



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO INSTITUTO DE  
ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS  
ATMOSFÉRICAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROFISSIONAL EM ENSINO DE ASTRONOMIA



**LUIZ CLAUDIO PEREIRA DA SILVA**

**O ATENDIMENTO NO PLANETÁRIO COMO CONTEXTO EDUCACIONAL  
PARA OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS**

SÃO PAULO-SP

**LUIZ CLAUDIO PEREIRA DA SILVA**

**O ATENDIMENTO NO PLANETÁRIO COMO CONTEXTO EDUCACIONAL  
PARA OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia - MPEA - como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ensino de Astronomia pelo Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Dell'Aglio Dias da Costa

SÃO PAULO-SP

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na publicação  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Silva, Luiz

O Atendimento no planetário como contexto educacional para os três momentos pedagógicos / Luiz Claudio Pereira da Silva ; orientador, Prof. Dr. Roberto Dell'Aglio Dias da Costa. – 2018 150 f. :

Dissertação (Mestrado em Ensino de Astronomia) - Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia - Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018  
Versão original

1. Uma breve história dos planetários. 2. Referencial Teórico 3. O delineamento metodológico. 4. O Planetário e Cinedome de Santo André, Johannes Kepler. 5. A proposta do atendimento. 6. Análise do questionário pré e pós visita. Considerações Finais.

I. Costa, Roberto Dell'Aglio Dias da, orient. II. Título.

**LUIZ CLAUDIO PEREIRA DA SILVA**

**O ATENDIMENTO NO PLANETÁRIO COMO CONTEXTO EDUCACIONAL  
PARA OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia - MPEA - como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ensino de Astronomia pelo Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

À minha filha, Emily, para quem a vida está apenas começando, mas me ensina a ser uma pessoa melhor todos os dias. Que o futuro lhe reserve muitas realizações e conquistas.

## AGRADECIMENTOS

À minhas famílias! São tantas as pessoas a quem posso chamar de família, que seria injusto não lembrá-los neste momento. Minha família materna, minha mãe Vera, minha irmã Elizabeth e minha tia Graça. E minha outra família, Dona Marinalva, Célio e Cristiane. Jamais posso esquecer de minha filha Emily, a quem dedico este trabalho e o meu maior incentivo para realizá-lo. Amo vocês!

Aos meus amigos e companheiros do MPEA. A alegria com o sucesso de vocês foi sempre uma pílula de estímulo para alcançar meu objetivo.

Ao meu orientador prof. Dr. Roberto Dell'Aglio Dias da Costa. Sempre admirei a força de pessoas íntegras ao colocarem amor em tudo o que fazem. Muito obrigado pela paciência, conselhos, e principalmente, pelo companheirismo! Espero que essa parceria se estenda além do mestrado.

Aos colegas do Planetário e Cinedome de Santo André, Johannes Kepler, Marcos Pedroso, Eduardo Novaes, Heitor Guilherme, Professora Rachel, Kaline, Douglas Bezerra e Giovana. Obrigado por me ajudarem durante a pesquisa e por terem tornado meus dias mais alegres e leves. Vocês formam a melhor equipe do universo. Muito obrigado por tudo, queridos amigos!

Ao professor Sérgio Bisch, por suas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho. Sem sua ajuda, e seu exemplo, jamais teria concluído. Obrigado!

Aos participantes da pesquisa, pela disponibilidade em contribuir voluntariamente para nossa investigação.

Aos amigos e grandes apoiadores do meu trabalho. Foram grandes motivadores e companheiros que, nos momentos de dúvidas e desânimo, me deram força e motivação para seguir em frente. Fabiano Cipreste, Arthur J. Eutrópio, Polyanne de Souza, Vivian Sobral, Emerson Perez, Mauro Kanashiro e tantos outros, sempre tão solícitos. Meu muito obrigado por tudo que fizeram por mim.

## RESUMO

Este projeto tem como objetivo efetuar a aplicação e avaliação de uma proposta educacional de atendimento ao público escolar, baseada no referencial teórico dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), que busca incorporar as ideias do educador Paulo Freire, de um ensino dialógico e crítico, na Educação em Ciência.

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, discutiremos os conceitos teóricos sobre Ensino Formal, Não Formal e Informal, e suas diferenças e modos de aplicação no ensino e divulgação em ciências e principalmente no aprendizado dos conceitos básicos de Astronomia. O papel dos Planetários historicamente, e como eles se identificam na educação e popularização científica, mostrando como sua atuação é capaz de auxiliar na mudança da cultura científica da população. Num segundo momento será discutido os Três Momentos Pedagógicos, sua fundamentação teórica e como este modelo pode ser adaptado para a utilização dentro do ambiente de Planetários, tendo como análise sua implementação no Planetário Johannes Kepler, na Sabina – Escola Parque do Conhecimento, na cidade de Santo André – SP. Por fim, apresentaremos os resultados obtidos da aplicação deste método à uma turma dos anos finais do Ensino Fundamental.

Palavras-chave: planetários, exoplanetas, 3MP, educação em astronomia, sessão de planetário.

## ABSTRACT

The aim of this project is to apply and evaluate an educational proposal for attending to the school public, based on the theoretical reference of the Three Pedagogical Moments (3MP), which seeks to incorporate the ideas of the educator Paulo Freire, a dialogical and critical teaching, Education in Science.

Throughout the development of this work, we will discuss the theoretical concepts about Formal, Nonformal and Informal Teaching, and their differences and ways of application in teaching and dissemination in science and especially in learning the basic concepts of Astronomy. The role of Planetariums historically, and how they identify themselves in education and scientific popularization, showing how their performance is able to assist in changing the scientific culture of the population. In a second moment, the Three Pedagogical Moments will be discussed, their theoretical basis and how this model can be adapted for use within the Planetarium environment, having as its analysis the implementation of the Johannes Kepler Planetarium in the Sabina - Knowledge Park School in the city of Santo André - SP. Finally, we present the results obtained from the application of this method to a class of the final years of Elementary School.

Keywords: planetariums, exoplanets, 3MP, astronomy education, planetarium session.

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 01 - O conhecimento do Universo	19
Fig. 02 - Anticítera	20
Fig. 03 - Orrery	21
Fig. 04 - Eidouranion	22
Fig. 05 - Eise Eisinga Planetarium	23
Fig. 06 - Zeiss Mark I	24
Fig. 07 - Esfera de Atwood	25
Fig. 08 - Fulldome experience	26
Fig. 09 - Painel da Lua	38
Fig. 10 - Planta baixa da sabina - Escola Parque do Conhecimento	48
Fig. 11 - Planta baixa da sabina - Escola Parque do Conhecimento	50
Fig. 12 - Hall do Planetário Johannes Kepler	51
Fig. 13 - Telúrio	51
Fig. 14 - Astronáutica	52
Fig. 15 - Sol e planetas em escala de tamanho	58
Fig. 16 - Painél da Lua	60
Fig. 17 - Telúrio	60
Fig. 18 - Sistema Solar	62
Fig. 19 - Bate- papo	64
Fig. 20 - Respostas da primeira questão Antes (acima) e Depois (abaixo) da visita	67
Fig. 21 - Respostas da segunda questão	69
Fig. 22 - Respostas da terceira questão	70
Fig. 23 - Respostas da quarta questão	71
Fig. 24 - Respostas da quinta questão	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Legenda dos espaços do segundo piso da Sabina	48
Tabela 02 - Legenda dos espaços do segundo piso da Sabina	50

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>1 - UMA BREVE HISTÓRIA DOS PLANETÁRIOS</b>	<b>17</b>
<b>2 - REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>27</b>
2.1 - A Pedagogia de Paulo Freire	28
2.2 - Os Três Momentos Pedagógicos e o Atendimento no Planetário	31
2.3 - Educação não Formal no Ensino Em Astronomia	34
2.4 - A Comunicação Sobre Ciência e Tecnologia	36
2.5 - Planetários na Educação	38
<b>3 - O DELINEAMENTO METODOLÓGICO</b>	<b>41</b>
3.1 - A Investigação Qualitativa na Educação	42
3.2 - A Caracterização do Sabina - Escola Parque do Conhecimento e do Planetário e Cinedome de Santo André - Johannes Kepler	47
<b>4 - O PLANETÁRIO E CINEDOME DE SANTO ANDRÉ, JOHANNES KEPLER</b>	<b>50</b>
<b>5 - A PROPOSTA DO ATENDIMENTO</b>	<b>53</b>
5.1 - Apresentação da Proposta	55
5.2 - Questionário Individual	56
5.3 - Laboratório Astronômico	57
5.4 - A Sala de Projeções	63
<b>6 - ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO PRÉ E PÓS VISITA</b>	<b>67</b>
6.1 - Questões e Respostas	67
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>72</b>
Avaliação e Sugestões de Melhoria	73
O primeiro momento pedagógico	73
O segundo momento pedagógico	74
O terceiro momento pedagógico	75
<b>Referências</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>85</b>
ANEXO 01 - Roteiro utilizado na sessão de planetário “EXTRASSOLARES”	85
ANEXO 02 - Questionário	105



## INTRODUÇÃO

A Astronomia sempre causou enorme fascínio e seus conteúdos têm sido utilizados na educação para introduzir os temas de ciência e tecnologia corriqueiramente. Dentre os vários espaços não formais utilizados para a sensibilização, reforço e complementação de aprendizado estão os planetários. Hoje, estudantes em praticamente todos os níveis educacionais lotam as agendas destas instituições em todo o mundo em busca de novidades e do encantamento que o conhecimento do universo traz. No esforço para atender a esta demanda, os planetários buscam apresentar conteúdos e métodos que auxiliem ao professor e ao estudante na compreensão dos assuntos ligados à astronomia e astronáutica, primariamente, e demais ciências. No caso brasileiro, onde a educação básica possui notória deficiência em ciências conforme dados do PISA (Programme for International Student Assessment) de 2015, onde ocupamos a 63ª posição num total de 70 países participantes. A ação dos planetários, museus de ciência, associações e clubes de Astronomia pode ajudar, e muito, na melhoria desta realidade.

Em sua concepção original, os planetários tinham a função de encantar, estimular, fazer a imaginação de seus espectadores alcançarem as vastidões do universo, sentados em uma cadeira dentro de um ambiente imersivo onde um céu muito próximo do real era reproduzido, sendo acompanhado de uma narrativa eloquente sobre suas maravilhas. Em pouco tempo, o potencial pedagógico dos planetários ficou evidente e hoje, nas cidades onde estão instalados, os planetários são o destino certo de milhares de crianças, adolescentes e adultos em fase escolar.

Independente de suas ligações institucionais, todos os planetários possuem o compromisso básico com a difusão e ensino da Astronomia. Quanto aos objetivos pedagógicos, pressupõe-se que os planetários deveriam ser coadjuvantes ao trabalho realizado nas escolas. No entanto não é essa a percepção de quem atua nesses espaços, e constata, na prática, que os conteúdos de Astronomia são pouco trabalhados nas escolas, que os professores apresentam baixa ou nula formação nesta área e que a visita

ao planetário costuma ser um momento relevante e significativo, às vezes único, em que alguns conteúdos de Astronomia são ensinados. Dentre os diversos trabalhos realizados, desde os anos 1970, por vários autores nacionais e internacionais sobre concepções espontâneas ligadas ao conteúdo de Astronomia e que demonstram a afirmação anterior, Bisch (1998), em sua tese de doutorado, identifica que a natureza do conhecimento dos professores do Ensino Fundamental com que trabalhou apresentava evidente realismo ingênuo, com noções conceituais fragmentadas, fortemente ligadas à uma visão topocêntrica. Ainda hoje não é muito diferente, uma vez que a formação dos docentes que atuam no Ensino Fundamental e Médio continua não contemplando conteúdos de Astronomia, o que explicaria porque muitos profissionais afirmam insegurança ao tentar abordar o assunto com seus alunos, em alguns casos evitando por completo o tema.

