - Sim, elas podem ter cores diferentes pelos elementos químicos e gases que elas possuem. - 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. 	33
NÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Não, para mim só existiam estrelas amarelas. - 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 até a 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. 	59
NR		1

Tabela 4 - Algumas respostas dadas à Questão 4 do Teste Prévio.

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

Embora 54 alunos tenham respondido ‘Não’ a essa questão e muitos deles tenham justificativas consideradas corretas, tais argumentos se mostram muito amplos. 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, que participaram da referida pesquisa, acreditavam que o céu do Hemisfério Sul era diferente do Hemisfério Norte.

RESPOSTA	CONCEPÇÃO	ESCORE
NÃO (CC)	- Acho que não, pois as regiões de que se observam são diferentes. - Exatamente não, mas acredito que algumas sim.	27
NÃO (PC)	- Não, tem partes que é possível visualizar o céu bem mais estrelado. - Não, pois a Terra não está num ângulo fixo como imaginam muitas pessoas. Ela é oval, então o ângulo de visão de um hemisfério não é igual a do outro.	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, apenas muda um pouco a posição delas.	28
NR	- Não sei.	11

Tabela 5 - Algumas respostas dadas à Questão 5 do Teste Prévio.

5.2 As aulas de Astronomia com o miniplanetário 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 relação com alguma experiência já vivenciada ou imaginada pelos estudantes. O incentivo a essa interação dialógica, crescente ao longo do desenvolvimento das aulas, como já nos adianta Freire (2011a), “implica uma reciprocidade que não pode ser rompida” (FREIRE, 2011a, p.88), pois exige que ambos, educador e educando, compreendam e compartilhem significados e contextos (FREIRE, 2011a).

Na aula introdutória sobre Astronomia (Etapa 2), os alunos foram convidados a refletir sobre a maneira como se dá a modificação aparente do céu para diferentes observadores sobre a superfície da Terra. Ainda nessa aula, embora não tenha sido o foco da pesquisa, outros slides tratando sobre a necessidade do estudo dos astros, geocentrismo, heliocentrismo e as ideias de alguns astrônomos do passado, serviram para a manutenção de um diálogo com os estudantes. A *contextualização* e *problematização* de uma temática constituem aspectos relevantes para favorecer a dialogicidade na educação (Freire, 2011b) e esta etapa da intervenção procurou configurar um esforço nesse sentido.

Na aula em que a montagem do MP (Etapa 3) foi repassada, determinados aspectos da construção no material serviram para reflexão e discussão: a coloração das estrelas (bem como sua variedade de brilho) 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 (Etapa 4), as interações dialógicas se deram quando os alunos foram estimulados a imaginar como ficaria a

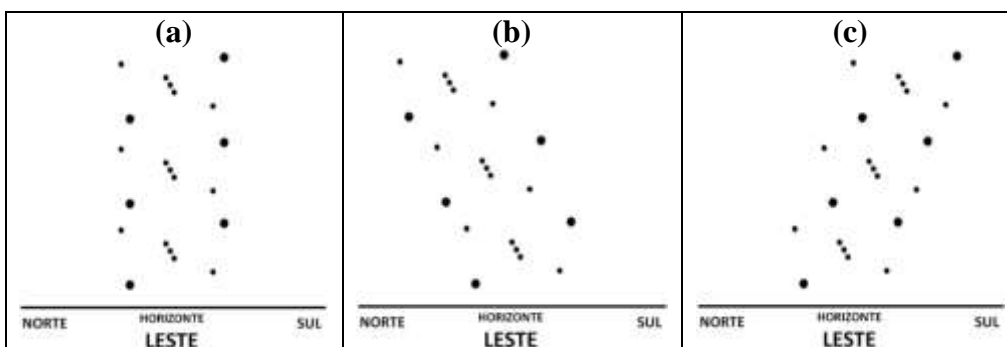
inclinação do material para latitudes diferentes, reproduzindo as situações propostas na primeira aula e que, naquela ocasião, os alunos sentiram dificuldades para compreender, conforme sugerem as transcrições das falas. Nas Etapas 3 e 4, os diversos questionamentos lançados aos estudantes (FREIRE, 2011a), problematizando os temas discutidos durante a montagem e o emprego do MP também tiveram intuito de incitar a participação dos alunos.

Na última aula com o MP (Etapa 5), durante a sessão de planetário, várias ideias que foram discutidas ao longo das aulas foram tratadas mais facilmente usando a projeção oferecida pelo MP, o que propiciou uma interação mais ativa com os estudantes. A tentativa de sustentação de uma postura dialógica foi uma busca em todas as aulas, na qual o papel do professor-pesquisador não fosse de autoridade na maior parte das falas (FREIRE, 2011b), mas, sim, de uma relação horizontal, e a relação educador-educando pudesse propiciar a construção do conhecimento e o rompimento com uma educação bancária (FREIRE, 2011b).