Para preencher esta lacuna, no Ensino preconizado hoje pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e futuramente pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), principalmente no Ensino Fundamental, os planetários vem tentando suprir as necessidades educacionais em astronomia.

Numa declaração realizada pela Middle Atlantic Planetarium Society com o título **VALUE OF THE PLANETARIUM: EDUCATION, COMMUNITY, INSPIRATION** os planetários são definidos como um “bem e recurso únicos na comunidade; eles proveem um ambiente imersivo inspirador para a pesquisa e a educação”<sup>1</sup> (tradução livre) . Ao longo do texto, são descritos a importância e o papel que os planetários desempenham para a educação e a comunidade, e sua atuação inspiradora sobre a ciência e a atuação do cientista na construção do conhecimento e no desenvolvimento da tecnologia para estudantes de todas as fases educacionais.

Uma nítida comprovação dessa importância é demonstrada por Web e Fadigan (2011) que relatam sobre o grande incentivo financeiro realizado pelo governo norte-americano, por meio do Ato Nacional de Defesa Educacional (NDEA), após o lançamento do Sputnik, no final da década de 1950, que, entre outras medidas, financiou a instalação de planetários em escolas americanas com o intuito de estimular o interesse pela educação

---

<sup>1</sup> Planetariums are unique community assets and resources; they provide an inspirational immersive environment for research and education.

científica. Com essa medida, o país chegou a ter aproximadamente 1.100 planetários fixos, a maior parte deles em instituições de ensino médio e superior. Número que contrasta com as atuais 64 instituições, que gerenciam os cerca de 34 planetários fixos e 52 móveis, registrados pela Associação Brasileira de Planetários (ABP) até junho de 2017 e por Resende (2017), sendo os do primeiro tipo, em sua maioria, ligados a universidades públicas.

Independente de suas ligações institucionais, os planetários apresentam o compromisso básico com a difusão e ensino de ciências e tecnologia por meio da Astronomia e da Astronáutica. Mesma definição defendida por Barrio (2007), para quem eles possuem finalidade na educação e na cultura científica, e, para tanto, devem dispor de apresentações com conteúdo científico e utilizar recursos audiovisuais, com o intuito de tornar as apresentações mais emocionantes e atraentes. No entanto, pondera o autor, apesar de o aspecto cultural ter sido atingido pela maioria dos planetários brasileiros, seu uso eficiente na educação ainda tem um longo caminho pela frente.

Para Langhi e Nardi (2009), o processo de aprendizagem de astronomia e astronáutica pode se dar de diferentes maneiras, seja ele no ensino formal, representado pelo ambiente escolar, ou na educação não formal, onde se encontram os planetários, observatórios e museus de ciências.

Contudo, há a necessidade de ser entendido como estas instituições têm agido pedagogicamente, e que estruturas possuem para desenvolver seus trabalhos. A elaboração e aplicação de metodologias educacionais não é nenhuma novidade nos planetários, como podemos constatar nos trabalhos de Romanzini (2011) e Freitas (2015). O que difere neste projeto é o fato de não existir a produção de um novo material imaginado especificamente para este fim, com tempo de execução limitado à experimentação do método.

E para demonstrar que o método pode ser aplicado de modo mais cotidiano, faremos uso dos recursos já existentes e utilizados na instituição, como laboratório astronômico e cúpula de projeção, intervindo apenas na logística do atendimento para o público estudantil, a fim de adequá-lo ao que é proposto pelo referencial dos 3MP. Ou seja, o

grupo passará por 3 momentos distintos do atendimento, que cumprirão ao seu turno uma etapa da metodologia baseada nos momentos pedagógicos de Paulo Freire, a problematização inicial, o desenvolvimento dos problemas e as conclusões e considerações finais.

Dada nossa vivência em planetários, desde 1998, percebemos que foram raros os casos em que os professores, tanto do Ensino Fundamental quanto do Médio, haviam apresentado aos seus estudantes conhecimento prévio, suficiente e/ou com qualidade, sobre os conteúdos que seriam abordados em sua visita. Em contrapartida, vimos uma preocupação crescente dos planetários em se tornarem mais eficientes no ensino de temas e conteúdos de Astronomia adequados a cada nível educacional, principalmente os indicados pelos PCNs, que abre caminho para a BNCC e demais referenciais estaduais ou municipais.

Portanto, à exceção de alguns trabalhos produzidos para funcionar de forma pontual para testar algum método educacional dentro do ambiente de planetários, não presenciamos nada que fosse pensado para aproveitar o que já existe. Assim, este projeto tem como objetivos:

- Evitar custos operacionais com desenvolvimento de novos materiais e apresentações para estas instituições. Um dos grandes problemas enfrentados nos planetários está ligado ao orçamento para a produção de novas apresentações e adaptações. Como visamos apenas uma mudança na forma do atendimento para adaptá-la ao método pedagógico baseado nas ideias de Paulo Freire, não há a priori nenhum gasto operacional necessário para sua implementação;
- Repensar as visitas para atender a aspectos metodológicos e avaliativos, para, de forma mais estruturada, estimular o interesse e a participação do estudante durante a realização da visita. Buscando avaliar seus resultados de maneira frequente para melhor adaptar o método à realidade educacional. Com isso busca-se potencializar seu aprendizado, e não apenas atender aos conteúdos de astronomia indicados para cada fase educacional. O modelo educacional vigente apresenta uma característica marcadamente expositiva (LANGHI 2009, CAMARGO 2003), e

isso se reflete diretamente em vários espaços onde a educação ocorre. Os planetários não são uma exceção. Ainda que muitos realizem suas apresentações ao vivo, definidas por RESENDE (2017) como “sessões feitas ao vivo pelo professor do planetário e possuem como características principais a interatividade e a possibilidade de adequação da linguagem e conteúdo para atender às necessidades do público. Independentemente do tipo de projeção, uma sessão ao vivo pode ser muito mais proveitosa quando a escola expõe suas necessidades ao professor responsável pela sessão”, ainda assim, atendimentos de planetários e outros congêneres tendem a ser quase que exclusivamente expositivos, com pouco espaço para interação. Portanto, seria importante levar esta característica interativa também para outros momentos do atendimento além da sessão, sendo ela ao vivo ou não;

- Realizar um atendimento piloto para uma turma dos anos finais do Ensino Fundamental, aplicando a metodologia dos três momentos pedagógicos (3MP) adaptada para o atendimento do Planetário Johannes Kepler, buscando avaliar qualitativamente seus resultados.

Nos capítulos que seguem, faremos as discussões teóricas que balizam a adaptação dos recursos que se pretende adicionar ao produto a ser utilizado com a turma do Ensino Fundamental.

Assim, iniciaremos com uma pequena abordagem do histórico sobre os planetários e seu uso ao longo da história. Assim, apresentamos um pequeno histórico dos planetários, nos atendo aos modelos mais conhecidos, sem nos preocuparmos em uma linha evolutiva precisa. De sua provável origem, ainda bastante obscura, onde provavelmente era tratado como equipamento de conhecimento estratégico, até os dias atuais, em que é utilizado como equipamento didático e de promoção da divulgação científica. Depois, descreveremos porque os planetários são instrumentos ideais para a alfabetização científica, em qualquer nível educacional. Bem como, excelentes meios para a divulgação e popularização das ciências, e não apenas da Astronomia.

Em seguida, apresentaremos a teoria pedagógica de Paulo Freire, que fundamenta este trabalho, juntamente com uma breve descrição de como deve ser o atendimento baseado neste conceito.

No capítulo seguinte, faremos nossa discussão sobre a educação formal, informal e não formal em Astronomia, a comunicação em ciência e tecnologia, e como os planetários podem ser inseridos nestas classificações, o ensino contextual e a proposta a ser aplicada no Planetário Johannes Kepler, na cidade de Santo André para turmas do Ensino Fundamental.

Ainda no mesmo capítulo, será a discorrer sobre a importância do ensino da Astronomia para a orientação espaço-temporal, o atendimento nos planetários e observatórios com seu potencial para o desenvolvimento de um trabalho inter e transdisciplinar, e gerador de interesse espontâneo.

O Terceiro capítulo discorrerá sobre os aspectos metodológicos do experimento, desenvolvimento do trabalho, a utilização do Laboratório Astronômico do Planetário de Santo André, onde as turmas receberão as primeiras informações em sua visita, para atender ao primeiro momento pedagógico, a problematização. O segundo momento pedagógico, de organização do conhecimento, ocorrerá durante a sessão de Planetário intitulada "EXTRASSOLAR", que estruturará o conhecimento e dará informações para que eles respondam suas próprias indagações sobre o que foi apresentado na etapa anterior da visita. E, por fim, haverá um debate onde se concretizará o terceiro momento pedagógico e dará oportunidade a estes estudantes fazerem perguntas para consolidar os conteúdos apresentados. No início e ao final dos trabalhos os estudantes responderão a um questionário, cuja análise dos resultados será apresentada ao final deste trabalho.

## 1 - UMA BREVE HISTÓRIA DOS PLANETÁRIOS

Um planetário consiste de um prédio contendo uma cúpula semiesférica para projeção, geralmente de grandes dimensões, e um projetor especial, opto-mecânico, digital ou híbrido, denominado “projetor planetário”, capaz de reproduzir o brilho aparente, a posição e os movimentos dos astros como podem ser observados na natureza. Se somarmos a isso outros recursos audiovisuais a similaridade tornar-se-á ainda maior. Nisso consiste a alma de qualquer planetário, e abarca várias competências no objetivo comum de proporcionar conhecimento e encantamento, tornando a experiência vivida um momento único e estimulante para quem os visita. Assim, saber científico e tecnológico, métodos educacionais e arte se combinam para trazer ao visitante um produto com alto nível técnico, capaz de conduzir ao entendimento e assimilação de conteúdos, com sensibilidade e emoção por meio de uma apresentação onde imagem, narrativa e música devem mesclar-se de forma harmônica.

Embora não exista uma definição formal sobre o que é, ou deve conter um planetário, e dada a grande variedade de instrumentos e recursos desenvolvidos para representar o céu ou realizar previsões sobre os movimentos dos corpos celestes, nos concentraremos nos planetários mecânicos e opto-mecânicos, sem, contudo, buscar traçar uma linha evolutiva mais detalhada sobre demais segmentos de planetários, como os digitais, por exemplo.