5.3 Análise das respostas obtidas no Teste Posterior

As questões colocadas no Teste Posterior abordavam os mesmos temas que o Teste Prévio. Com exceção da Questão 4, as demais perguntas diferem na redação e no nível de dificuldade. Procurou-se redigir as questões de forma não familiar, transformada, exigindo mais reflexão e atenção dos alunos. Na sequência, seguem as perguntas deste teste acompanhadas de tabelas contendo a análise das respostas dadas pelos alunos. A categorização das respostas em CC, PC, NC e NR, é mantida. Além disso, como as questões são discursivas, são apontadas, 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).



A escolha da resposta correta (alternativa B) foi a opção de 50 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. A Tabela 6 apresenta a diversidade de respostas coletadas.

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) 3/4 dos alunos, que acompanharam completamente a metodologia, marcaram a opção correta. Chama a atenção nessa questão a opção de 29 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 dela 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 nas respostas a esta questão são: projeções na diagonal, 15°, ângulo das estrelas.

RESPOSTA	JUSTIFICATIVA	ESCORE
B (CC)	- Por que o céu de Brasília é visto de forma inclinada ao Norte. São projeções semicirculares na diagonal ao Norte.	16
B (PC)	- Por que nossa localização é meio na diagonal, como podemos ver no miniplanetário. - A figura 'B', pois estamos localizados a 15° na superfície terrestre.	16
B (NC)	- Por que nasce ao Norte. - Pois ela aponta para o Ponto Cardeal Sul. - Por que a Terra estaria inclinada	18
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	- Por que há uma inclinação ao Sul, pois estamos situados próximos ao Equador.	29
NR		8

Tabela 6 - Algumas respostas dadas à Questão 1 do Teste Posterior.

2ª QUESTÃO – É correto afirmarmos que a Constelação do Cruzeiro do Sul sempre aponta para o Ponto Cardeal Sul? Explique.

Dos 57 alunos que acertaram a resposta dessa questão, 43 conseguiram elaborar uma justificativa cientificamente aceita, afirmando, em geral, que essa constelação não aponta exatamente para o Ponto Cardeal Sul, mas sim para o Polo Celeste Sul, conforme é mostrado pela Tabela 7.

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 desses 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 com 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 ‘Polo Celeste Sul’.

RESPOSTA	JUSTIFICATIVA	ESCORE
NÃO (CC)	- 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 Polo Celeste Sul e daí se traçarmos uma reta do Polo Celeste Sul em direção ao horizonte encontraremos o Ponto Cardeal Sul.	43
NÃO (PC)	- Aparentemente sim, quando imagina ela quatro vezes para o Polo Celeste. - Não, devido a sua inclinação começa no Sul e ao decorrer do tempo desfaz essa rota, assim mudando seu trajeto. - Não, dependendo da sua posição no hemisfério. No nosso caso, sim, estaria sempre no Sul.	8
NÃO (NC)	- 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	- 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, 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

Tabela 7 - Algumas respostas dadas à Questão 2 do Teste Posterior.

3ª QUESTÃO – Explique porque algumas das estrelas representadas no miniplanetário têm seus furos fechados com papel celofane vermelho ou azul.

Mais da metade dos estudantes 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 8.

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 que as azuis.

CLASSIFICAÇÃO	JUSFIFICATIVA	ESCORE
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. - Algumas estrelas são representadas no miniplanetário 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. - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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

Tabela 8 - Algumas respostas dadas à Questão 3 do Teste Posterior.

Embora essa questão não exigisse explicação para o porquê da diferença de cores entre as estrelas, diversos alunos associaram corretamente esse fato à diferença de temperatura entre elas. Os resultados dessa pergunta, em comparação com os da Questão 4 do Teste Prévio, também mostram outra expressiva melhoria nas concepções dos alunos; naquela 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, numa primeira aproximação, o porquê dessas variedades espectrais. Para essa questão, alguns INAC's comuns foram: Classe Espectral, temperatura das estrelas.

4ª 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.

Esta questão configurava no Teste Prévio quase que do mesmo modo. Desta vez, um número expressivo de alunos respondeu corretamente ao questionamento (78 estudantes) 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 9:

RESPOSTA	JUSTIFICATIVA	SCORE
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, porque devido a inclinação (representada no miniplanetário), 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, 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, porque o horário de Brasília é diferente do horário da 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 Betelgeuse. 	14
EM BRANCO		1

Tabela 9 - Algumas respostas dadas à Questão 4 do Teste Posterior.