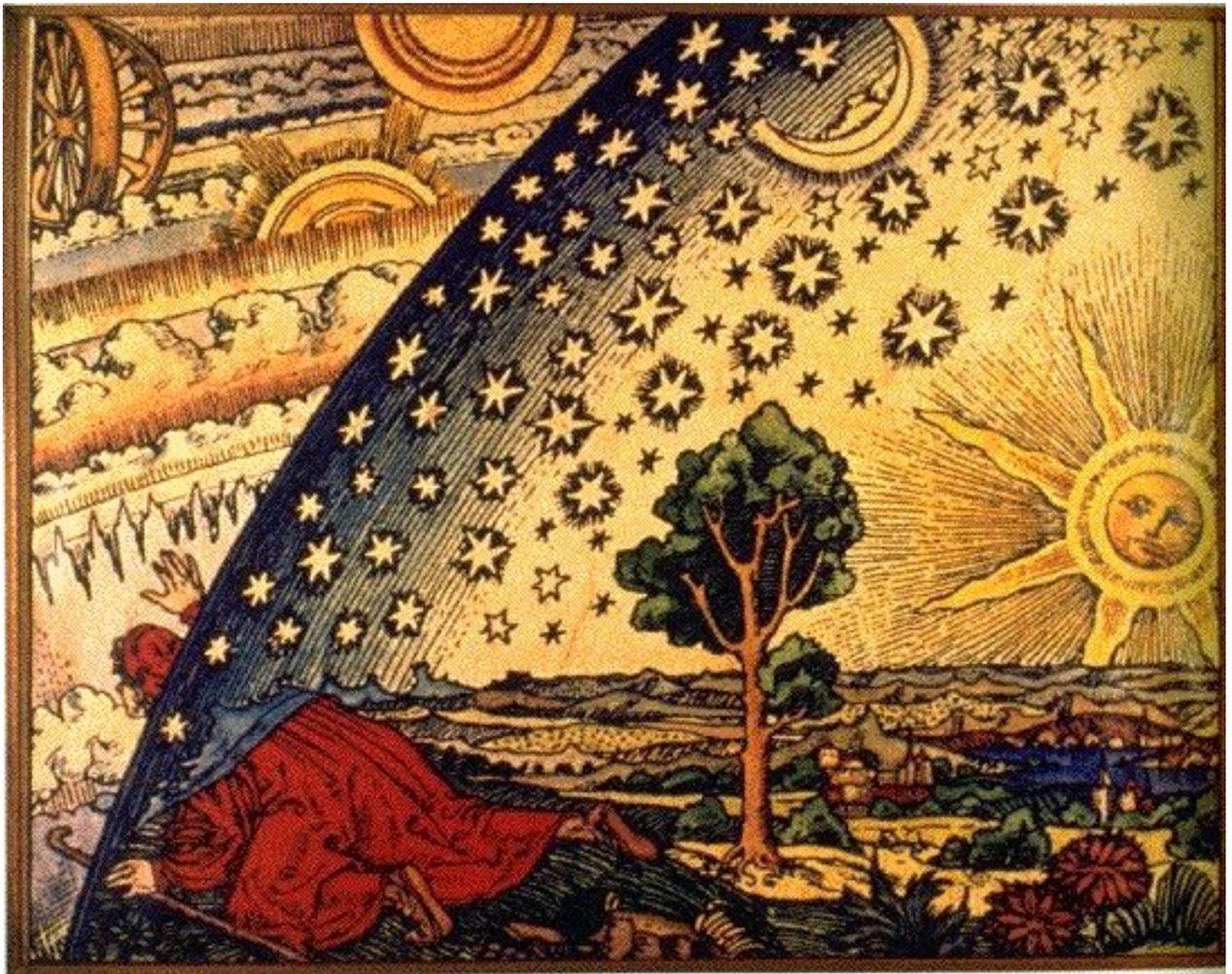
O céu fascina todas as pessoas. Mas em muitas cidades, especialmente em grandes centros urbanos, a observação do céu é prejudicada pela obstrução do horizonte por edifícios e pela poluição luminosa. Os planetários surgem, então, como ferramentas pedagógicas importantes e indispensáveis. Os astros reais estão no espaço cósmico tridimensional, uns mais perto, outros mais longe. Mas a aparência do céu pode ser simulada em um planetário, com a ajuda de um hemisfério em cuja superfície a imagem dos astros possa ser projetada. A Astronomia de Posição – área da astronomia que lida com a localização precisa dos astros no céu e os sistemas celestes de referência – baseia-se precisamente no construto mental da esfera celeste que reduz o espaço cósmico tridimensional a uma representação bidimensional.

Não é à toa, portanto, que tendo o céu sido geometrizado na forma esférica – considerada perfeita por Platão (428-347 a. C.) –, a construção de um planetário fosse concebida e tentada já no século 3 aC. Mas a viabilização de um planetário nos moldes modernos exigiu muitos séculos de avanços tecnológicos. O primeiro planetário moderno foi construído somente em 1923, pela empresa Zeiss em Jena, Alemanha.

Os astros projetados num planetário incluem, não só os distantes que permanecem ‘fixos’ na esfera celeste, mas também os próximos, pertencentes ao Sistema Solar, que se movem em relação às estrelas fixas e mudam de aspecto (tamanho aparente, fase etc) envolvendo desafios tecnológicos adicionais.

(MATSUURA 2007, p. 75)

**Fig. 01 - O conhecimento do Universo**



*Universum (de autoria desconhecida, ilustra uma das obras de Camille Flammarion)*

De acordo com Matsuura (2007), o primeiro objeto que podemos considerar com essas características surgiu ainda no mundo antigo, e segundo Freeth, et all. (2008) é atribuída a Arquimedes a idealização de um dispositivo planetário primitivo que poderia prever os movimentos do Sol, da Lua e dos planetas. Dos destroços de uma antiga embarcação grega, foi encontrado em 1901 o mecanismo que recebeu o nome de Anticítera. Inicialmente esquecido por parecer um relógio mecânico - algo considerado improvável para a época em que foi datado, foi novamente analisado décadas depois, em 1958, quando o físico e professor de história Derek J. de Solla Price imaginou se tratar de algum mecanismo para previsões astronômicas. Contudo, uma melhor aproximação sobre como deveria ser o mecanismo original só ocorreu em 2005, e comprovou que tais dispositivos para previsões astronômicas já existiam durante a antiguidade, ainda que sua autoria não possa ser creditada diretamente a Arquimedes.

**Fig. 02 - Anticítera**



Smithsonian Museum

Segundo Truffa (2007), Campanus de Novara (1220-1296), conhecido por seu trabalho sobre Elementos Euclidianos, descreveu um *equatorium planetaria* em seu *Theorica Planetarum*, e incluiu instruções sobre como construir um dispositivo que pudesse aplicar seu trabalho para realizar previsões sobre os corpos celestes. Estes dispositivos que hoje costumam ser referidos como orreries (nome dado em homenagem ao Conde de Orrery , um lorde irlandês do século 18 que financiou a construção de um destes dispositivos). O pequeno tamanho do orreries típicos do século 18 limitou o seu impacto , e no final do mesmo século alguns educadores tentaram algumas simulações de maior escala dos céus.

Fig. 03 - Orrery



Royal Museums Greenwich

Em **History of Astronomy: An Encyclopedia**<sup>2</sup>, Lankford (2011) narra os esforços de Adam Walker (1730-1821) e seus filhos, que se destacam em suas tentativas de fundir

---

<sup>2</sup> História da Astronomia: Uma Enciclopédia (livre tradução)

ilusões teatrais com aspirações educacionais. O Eidouranion de Walker era o coração de suas palestras públicas ou apresentações teatrais. O filho de Walker descreve esta "Máquina elaborada" como contendo "seis metros de altura e vinte e sete de diâmetro. Ela fica na vertical ante os espectadores, e seus globos são tão grandes, que eles são claramente visto nas partes mais distantes do Teatro. Cada planeta e satélite parece estar suspenso no espaço, sem qualquer apoio; realizando suas revoluções anuais e diurnas sem causa aparente".

**Fig. 04 - Eidouranion**

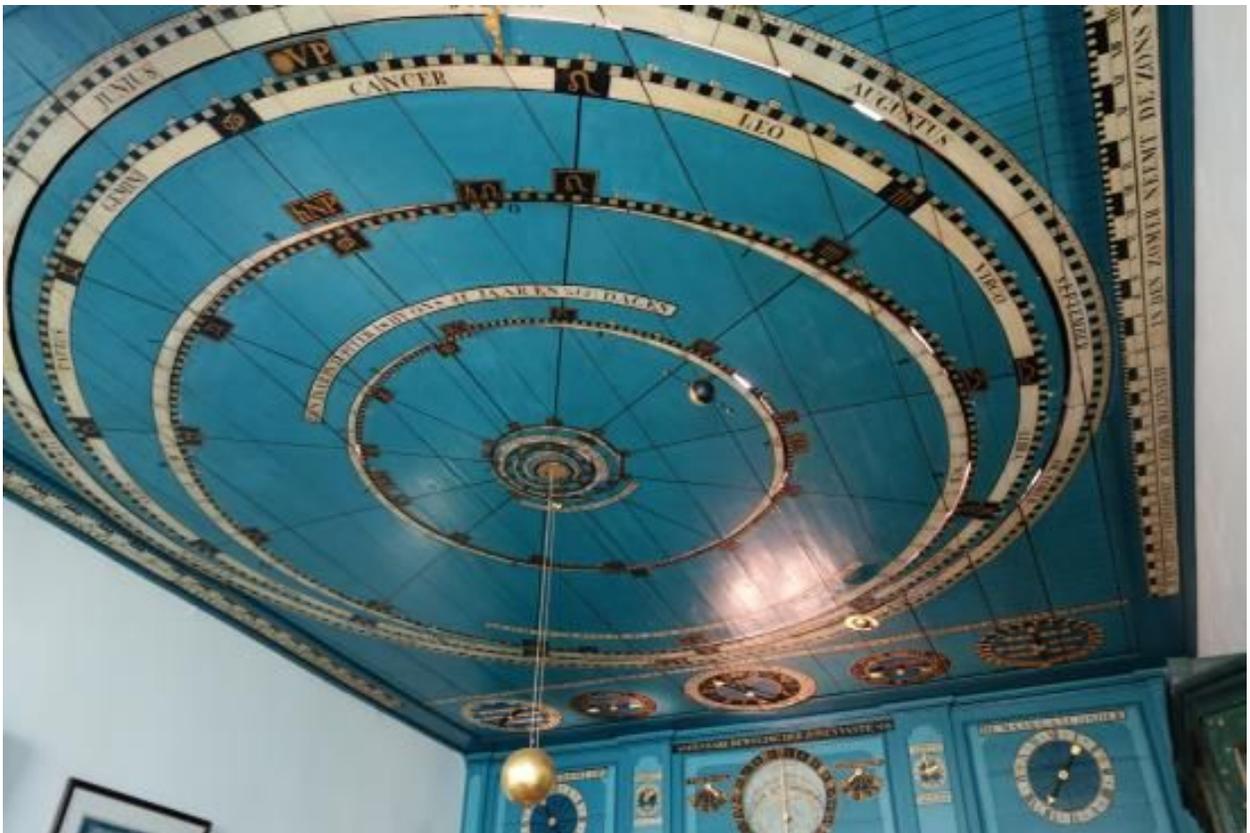


Edward Burney (Life time: b. 1760 - d. 1848)

Outros palestrantes desenvolveram seus próprios dispositivos.

O maior e mais antigo Orrery planetário ainda em funcionamento pode ser encontrado na cidade holandesa de Franeker. Ele foi construído por Eise Eisinga (1744-1828) na sala de estar de sua casa. Eisinga demorou sete anos para construir seu planetário, que foi concluído em 1781.

**Fig. 05 - Eise Eisinga Planetarium**

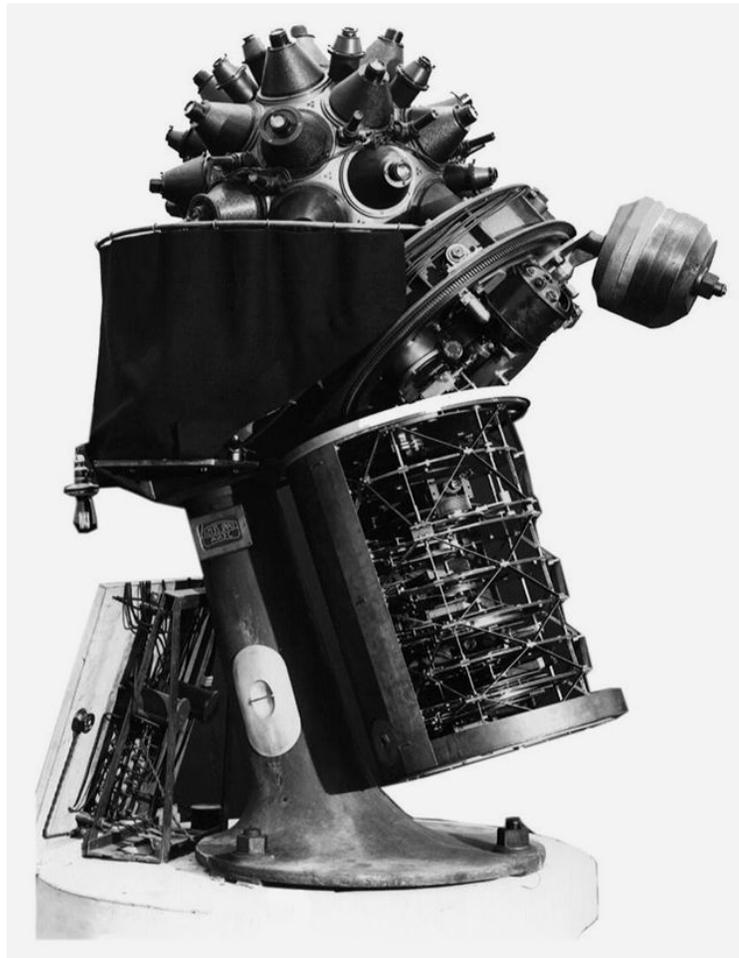


(TripAdvisor)

O primeiro planetário no mundo a usar o método de projetar o céu em uma abóbada foi inaugurado em 1923, desenvolvido e produzido pela firma ótica alemã Carl Zeiss, e instalado no Deustches Museum (Museu Alemão), em Munique, na Alemanha. Devido seu grande sucesso ficou conhecido como "a maravilha de Jena". A partir daí a Zeiss tem

se dedicado à construção de Projetores Planetários, tornando-se a primeira construtora mundial destes instrumentos. Assim várias capitais no mundo vêm implantando novos planetários, sempre como um importante ponto de atração na vida cultural da cidade. Hoje quase toda grande cidade no mundo possui o seu. Mais de 600 planetários Carl Zeiss Jena já foram instalados em todas as partes do mundo desde a primeira metade do século XX, tornando a empresa Carl Zeiss Jena a líder mundial na produção destes equipamentos, embora hoje existam outros fabricantes de Planetários tão bons como os Zeiss. A exemplo das fabricantes Spice, Spitz e GOTO.

**Fig. 06 - Zeiss Mark I**



Owens' Planetarium Projector and Science Museum (primeiro projetor opto mecânico)

No verão de 1923, o primeiro céu estrelado artificial brilhou em Jena, com a estreia do primeiro projetor opto mecânico criado pela empresa alemã, o modelo Zeiss Mark I (fig. 06). Por mais de dez anos, os mecânicos, engenheiros, astrônomos e físicos haviam trabalhado em um dispositivo capaz de projetar imagens das estrelas fixas e planetas em uma cúpula. Oskar von Miller, o fundador e primeiro diretor-geral do Museu Deutsches havia encomendado o dispositivo da Zeiss em 1913. Miller queria uma instalação para o Museu que possibilitasse demonstrar a localização e movimentos das estrelas fixas e planetas, o Sol e a Lua. Em 1914, uma idéia revolucionária tomou forma e se tornou o conceito padrão para todos os tipos de planetários de grande porte a partir de então, ou seja, usar a projeção. A sugestão anterior substituída era para uma esfera, feita de chapa perfurada com furos que representam as estrelas e iluminados a partir do exterior. Um exemplar deste modelo pode ser encontrado no planetário Adler, em Chicago, no estado de Illinois, EUA. É conhecido como Esfera de Atwood, e em 1913 era utilizada pela marinha estadunidense para treinar seus navegadores a reconhecer e se orientar pelas estrelas.

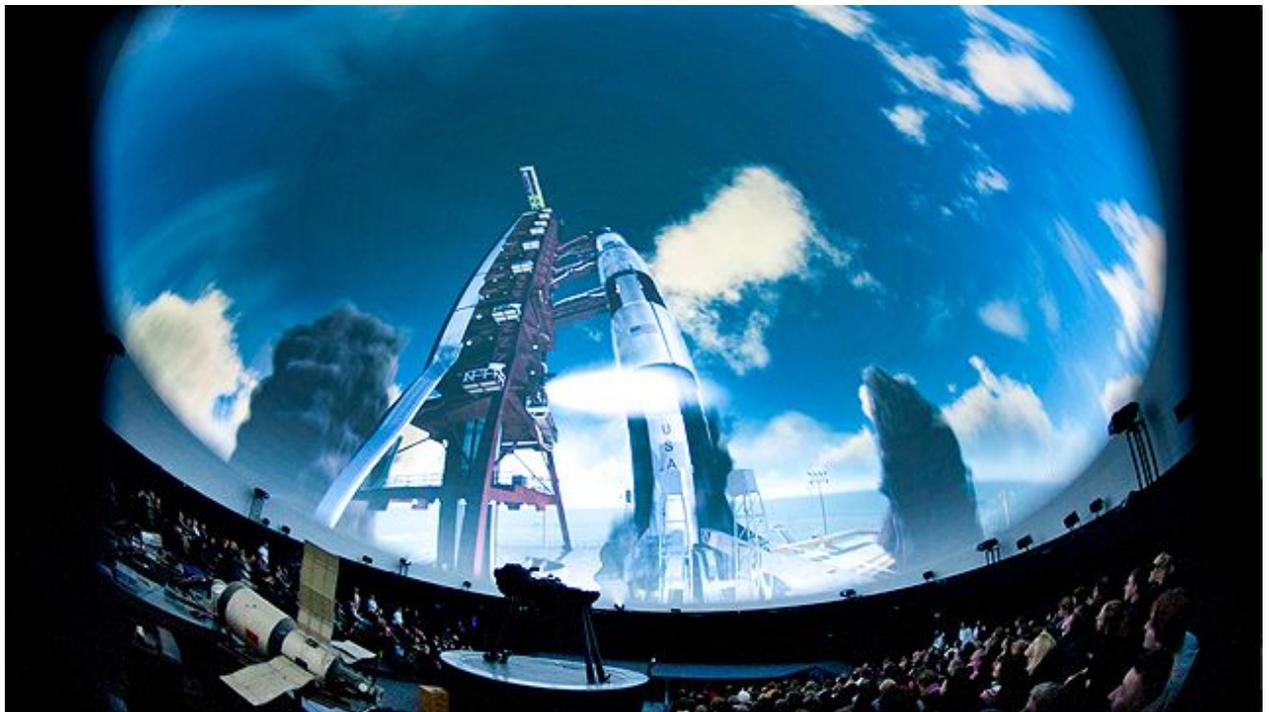
**Fig. 07 - Esfera de Atwood**



Adler Planetarium Museum

Assim, o Deutsches Museum desempenhou um papel chave no desenvolvimento do conceito atual de planetário, e seu novo Museu de Ciência e Tecnologia explicou aos visitantes a estrutura e dinâmica do céu estrelado e sistema planetário. Assim começou a história de sucesso do projetor planetário de que até mesmo o próprio Miller, provavelmente, não teria sonhado.

**Fig. 08 - Fulldome experience**



Planetário de Kiev, Ucrânia.

Com o crescimento da capacidade de processamento dos computadores, e a qualidade visual dos projetores digitais, cresce uma tendência contemporânea que são os planetários que se utilizam desses recursos para oferecer ao público uma experiência mais imersiva.

Embora tenham surgido no início da década de 1990, os planetários com recurso fulldome evoluíram a partir de inúmeras influências, incluindo arte e narrativa imersiva, ambientes

de filmes com múltiplos projetores, simulação de vôo e realidade virtual.

A tecnologia Fulldome para planetários refere-se a ambientes de projeção de vídeo baseados em domos imersivos. Para isso a cúpula, que pode ser horizontal ou inclinada, é preenchida com animações de computador em tempo real ou pré-renderizadas, imagens de captura ao vivo ou ambientes compostos. O que aproxima, em recursos audiovisuais, o planetário de uma sala de cinema. Assim, outra tendência contemporânea ganha mais espaço. A possibilidade de os planetários explorarem outros assuntos além da astronomia, científicos ou não. Potencialmente, um sistema de projeção fulldome pode ser utilizado com qualquer propósito em que se apliquem áudio e vídeo.

No próximo capítulo trataremos sobre como os planetários podem auxiliar na educação e, segundo os objetivos dos PCNs e BNCC, os aspectos pedagógicos que os tornam únicos como ferramentas promotoras da alfabetização científica. Capazes de atuar em todas as fases educacionais, proporcionando altos índices de entusiasmo e engajamento dos estudantes, graças a questões gerais e profundas que a Astronomia aborda e que fazem parte do imaginário humano desde seus primórdios. De onde viemos?... Onde estamos?... E para onde vamos?...

## 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

Discriminaremos neste capítulo algumas das ideias do educador Paulo Freire (1921 - 1997) que formam a base teórico-pedagógica deste trabalho. Apresentaremos suas observações sobre o que classifica como educação bancária, em contraponto com uma educação dialógica libertadora proposta por ele. A diferença entre as abordagens, conceitual e temática, também é discutida para então apresentar a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos. Em seguida é discutido o papel dos planetários na educação

### 2.1 - A Pedagogia de Paulo Freire

A crítica à transmissão unilateral do conhecimento permeia todo o trabalho de Paulo Freire. Ferrenho opositor à visão de que os alunos apenas recebem, passivamente, o conhecimento e o professor é o portador de todo o saber. Foi um dos principais educadores brasileiros que discordava da ideia de que o conhecimento é algo pronto e definido e, portanto, deve ser apenas transmitido. O que definia ser:

uma visão “bancária” da educação, onde o “conhecimento ou saber” é uma doação dos que se julgam sabedores aos que julgam nada saber. Que esta visão se baseia como uma instrumentalização da ideologia da opressão - a absolutização da ignorância, que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo a qual esta se encontra sempre no outro. (...)

...1) o educador é o que educa; os educandos, os que são educados; 2) o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem; 3) o educador é o que pensa; os educandos, os pensados; 4) o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente; 5) o educador o que disciplina; os educandos, os disciplinados; 6) o educador o que opta e prescreve sua opção; os educandos os que seguem a prescrição; 7) o educador é o que atua; os educandos, os que têm a ilusão de que atuam, na atuação do educador; 8) o educador escolhe o conteúdo programático; os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele; 9) o educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe antagonicamente à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele; 10) o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos.

(FREIRE 1970, p. 34)

Paulo Freire sempre defendeu uma educação problematizadora e dialógica, marcada por

um processo de ensino-aprendizagem realizado pelo professor com o aluno, e não para este, em lugar da educação “bancária” e tradicional, marcada pela predominância das ações do professor sobre os alunos, onde aquele “fala sobre os conteúdos” e o outro simplesmente ouve atentamente e reproduz no caderno o que foi apresentado na lousa. Assim, o educando seria também protagonista de seu processo de ensino/aprendizagem, utilizando suas experiências cotidianas como referência. O educador, por sua vez, precisaria conhecer a realidade de seu educando e de sua comunidade, para assim, conhecer os referenciais vividos por seu aluno. O tema gerador, na pedagogia Freireana, é a mola mestra que impulsiona todos os diálogos entre professor e aluno (1970, p. 54).