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 seria totalmente distinto. Os que responderam ‘Não’, e não justificaram corretamente (NC), de forma geral, revelaram diferentes concepções alternativas. 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.

5.4 Avaliação da Metodologia pelos alunos

Ao final dos trabalhos com o MP, os alunos foram convidados a preencherem uma Avaliação da Metodologia desenvolvida. 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 miniplanetário?

Fora os adjetivos que os estudantes usaram para qualificar a metodologia (excelente, ótima, bacana, interessante, divertida), em diversas respostas, houve uma percepção da existência de uma relação entre a Física e a Astronomia.

<ul style="list-style-type: none"> - A Astronomia está ligada à disciplina de Física. - O miniplanetário 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. - Um modo interessante de transmitir o conhecimento da Astronomia de forma interativa a pessoas leigas no assunto. - Foi de suma importância, tanto a confecção do miniplanetário como as aulas com debate e demonstrações. - 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uma forma dinâmica de aprendizagem, que facilita o entendimento da Astronomia. - Divertido, levando em conta que o estudo do espaço não é o que mais me atrai. - 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. - 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. - Eu acho que o trabalho foi muito bom, porque além de ter sido legal fabricar o planetário, ele ajudou no desenvolvimento das aulas. - Facilitou mais a aprendizagem e não é preciso ir longe para ver um planetário.
--	---

Quadro 1 - Algumas respostas dadas à Questão 1 da Avaliação da Metodologia.

2. 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 diversas respostas, ficou assinalada também a forma como as aulas foram conduzidas – segundo os próprios alunos, de forma interativa.

<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 miniplanetário.- A diversidade de aplicação do conteúdo. E a interação entre aluno e professor.- 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	<ul style="list-style-type: none">- 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.- 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 miniplanetário e poder aprender mais sobre Astronomia de um modo diferente.- 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.
--	---

Quadro 2 - Algumas respostas dadas à Questão 2 da Avaliação da Metodologia.

3. O que você não sabia e aprendeu com estas aulas usando o miniplanetário?

As ideias mais comuns que os alunos afirmaram desconhecer e que haviam aprendido com o MP estão relacionadas ao movimento aparente das estrelas, suas Classes Espectrais, a utilização da constelação do Cruzeiro do Sul para se orientar e a existência e localização do Polo Celeste. Outros afirmaram aprender a reconhecer constelações e algumas histórias mitológicas que as envolviam. Aqui, um relato de uma aluna chamou muito 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 assinalada que a metodologia motivou e marcou um despertar da curiosidade dos estudantes em aprender mais.

4. 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.

<p>- Achei tudo muito importante. Não precisa melhorar porque está muito bom.</p> <p>- Acho que não há nada para ser melhorado, que as aulas estão interativas, divertidas, de fácil aprendizado, tudo muito bom.</p> <p>- O miniplanetário podia girar em todas as direções e ter uma luz mais forte para poder ver melhor.</p> <p>- Nenhuma, a aula está perfeita.</p> <p>- Acho que não tem como ficar melhor.</p> <p>- A forma que estava sendo trabalhada está perfeita.</p>	<p>- Ter mais aulas desse tipo, porque eu acho que os alunos se interessam e gostam mais.</p> <p>- Explicações utilizando mais o planetário do que o slide, para aprender como utilizar o planetário.</p> <p>- Ter mais aulas para estudar Astronomia, pois eu já gostava, agora então estou amando.</p> <p>- Na verdade nenhuma, pois quero parabenizar o professor pelo trabalho e pela criatividade com o projeto, que ficou impecável.</p> <p>- Aumentar o tempo dessas aulas de Astronomia, é algo interessante em um tempo tão pequeno.</p>
---	---

Quadro 3 - Algumas respostas dadas à Questão 4 da Avaliação da Metodologia.

6. Considerações Finais

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 em relação à Astronomia, não só pela primeira impressão fornecida pela análise do número de acerto das respostas, 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 efetivo da dinâmica celeste, pois abrange diversas intenções:

- Viabiliza o aprendizado das particularidades do céu noturno – movimento aparente do céu ao longo do tempo (das constelações mais centrais e das constelações em torno dos Polos 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 MP, a compreensão do seu funcionamento e sua utilização em uma sessão de planetário, associadas à aulas de Astronomia sob uma perspectiva dialógica, são capazes de promover um entendimento efetivo de determinados aspectos do movimento aparente do céu), pois consideramos que o objetivo deste projeto foi atingido (propiciar aos estudantes 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 em sala de aula ou fora dela.

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 de que o procedimento conduzido na escola foi satisfatório.