Na concepção freiriana, o diálogo entre o educador e o educando o principal veículo para investigação das experiências existenciais do educando, é um tópico central da educação problematizadora. Para Freire, a inserção do aluno em um processo dialógico ocorrerá quando o professor oferecer um contexto que lhe é familiar. Desta forma, problematizar situações retiradas de seu cotidiano e destacá-las dentro de um tema gerador.

Como cita Ferreira (2013) em sua dissertação de mestrado, sendo “o caso de alfabetizar um grupo de operários de uma olaria, como exemplifica Freire, a palavra 'tijolo', bastante presente em sua fala, pode ser decodificada, desmontada, questionada e mostrar-se-á composta pelas sílabas ti-jo-lo, e neste momento o questionamento incidente sobre a formação sonora desses pedaços passará pela descoberta das letras: t-i-j-o-lo. Sondando um objeto, questionando-o, problematizando-o, promove-se um diálogo entre educador e educando sobre o ente cognoscível.”

E evidencia ainda que a problematização é condição fundamental no processo de ensino aprendido, como é apresentado neste trecho da obra de Freire:

Na verdade, nenhum pensador, como nenhum cientista, elaborou seu pensamento ou sistematizou seu saber científico sem ter sido problematizado, desafiado. Embora isso não signifique que todo homem desafiado se torne filósofo ou cientista, significa, sim, que o desafio é fundamental à constituição do saber (FREIRE, 1988, p. 54).

Para o pensador, o conhecimento não é estático e sim uma entidade dinâmica: que portanto não pode se tratar de uma aquisição que foi, mas de uma conquista que está sendo.

Conhecer, na dimensão humana, que aqui nos interessa, qualquer que seja o nível em

que se dê, não é o ato através do qual um sujeito, transformado em objeto, recebe, dócil e passivamente, os conteúdos que outro lhe dá ou impõe. O conhecimento, pelo contrário, exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante: Conhecer é tarefa de sujeitos, não de objetos. E é como sujeito e somente enquanto sujeito, que o homem pode realmente conhecer.

(FREIRE, 1988, p. 27)

A problematização é uma via capaz de educar, ainda mais quando se refere a um objeto da realidade e, por meio dele, promove o diálogo que envolverá tanto as concepções dos educandos quanto dos educadores.

Freire considerava que o ambiente doméstico, vizinho ou do trabalho do educando poderia contribuir para a promoção de seu processo de educação, e citava como exemplos questões da comunidade como saneamento, economia de água, vacinação, os perigos que poderiam vir com as chuvas fortes, dentre outras questões.

Contudo, não é apenas um bate papo. O diálogo é o mais importante, sim, mas deve ser conduzido pelo educador para os educandos, estabelecendo sempre uma troca onde um aprende com o outro. A crítica ao modelo tradicional de ensino não significa porém que o fim das aulas expositivas fosse um dos seus objetivos. Essa sua visão fica clara no livro *Pedagogia da Esperança* (1993).

(...) Não há diálogo no espontaneísmo como no todo-poderosismo do professor ou da professora. A relação dialógica não anula como às vezes se pensa a possibilidade do ato de ensinar. Pelo contrário, ela funda este ato, que se completa e se sela no outro, o de aprender, e ambos só se tornam verdadeiramente possíveis quando o pensamento crítico, inquieto, do educador não freia a capacidade de criticamente também pensar ou começar a pensar do educando... O diálogo não pode ser responsabilizado pelo uso distorcido que dele se faça. Por sua pura imitação ou por sua caricatura. O diálogo não pode se converter num "bate-papo" desobrigado que marche ao gosto do acaso entre professor ou professora e educandos. (FREIRE 1993, p.118)

A crítica de Freire está ligada a tentativa de transmitir conhecimento como verdades prontas para os estudantes, para que estes passivamente memorizem e aceitem. Ele propõe que, ao lidar com um conhecimento, o contraditório ou outros aspectos, especialmente os vivenciados pelos educandos, geralmente não tratados em sala de aula, sejam colocados. Ou que os conceitos sejam abordados referindo-se à realidade concreta, sempre que possível.

É necessário que o educando perceba, em termos críticos, o sentido do saber como busca permanente. É preciso que se discuta o significado deste achado científico; a dimensão histórica do saber, sua inserção no tempo, sua instrumentalidade. E tudo isso é tema de indagação, de diálogo. (FREIRE, 1988, p. 52)

Em suma, o que se pede é que o professor conceda ao aluno espaço para que ele questione e analise o seu objeto de estudo. Que o conhecimento não lhe seja imposto como algo que cujas bases estejam fora do alcance do educando, e por isso deva apenas ser aceito e decorado.

## **2.2 - Os Três Momentos Pedagógicos e o Atendimento no Planetário**

Os “Três momentos Pedagógicos” (3MP), são eles: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, formam uma dinâmica inspirada nas ideias de Paulo Freire. Durante o desenvolvimento de um projeto de ensino de ciências na Guiné-Bissau, Delizoicov (1982) e Angotti (1982) aplicaram essa dinâmica para abordar em sala de aula situações de sua agricultura.

Ainda que o currículo, e o programa de ensino consequentemente, já estejam predefinidos, isso não impede a utilização dos Três Momentos Pedagógicos como abordagem metodológica, partindo de problemas como geradores da necessidade de novos conhecimentos.

Os três momentos, portanto, foram originalmente propostos como desdobramento da educação problematizadora aplicada à construção de um currículo de educação científica. Atualmente é utilizada na introdução de tópicos de Ciências já considerados significativos para os estudantes, independentemente de ter sido realizada a investigação temática nos moldes propostos por Freire [...] (FERRARI, 2008, p. 10)

A utilização dos 3MP, de acordo com Gehlen et al (2012), pode se dar por em diversos contextos envolvendo problematizações de temas variados, como questões relacionadas aos tópicos ciência, tecnologia e diversidade cultural, temas transversais sugeridos pelos

PCNs, e que serão mantidos no BNCC (Resolução CNE/CEB nº 7/201018), apresentando situações que envolvem o ambiente do estudante.

Assim, a **Problematização Inicial**, o primeiro momento pedagógico, propõe como ponto de partida o conhecimento vivencial do estudante. Contudo, o atendimento em espaços não formais de educação, exceto quanto feito algum trabalho pontual ou direcionado para uma turma ou grupo específico, é incapaz de ter um conhecimento prévio do espaço vivencial dos indivíduos que atenderá. Então, locais dedicados à educação não formal ou informal, como planetários e ambientes do gênero, devem partir do princípio que o indivíduo tenha recebido uma formação anterior, baseada em algum parâmetro ou referencial curricular que servirá de ponto de partida para a abordagem dos assuntos. Portanto, todo atendimento leva em conta o currículo mínimo exigido para cada ano educacional a fim de planejar seus trabalhos e o que pode ser apresentado para as turmas educacionais. Os PCNs de Ciências da Natureza propõem, por exemplo, os temas forma e movimento dos planetas para as aulas de Ciências do terceiro e quarto ciclo do Ensino Fundamental, (BRETONES, 2006).

O tema deste atendimento tratou dos exoplanetas, e a turma atendida foi composta de estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. Portanto, eles já possuíam, ao menos supostamente, contato com assuntos tratados no terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental, como Terra, Sistema Solar, Planetas, Luas, Estrelas, Sol, entre outros, tanto segundo os PCNs quanto para o BNCC. Assim como o tema Vida, o fio condutor do atendimento. Em suma, todos foram expostos a discussões sobre estes assuntos ao longo de suas vidas educacionais. Portanto, o papel do monitor, ou mediador, será questionar, provocar a dúvida e gerar interesse pela discussão. O objetivo é instigar que os estudantes sintam a necessidade de dialogar no processo de adquirir novas relações com o conhecimento preexistente.

São apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Sua função, mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, é fazer a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam para as quais provavelmente eles não dispõem de conhecimentos suficientes para interpretar total ou corretamente (DELIZOICOV e ANGOTTI, 2002, p.54).

Será por meio de destacar as dúvidas, em lugar de responder e fornecer explicações prontas, que o trabalho com a turma se dará neste primeiro momento. A problematização pode ocorrer tanto a partir do tema gerador, que no caso será dado pelo conhecimento supostamente adquirido no cumprimento dos objetivos descritos nos PCNs, ou outro parâmetro vigente, ou a partir de um problema que tenha surgido durante o atendimento, motivando a necessidade de adquirir novos conhecimentos.

A nossa proposta utiliza a Vida e sua busca na galáxia como um “tema gerador” que guiará a problematização, e fará a relação com o conhecimento prévio dos alunos.

Desta maneira, o protocolo a ser seguido para nortear a escolha das questões da problematização será a sua relação com o tema a ser desenvolvido, estando sempre que possível relacionada com conteúdos que os estudantes vivenciaram até então.

A segunda etapa dos momentos pedagógicos tem como objetivo a organização dos conhecimentos, em que os temas selecionados são aprofundados. Nesta etapa o conhecimento científico é aprofundado a partir dos questionamentos iniciais que poderiam ser desestruturados, para posteriormente construir o conhecimento científico, visto que: ... Abordagem dos conhecimentos científicos necessários à compreensão da realidade era desenvolvida. Buscava-se a desestruturação das explicações dos estudantes, para logo após formular problemas que podiam levar os estudantes à compreensão de outro conhecimento, ou seja, do conhecimento científico (MUENCHEN e DELIZOICOV, 2010, p.6).

Para o segundo momento há o **Aprofundamento do Conhecimento Científico**, onde ele não é exposto de maneira isolada, como algo independente das outras etapas do trabalho realizado ou a ser realizado, mas correlacionado com o problema inicial, que auxilia na busca das respostas aos questionamentos criados no primeiro momento, num vínculo estreito com o tema gerador, neste caso, a Vida na galáxia e onde pode ser encontrada. Contudo, por se tratar de uma sessão de planetário, neste ponto uma apresentação utilizando os recursos de projeção, com uma narrativa gravada apresentando informações básicas sobre o histórico e os conceitos envolvidos nas técnicas que possibilitam a busca por exoplanetas.

Ou seja, introduz-se a ideia de que a intenção é que o conhecimento científico está

colocado na perspectiva de compreensão da problematização e do tema, e não como um fim em si mesmo. (MUENCHEN, 2010, p.137).

Como terceiro momento, a **Aplicação do Conhecimento**, devido ao formato vigente do atendimento do Planetário Johannes Kepler, os conceitos abordados mais profundamente na etapa anterior serão revisados e servirão de tema para a realização de um debate, com o objetivo de sintetizar os conhecimentos, em que:

Constata-se um retorno para a discussão do que é proposto inicialmente no primeiro momento, ou seja, um retorno às questões iniciais assim como a proposição de novas questões que possam ser respondidas pela mesma conceituação científica abordada no segundo momento, na intenção de transcender o uso do conhecimento para outras situações que não apenas a inicial... (MUENCHEN e DELIZOICOV, p.6, 2010).

O maior objetivo dos Três Momentos Pedagógicos é tentar garantir a existência de um constante diálogo entre as questões abordadas e o que é vivenciável para o estudante, promovendo o diálogo entre estas duas visões.

Contudo, a astronomia não é exatamente um problema que esteja no cotidiano das pessoas. Ao menos não sob esta perspectiva. Afinal, ao olharmos uma folha de calendário, um relógio, ao mudar os móveis de lugar por causa do modo diferente que o Sol ilumina o cômodo ao longo do ano, estamos fazendo astronomia.

### **2.3 - Educação não Formal no Ensino Em Astronomia**

Descrita por diversos autores da área como uma importante ferramenta para a percepção do ambiente e suas mudanças, a navegação, ampliar a noção de espaço, tempo, matéria e vida, a Astronomia com certeza é um dos mais antigos e universais conhecimentos da humanidade. Está presente em praticamente todas as culturas, das mais antigas às contemporâneas. A importância de seu estudo e divulgação são defendidos por vários autores (LANGHI; NARDI, 2009; KANTOR, 2012; JAFELICE, 2010; CANIATO, 2011;

AROCA, 2008).

Não é difícil imaginar os primeiros observadores do céu, maravilhados com suas luzes brilhantes em um céu isento de poluição luminosa e química. Sua admiração ao perceber que seu aspecto mudava com o passar do tempo, mas havia uma regularidade cíclica que tornava possível prever como ele estaria mais adiante. Quantas gerações se passaram até perceberem que poderiam utilizar esta regularidade para contar o tempo, determinar plantio, colheita e formar uma comunidade fixa sustentável. Provavelmente, o contexto em que este conhecimento foi apresentado pelas gerações mais velhas para sua sucessora estava envolta em lendas, contos fantásticos e mistérios que prendiam a atenção aos detalhes, ao passo que os entretinha ou amedrontava. Mas, ainda assim produzia resultados funcionais para o aprendizado dos mais novos, que as utilizariam em suas atividades práticas futuras.

Este mesmo fascínio, e seus efeitos educacionais, podem ser reproduzidos de diversas formas nos dias de hoje. Os meios de comunicação apresentam com frequência alguma novidade sobre os objetos celestes. Eclipses, estrelas com outros sistemas planetários, um cometa e sua brilhante cauda em sua passagem próxima à Terra.

Contudo, apesar desse interesse que a Astronomia desperta, muitas vezes sua abordagem pode não se dar de forma adequada. Não são recentes as pesquisas em ensino de ciências que apontam a existência de concepções alternativas em relação aos temas de Astronomia, como podemos ver em Langhi (2011).

A educação em Astronomia no Brasil não é algo novo. Segundo Langhi e Nardi (2009), apesar do decreto de 1942, durante o Estado Novo, que modificava o ensino de Astronomia e Cosmografia fazendo com que deixassem de ser disciplinas específicas, o primeiro curso de graduação em Astronomia surgiu em 1958, na antiga Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro. Hoje, graças a essa e outras mudanças nas ementas dos cursos, na maioria das instituições que ainda as mantêm, estas disciplinas são encontradas como optativas para cursos de Física, Matemática e Geografia, com raras exceções. A exemplo que destaca Freitas (2015), em sua

dissertação de mestrado na UFRN “a disciplina de Astronomia compõe a formação mínima obrigatória nas licenciaturas presenciais de Física e Geografia e ainda nas licenciaturas a distância de Física, Matemática, Química e Biologia”.

Voltando à educação em Astronomia no Ensino Fundamental, para Langhi e Nardi (2009) a má formação dos profissionais de educação e a baixa qualidade dos livros didáticos, podem ser os principais fatores que contribuem para que, em muitos casos, os conteúdos apresentados aos estudantes na educação formal não sejam integralmente aplicados, ou vistos de forma insuficiente durante sua vida estudantil.

Daí a importância do papel que clubes amadores de astronomia, planetários, museus e observatórios desenvolvem na educação em Astronomia. Alves e Zanetic (2008) veem os trabalhos desenvolvidos por estes espaços como possíveis alternativas para atender, em parte, as deficiências existentes no processo de educação formal em Astronomia.

Contudo, embora não exista um consenso sobre os critérios que distinguem educação formal, não formal e informal, como podemos concluir dos trabalhos de muitos estudiosos do assunto (GOHN, 2006; MARANDINO, 2011; LANGHI; NARDI, 2009; AROCA, 2009), não podemos deixar de evidenciar o importante trabalho que observatórios, planetários, museus e clubes de astronomia realizam para complementar, e às vezes cumprir, o que é pertinente ao âmbito escolar. No entanto, o estudo de como estes espaços atuam é imprescindível para a busca da melhor forma de suas ações no desenvolvimento da educação em Astronomia, tanto quanto das demais ciências, para auxiliar na mudança da realidade que os resultados do PISA 2015 apresentam.

Com isso em mente, buscaremos abordar os referenciais teóricos que discutem as questões ligadas a estes espaços dedicados à educação não formal. Entre os tópicos que abordaremos, está a problematização dos objetivos e quais intenções são atribuídas à comunicação científica nos espaços de educação não formal.

## 2.4 - A Comunicação Sobre Ciência e Tecnologia

O contínuo avanço do conhecimento científico e tecnológico tem demandado uma comunicação mais atuante e eficaz com a população, que por sua vez tem buscado cada vez mais informações sobre estes assuntos. Esse ciclo virtuoso tem motivado aqueles que trabalham com educação não formal e comunicação sobre ciência e tecnologia para atender a este anseio da população, e, com isso, rever suas formas de comunicação. Encontraremos nos trabalhos a respeito do assunto termos como: divulgação, alfabetização, vulgarização e popularização científica. Para Germano e Kulesza (2007), que analisaram o uso destes termos e seus entendimentos incorporados, mesmo sem que se possa dizer sobre um consenso, sempre há a predileção de um ou outro autor, assim como Kantor (2012), para quem Popularização da Ciência é o termo que melhor definiria a atividade de transmitir ao público, respeitando suas crenças, visões de mundo e valores.

Assim, pode-se concluir que não é a intenção substituir o entendimento sobre o mundo que o indivíduo possui, mas que o conhecimento científico pode complementar essa visão e torná-la mais rica.

Um breve comentário a despeito do perfil do público que visita os planetários, segundo a pesquisa *Planetarium Visitor Impressions: Getting to know your audience - a discussion based on TripAdvisor reviews*<sup>3</sup>, onde é avaliado o atendimento de vários planetários pelo mundo, incluindo o Brasil, em uma coleta de dados que durou 3 anos. Nela, concluem que além de um respaldo científico o público busca ser impressionado. Assim, quem vai a um planetário, e o estudante não é diferente, busca algo além da informação ou de aprender algo.

Há ao menos duas vertentes para avaliar a intencionalidade do trabalho com Astronomia. Uma delas enxerga a Astronomia como um meio para despertar o interesse por ciências e tecnologia, defendendo esta posição por meio de artigos onde procuram evidenciar seu

---

<sup>3</sup> Impressões do Visitante de Planetários: Conhecendo sua audiência - uma discussão baseada em avaliações da TripAdvisor. [http://sciss.se/sciss\\_tripadvisor\\_whitepaper.pdf](http://sciss.se/sciss_tripadvisor_whitepaper.pdf)

potencial didático pedagógico e multidisciplinar desta ciência, como veremos nos trabalhos de Langhi e Nardi (2009) e Aroca e Silva (2011), entre outros.

Para outros, por sua vez, a Astronomia pode ser utilizada como um meio integrador entre as demais ciências e outras áreas do conhecimento, por entendê-la como constituinte da formação humana, instigante, ter potencial para trabalhar questões como vida no universo, nosso papel no planeta, o universo e nosso lugar no cosmos, entre outros (VARGAS et. al.,2011, ALVES; ZANETIC, 2008, entre outros).

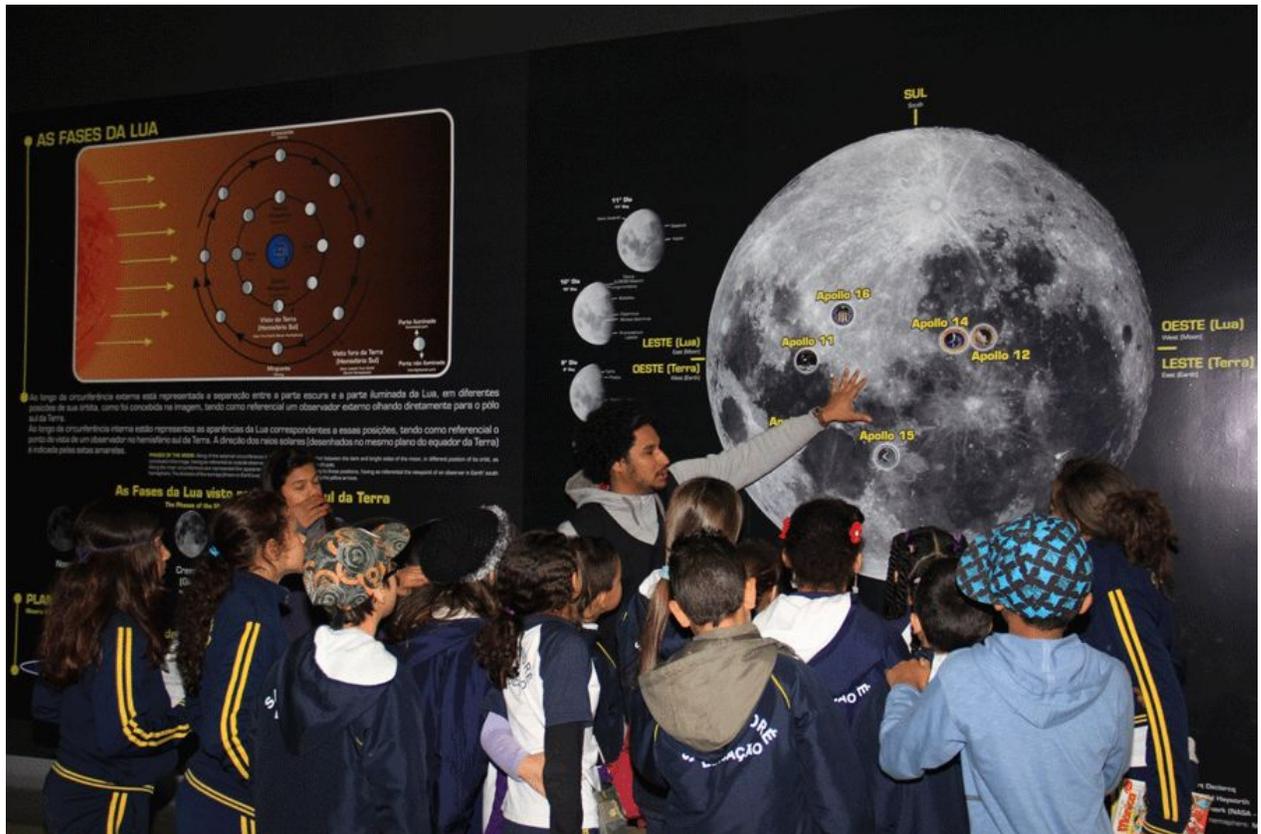
Provavelmente, muito mais que outras ciências, a Astronomia é capaz de construir ligações com várias áreas do conhecimento humano. De acordo com Jafelice (2002) “o interesse por questões astronômicas se deve a motivações que estão além de sua curiosidade intelectual ou necessidade de formação científica”. Interesses, talvez, mais profundos, como aqueles ligados à nossa origem e a relação com o cosmos.

Podemos, então, aproveitar este interesse em favor do aprendizado e motivar a busca por mais conhecimento em Astronomia. E talvez, a forma mais segura de conseguir atingir a estes dois intuitos seja aplicando um método pedagógico que sistematize o aprendizado, mas que consiga deixar espaço suficiente para a curiosidade, e alguma autonomia na busca do conhecimento.

No próximo capítulo, falaremos sobre as teorias de Paulo Freire e o método dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), suas origens, características e por que foi escolhido para o desenvolvimento deste projeto para ser aplicado à uma turma de Ensino Médio.