Almeja-se que esse trabalho não se encerre por aqui. Outros problemas de pesquisa acerca da utilização desse material podem ser detectados e investigados, dado que não se teve, com essa investigação, a intenção de esgotar as maneiras de utilização do MP. O desafio está lançado.

Agradecimentos

Gostaria de expressar meu imenso agradecimento aos alunos que participaram dessa pesquisa e a todos que, direta ou indiretamente, me auxiliaram na condução desse estudo.

Referências Bibliográficas

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

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. 225p.

BARRIO, J. B. M. A Investigação Educativa em Astronomia: os planetários como espaço de ensino e aprendizagem. In: LONGHINI, M. D. (Org.) **Educação em Astronomia**: experiências e contribuições para a prática pedagógica. Campinas: Átomo, 2010. p. 159-178.

BARRIO, J. B. M. **El Planetario**: un recurso didáctico para la enseñanza de la Astronomia. Tesis doctoral Facultad de Educación y Trabajo Social. Universidad de Valladolid, Valladolid, 2002. 342 p.

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**, Rio de Janeiro, v.11, n.1, p. 42-44, 2010.

BERNARDES, T. O. *et al.* Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.28, n.3, p. 391-396, 2006.

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**, Campo Grande, v.25, n.1, p. 103-117, 2008.

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 Educação em Astronomia**, São Paulo, n.10, p. 7-22, 2010.

BRASIL. Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996.

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

BREGANHOLI, J. M.; WÜRZ, G. Álbum didático de figurinhas: uma abordagem diferenciada para o Ensino de Astronomia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

BUENO, M. A. *et al.* O que o público define como planetário. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: USP, 2011. Disponível em: <<http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/?q=lista-de-trabalhos-do-i-snea-2011>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

CANIATO, R. **O céu**. 1ª ed., Campinas (SP): Átomo, 2011. 176p.

COMPIANI, M. Narrativas e desenhos no ensino de Astronomia/Geociências com o tema “Formação do Universo”: um olhar das geociências. **Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n.2, p. 257-278, 2010.

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

FERNANDES, T. C. D.; LONGHINI, M. D. A construção de um antigo instrumento para navegação marítima e seu emprego em aulas de Astronomia e Matemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: USP, 2011. Disponível em: <<http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/?q=lista-de-trabalhos-do-i-snea-2011>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011a, 131 p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011b, 253 p.

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**, São Paulo, v.31, n.4, 2009.

IACHEL, G. O conhecimento prévio de alunos do Ensino Médio sobre as estrelas. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n.12, p. 7-29, 2011.

KANTOR, C. A. Aspectos emocionais nas sessões de planetários: como categorizar? Painel 22. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, Vitória, 2009. **Caderno de programa**. Espírito Santo: SBF, UFES, 2009. p. 67.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Campo Grande, 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**, Campo Grande, v.24, n.1, p. 87-111, abr. 2007.

LEÃO, D. S. **Astronomia no Ensino Médio**: um miniplanetário como recurso instrucional para a compreensão da dinâmica celeste. 2012. 143 p. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

LEÃO, D. S. Miniplanetário: um projetor portátil de baixo custo. **Física na Escola**, Brasília, v.12, n.2, p. 44-49, 2011.

LEÃO, D. S. **Um miniplanetário como alternativa de popularização e aprendizagem de tópicos de Astronomia**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2009.

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**, São Carlos, n. 11, p. 7-29, 2011.

MARTÍNEZ, I. G.; FERREIRA, I. S. Kit-Astronomia: um recurso didático para inserção das ciências no ensino básico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: USP, 2011. Disponível em: <<http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/?q=lista-de-trabalhos-do-i-snea-2011>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

MARTINS, C. S. **O Planetário**: Espaço educativo não formal qualificando professores da Segunda Fase do Ensino Fundamental para o Ensino Formal. 2009. 112 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal Goiás, Goiânia, 2009.

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.

ROA, K. R. V.; VIEIRA, R. M. B. Ensino de Astronomia através do lúdico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

ROMANZINI, J.; BER, A. R. Planetário de Londrina: cinco anos de atividades para a divulgação e popularização da Astronomia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

SANZOVO, D. T.; QUEIROZ, V. Astro-Jogo “Astrorummikub” como auxílio no Ensino de Astronomia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

SILVA, E. *et al.* O planetário da Universidade Federal de Santa Catarina. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

SILVA, F. R. O.; GONZAGA, F. F.; FERNANDES, F. C. R. A observação noturna, uma metodologia não-formal para o Ensino da Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de

Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

VASCONCELOS, F. E. O.; SARAIVA, M. F. O. O estudo da Astronomia e a motivação para o Ensino de Física na educação básica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

VECCHIA, E. D. *et al.* A importância do telescópio como elemento motivacional para o Ensino de Astronomia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.