## 2.5 - Planetários na Educação

Fig. 09 - Pannel da Lua



Planetário Johannes Kepler

Para a proposta curricular de Ciências Naturais para o Ensino Fundamental, contida nos Parâmetros Curriculares Nacionais, os conteúdos de Astronomia aparecem em destaque a partir do 3º ciclo (atuais 6º ao 9º ano), e a partir do 2º ano na Base Nacional Comum Curricular, na área de “Ciências da Natureza”. As contribuições que a Astronomia oferece para os educandos, que estão amplamente indicadas em todos os documentos de orientação curricular neste eixo temático, ampliam a orientação espaço-temporal, a conscientização dos ciclos da vida, e oferecem a elaboração de uma concepção do Universo, com especial enfoque nos Sistemas Solar e Terra-Sol-Lua. Como um dos eixos temáticos para o de ensino em ciências, a Astronomia oferece uma ótima iniciação aos

temas científicos e tecnológicos como almejam as duas diretrizes curriculares, cujo conhecimento é essencial ao exercício pleno da cidadania na sociedade atual.

Como está descrito no BNCC:

Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência.

Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania. (BNCC, p. 273)

Neste contexto, os planetários, como instrumentos pedagógicos em Astronomia, oferecem ampla funcionalidade. Entre os objetivos pedagógicos que podem ser melhor atingidos dentro de um ambiente de planetário estão:

**A orientação espaço-temporal** - “Os Planetários são ambientes (imersivos) nos quais se pode ter uma reprodução da esfera celeste, por meio de um equipamento óptico (o próprio Planetário) capaz de projetar em um teto abobadado as estrelas e sua aparente disposição no céu, bem como os planetas e outros objetos celestes.” (ROMANZINI e BATISTA, 2000. Grifo nosso). Sendo assim, as sessões de cúpula proporcionam observações de uma projeção do céu diurno ou noturno, de qualquer ponto da superfície da Terra, com incrível realismo, auxiliando a percepção espacial. Ao passo que suas simulações permitem acelerar os processos naturais de movimento aparente do céu, proporcionando uma melhor observação dos ciclos de movimento dos astros, fonte primária para a determinação humana de contagem do tempo.

**Inter e transdisciplinaridade** - Segundo Matsuura (2007), ...”há hoje uma percepção e apreço maior pelo caráter multi e interdisciplinar da astronomia”.... Caráter este que pode ser utilizado como uma poderosa ferramenta para a alfabetização ou desenvolvimento de qualquer tema ligado à ciências, em praticamente todas as áreas do conhecimento. E ele complementa: “Nessa direção os planetários digitais, que permitem maior flexibilidade de conteúdo, oferecem a possibilidade de utilização da sala de projeção para um espectro mais amplo de temas podendo incluir além da Astronomia, Biologia, Química, História,

Geografia etc.”

**Interesse espontâneo** - Como apresenta Langhi (2009) em sua tese, ...”a astronomia é apaixonante por si mesmo, evocando admiração e reverência no mais profundo íntimo do ser humano, ao simplesmente contemplar um céu estrelado.” talvez por apresentar tantas facetas ligadas às demais ciências naturais e humanas, é difícil encontrar um indivíduo que não possua qualquer curiosidade sobre alguma informação que a envolva. Ele argumenta ainda que “Nas escolas, a astronomia promove este excitante papel motivador, tanto para alunos como para professores, pois, ao tocar neste assunto, a maioria dos jovens costuma desencadear uma enxurrada de perguntas sobre buracos negros, origem do universo, vida extraterrestre, tecnologia aeroespacial, etc.” oferecendo aos profissionais de educação um tema que causa extrema curiosidade aos educandos.

Assim, a ida à um planetário se transforma em uma experiência única para os estudantes, e fornece uma rica oportunidade ao professor para explorar os temas abordados, estabelecendo ligações entre os conteúdos trabalhados em sala de aula.

Abordamos a seguir a educação não formal em astronomia, a fascinação que causa, e seus efeitos educacionais. Como sua abordagem pode não se dar de forma adequada. A importância do papel que clubes amadores de astronomia, planetários, museus e observatórios desenvolvem na educação em Astronomia.

### 3 - O DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Nesta etapa abordaremos cinco características essenciais da investigação qualitativa, além do papel da observação e da observação e da investigação por meio de questionário, em trabalhos no campo da educação. Em seguida é apresentada uma caracterização do espaço onde a pesquisa foi realizada e de seus participantes. Finalmente, relato como foi elaborado o material utilizado na experimentação.

#### 3.1 - A Investigação Qualitativa na Educação

Por vezes, ao citar a Investigação Qualitativa, não há muita clareza sobre os processos deste método científico para o relato da pesquisa. Por isso, a seguir veremos 5 características básicas na investigação qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (1994, cap. 2)

- *Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal.* Em questão, o investigador (planetarista) possui grande experiência no ambiente de planetários e espaços de ensino e divulgação de ciências. Em geral, é imaginável que os dados da investigação consistirão de anotações sistemáticas, gravações de áudio e ou vídeo, registro através de fotografias e atividades escritas dos alunos ou visitantes. No entanto, todo esse material é adquirido e revisado pelo investigador, através de seu contato direto com seu objeto de estudo. Na investigação qualitativa, assume-se que o comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto onde é realizada a experiência, e exige por parte do investigador, sempre que possível, que este desloque-se ao local de estudo (BOGDAN; BIKLEN, 1994)

“Os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto. Entendem que as ações podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência. Os locais têm de ser entendidos no contexto da história das instituições a que pertencem.” (BOGDAN; BIKLEN, 1994)

- *A investigação qualitativa é descritiva.* Durante o processo, o investigador deve fazer uma descrição minuciosa do ambiente em que será realizada a pesquisa. Contudo, é comum deixar passar despercebido detalhes como gestos, comentários, piadas, conversas, entre outros eventos acontecendo fora do ambiente de seus estudos e até movimentação ou expressões. Porém, deve ser feita a descrição do do processo como um todo.

“Os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números. Os resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação. Os dados incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais, memorandos e outros registos oficiais. Na sua busca de conhecimento, os investigadores qualitativos não reduzem as muitas páginas contendo narrativas e outros dados a símbolos numéricos. Tentam analisar os dados em toda a sua riqueza, respeitando, tanto quanto o possível, a forma em que estes foram registados ou transcritos.”(BOGDAN; BIKLEN, 1994)

- *Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos.* O principal objetivo do investigador ao fazer uma pesquisa qualitativa de determinado problema é verificar como ele se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas relações com o ambiente estudado, no caso o planetário. Uma pesquisa similar que podemos citar como exemplo, são as de práticas de alfabetização na escola pública, no trabalho de Bogdan e Biklen (1994).
- *Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva.* Regularmente, é feito o caminho inverso da análise quantitativa. Os dados serão recolhidos e agrupados para chegar nas hipóteses, para confirmá-las ou refutá-las. O investigador não acumula um monte de dados, e por isso, a pesquisa toma forma à medida que o trabalho se desenvolve.

“O fato de não existirem hipóteses ou questões específicas formuladas a priori não implica a inexistência de um quadro teórico que oriente a coleta e a análise dos dados. O desenvolvimento do estudo aproxima-se a um funil: no início há questões ou focos de interesse muito amplos, que no final se tornam mais diretos e específicos. O pesquisador vai precisando melhor esses focos à medida que o estudo se desenvolve.” (BOGDAN; BIKLEN, 1994)

- *O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.* Para o investigador qualitativo, o mais importante é o registro rigoroso dos significados dos indivíduos, ou seja, o olhar de quem está participando da experiência. Para isso são estabelecidas abordagens e ações que possibilitem apreciar as experiências sob a perspectiva do informador ou planetarista em questão. Sempre resguardando o cuidado do investigador para evitar uma postura tendenciosa.

A função da **Observação** nas pesquisas qualitativas, segundo Lüdke e André (1986, cap.3) denota algumas características. Como relata as autoras, durante as observações o investigador é influenciado por seu histórico pessoal. O que pode fazer com que a pesquisa se torne tendenciosa. A seletividade da mente humana é outro fator a ser considerado. Pois ela tende a registrar apenas o que é de seu interesse. Neste contexto, como o investigador pode trabalhar sua impessoalidade? Há todo um procedimento de preparação do observador. A delimitação de seu objeto de estudo deve estar bem definida. A excelente descrição dos registros será sua busca, bem como a categorização dos detalhes e ter métodos rigorosos de validação das observações. Ou do contrário, a investigação correrá um grave risco de ser mal-sucedida.

Outro ponto extremamente importante para a pesquisa qualitativa são os registros e observações. Por estar inserido na pesquisa, o investigador possui um universo de dados rico para tratar. Por isso, o investigador e sua experiência sobre a realidade que estuda estão intrinsecamente ligados. Portanto ele é tanto alvo de investigação, quanto investigador. Assim, será ele o melhor leitor da perspectiva do sujeito observado, devido essa imersão. Sempre há a possibilidade de que coisas novas surjam as quais os referenciais não consigam estabelecer uma relação adequada. O material colhido das

observações servirá de base para que inferências sejam formuladas para que as hipóteses sejam então levantadas.

Embora contornáveis, as observações podem apresentar desvantagens. É de senso comum que as observações provocam mudanças no ambiente ou no comportamento das pessoas observadas. Porém, isso é uma visão incorreta e muito menos comum do que se pode imaginar, assim como ficou comprovado nos trabalhos de Guba e Lincoln (1981) e Reinharz (1979).

Podemos classificar em 4 grupos a diversidade de métodos de observação, sendo eles: *Participante Total*; *Participante como Observador*; *Observador como Participante*; *Observador Total*. A escolha é feita de acordo com a investigação realizada. Para exemplificar, vamos considerar estagiários de licenciatura. Ao início de seu contato com o ambiente escolar, podem ser identificados como “Observadores Totais”, pois eles fazem variadas leituras sobre o ambiente escolar, e depois começam a ser inseridos em sala de aula. A partir daí, mudam suas características, tornando-se “Observadores Participantes”, porque, na maioria das vezes, ajudam os alunos. Dependendo do caso, o estagiário pode ministrar aulas, e aí passam a exibir características de “Participantes como Observadores”. Assim, o professor titular, como a pessoa responsável por planejar a aula e lecionar, pode ser enquadrado como “Participante Total”, uma vez que ele elabora todo trabalho de investigação e protagoniza a relação professor-aluno. Conjuntamente será também responsável pelos registros de sua observação direta, analisará tudo que for desenvolvido nas atividades, assim como as entrevistas. O que caracteriza uma Imersão Total.

Um dos fatores de extrema relevância para a pesquisa qualitativa é o tempo de observação. A riqueza de dados é uma característica que pode ser entendida pela imersão a que o investigador se encontra. Que por sua vez também faz parte do estudo, pois seus conhecimentos fazem também parte do contexto.

Existem dois grandes grupos que podem ser classificados como as Diretrizes das Observações: *Parte Descritiva e Parte Reflexiva* (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Compõem as partes descritivas a *Descrição dos Sujeitos, Reconstrução dos diálogos, Descrição de Locais, Descrição de Eventos Especiais, Descrição das atividades* e os comportamentos do observador.

Enquanto que na parte reflexiva do investigador destacam-se as especulações, sentimentos, problemas, ideias, impressões, pré-concepções, dúvidas, incertezas, surpresas e decepções. Dessas, as reflexões podem ser agrupadas em:

- Reflexões Analíticas: O que o investigador está aprendendo no estudo?
- Reflexões Metodológicas: Quais são os procedimentos e estratégias metodológicas utilizadas?
- Dilemas éticos e conflitos: Questões surgidas no relacionamento com os participantes;
- Mudanças na Perspectiva do Observador: Expectativas, opiniões, preconceitos e conjecturas do observador;
- Esclarecimentos Necessários: Elementos que necessitam de maior exploração.

Embora não existam regras estritamente definidas sobre como devem ser realizadas as observações, é sugerido que as anotações devem ser realizadas num prazo mais próximo possível do momento da execução do experimento, para que o mínimo se perca por falha da memória. Pode ocorrer que entre uma atividade e outra, a possibilidade de fazer anotações não seja viável. O que pode ser facilmente resolvido por meio de gravações de áudio, que servirão de registros complementares ao escrito. E a todo momento deve-se tomar cuidado com a caracterização das partes descritivas e das reflexivas de observação.

Conforme Lüdke e André (1986, cap. 3), a **Entrevista** nos trabalhos qualitativos deve apresentar determinadas características. Uma série de cuidados devem ser garantidos a

fim de que seja bem-sucedida. Por ser diferente de outros instrumentos de coleta de dados, não estabelece uma relação de hierarquia. Onde a interação, geralmente, é o meio que possibilita maior interação, estímulo e aceitação entre entrevistado e entrevistador. O que garante maior fluidez e autenticidade. Ao realizar a captação, o investigador garantirá a possibilidade de aprofundar os pontos que melhor lhe interessar. Destacando-se sobre outros métodos investigativos, a entrevista inicia o diálogo entre o entrevistador e o entrevistado, o que a diferencia de outros meios que apresentam um destino selado no momento em que é entregue.

Há entrevistas de carácter estruturado, na qual são realizadas perguntas em uma ordem pré-determinada. São melhor adaptadas para quando o volume de dados é volumoso. Nas entrevistas não estruturadas, como são as que costumeiramente são realizadas no meio educacional, por exemplo, onde ocorre um diálogo a fim de identificar as opiniões do entrevistado. Uma terceira opção, a entrevista semiestruturada, existe uma maior liberdade de percurso, e representa um meio termo entre as entrevistas anteriores, pois este tipo possui um roteiro básico, mas pode sofrer alterações, complementações ou dúvidas que podem surgir da entrevista. Este é um tipo muito utilizado na área da educação.

As questões éticas devem sempre estar em foco nas entrevistas, como sigilo, anonimato, e ter o devido cuidado com as perguntas que o entrevistado não consiga responder. Além de garantir a confiança do entrevistado, deve ouvir e estimular para que as informações possuam um fluxo natural dos dados. Uma dica a ser seguida, realizar o planejamento de um roteiro com base em tópicos a serem executados. É também recomendado não realizar a entrevista somente de modo verbal e sim com análise de gestos, expressões e sinais não-verbais.

### **3.2 - A Caracterização do Sabina - Escola Parque do Conhecimento e do Planetário e Cinedome de Santo André - Johannes Kepler**

Este projeto foi aplicado no Planetário Johannes Kepler, que compõe o espaço na Sabina - Escola Parque do Conhecimento, localizado na travessa da Rua Juquiá, s/n - Vila Lucinda, Santo André - SP. A Sabina é, segundo a Secretaria Municipal de Educação do Município de Santo André, *um grande laboratório experimental de democratização e acesso ao conhecimento científico, artístico, cultura e tecnológico*. O município de Santo André integra a área metropolitana da Grande São Paulo, fazendo parte da região conhecida como ABCDM paulista. Possui uma população Estimada de 715.231 habitantes, distribuídos nos seus 175,782 Km<sup>2</sup> de área territorial, segundo dados oficiais do ano de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A Sabina é mais um aparelho da rede municipal da cidade de Santo André, cuja a finalidade é atender as necessidades educacionais de seus estudantes do ensino fundamental e dos munícipes em geral. Instalada num grande espaço, com área total de aproximadamente 24 mil metros quadrados, sendo 11 mil metros quadrados de área arquitetônica, divididos em áreas temáticas, de acordo com as Figuras 10 e 11 e Tabelas 01 e 02, destinadas à exposição de equipamentos, instrumentos e obras de arte, onde o estudante interage com seu acervo por meio do conceito hands-on. A intenção pedagógica é transcender o ensino formal e abordar o aprendizado de forma prazerosa e lúdica. Dentro desse objetivo, o espaço busca promover a ampliação dos conhecimentos trabalhados pela escola como um laboratório pedagógico, uma vez que, curricularmente, todos os alunos da rede municipal passam ao menos uma vez por ano para atividades de complementação curricular em uma das áreas da Sabina, conforme os conteúdos trabalhados em sala de aula.

Fig. 10 - Planta baixa da sabina - Escola Parque do Conhecimento

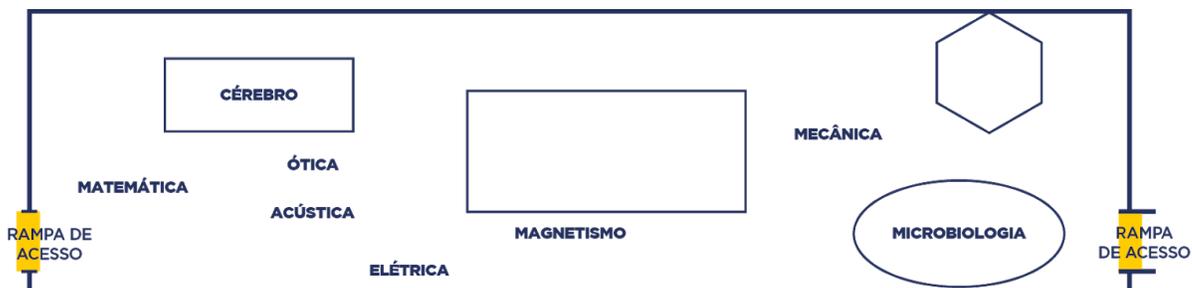


Primeiro piso

Tabela 01 - Legenda dos espaços do segundo piso da Sabina

SALA DA TERRA	PLANETÁRIO	MÚSICA EXTERNA	FÍSICA EXTERNA	NOC - NÚCLEO DE OBSERVAÇÃO DO CÉU	SALA DA VIDA
Mapa de Santo André	Laboratório Astronômico	Instrumentos - Fernando Sardo	Eco		Pinguinário
Relevo interativo	Sala de Projeções		Sistema de Roldanas	<b>ESPAÇO VIVENCIAL DE MOBILIDADE</b>	Tanque Oceânico
Leonardo da Vinci			Basquete Giratório		Terrário
Fúria da Natureza	<b>SALA DE OFICINAS</b>		Balanço de Pêndulo	<b>ARTE E COMUNICAÇÃO</b>	Tanque de Observação
			Concha Acústica	Coruja (espaço para bebês)	Dinossauros
<b>PINACOTECA</b>			Bolhas		Fósseis
					Nave Simuladora
					Nina

Fig. 11 - Planta baixa da sabina - Escola Parque do Conhecimento



Piso Superior

Tabela 02 - Legenda dos espaços do segundo piso da Sabina

<b>MICROBIOLOGIA</b>	<b>MAGNETISMO</b>	<b>ÓTICA</b>	<b>ACÚSTICA</b>	<b>MATEMÁTICA</b>
Microscópios	Bússola	Praxinoscópio	Ver o som	Torre de Hanói
	Anéis Saltitantes	Anamorfose	Ondas	Pirâmide de Esferas
<b>MECÂNICA</b>		Espelhos		Cubos Mágicos
Braço Robótico	<b>ELÉTRICA</b>	Caleidoscópio	<b>CÉREBRO</b>	
Locomotiva da Inércia	Gerador de Van De Graaf		Acústica	
Força Centrípeta e Centrífuga	Máquina de Wimshurst		RGB	
	Lâmpada de Newton		Visão	
	Bobina de Tesla		Sombra	

## 4 - O PLANETÁRIO E CINEDOME DE SANTO ANDRÉ, JOHANNES KEPLER

O nosso estudo se concentrará na área chamada de SALA DA TERRA, mais especificamente no Planetário e Cinedome de Santo André, Johannes Kepler. O Planetário foi inaugurado em 22 de abril de 2012, seu prédio agrega duas áreas principais: o Laboratório Astronômico e a Sala de Projeções. Ambas foram ambientações para uma parte da investigação.

No Laboratório Astronômico, no entorno da sala de projeções do Planetário. O laboratório conta com alguns instrumentos interativos abordando temas de astronomia e astronáutica, como: Telúrio, Balança Astronômica, Pouso da Curiosity e Painel de Comando de Missão. E também diversos painéis com informações abordando temas como Sistema Solar, Astronáutica, Lixo Espacial e a Bandeira do Brasil. Conforme as figuras abaixo.

Fig. 12 - Hall do Planetário Johannes Kepler



Sol e planetas em escala

Fig. 13 - Telúrio



Telúrio e painéis sobre o Sistema Solar

Fig. 14 - Astronáutica



Painel da Estação de Comando

No atual modelo de atendimento prestado pela equipe do Planetário e Cinedome de Santo André, os estudantes são recebidos assim que descem do ônibus e são encaminhados para o Laboratório Astronômico. Nele, a equipe de monitores apresenta os experimentos e painéis, complementando as informações contidas neles, respondendo perguntas e explicando sobre os fenômenos abordados. Buscando sempre fazer a transposição didática de forma adequada para o ano educacional dos estudantes atendidos.

Embora todo o laboratório esteja disponível para o grupo visitante, ele nem sempre é apresentado na íntegra para o estudante. Seu uso dependerá sempre do ano educacional, dos assuntos solicitados pelo professor no momento do agendamento, e do que será apresentado dentro da Sala de Projeções durante a sessão de planetário.

## 5 - A PROPOSTA DO ATENDIMENTO

Nesta sessão trataremos a aplicação da proposta de atendimento. Utilizaremos, então, elementos descritivos como comportamento dos alunos, diálogos, espaços visitados, painéis e experimentos apresentados e as atitudes tomadas diante das interações. Em outros momentos faremos uma descrição reflexiva do experimento, levantando especulações, sentimentos, problemas, ideias, impressões, pré-concepções, dúvidas, incertezas, surpresas e decepções. Esses comentários serão realizados conforme o transcorrer do experimento. Estes elementos de observação foram abordados no capítulo 6.

Este experimento conteve 5 etapas conforme descreveremos abaixo.

Nosso atendimento, primeira etapa, iniciou com a **Recepção** dos estudantes no hall de entrada da Sabina Escola Parque do Conhecimento. No local, eles foram apresentados aos procedimentos que seriam utilizados, e tomaram ciência de que participariam de um atendimento experimental que visava avaliar o método dos 3MP aplicado neste contexto. Em seguida, foi solicitado que eles respondessem à um pequeno questionário com 5 perguntas fechadas, que visavam obter uma visão do conhecimento espontâneo dos estudantes sobre o tema que será abordado, os Exoplanetas.

Na segunda etapa, **O Laboratório Astronômico**, os estudantes serão conduzidos por uma visita monitorada por alguns de seus experimentos e painéis, que abordarão temas sobre Modelos Planetários, Evolução Estelar, Surgimento da Vida na Terra, Vida no Universo, partindo sempre do Sistema Solar com uma realidade comum e conhecida por todos, mas pouco compreendida. Cada um destes temas será abordado pelo monitor (Marcos Pedroso), de forma que os estudantes apresentem o máximo de participação, tentando obter deles seus conhecimentos sobre quaisquer explicação que possam ter elaborado sobre estes assuntos. Com isso pretendemos, satisfazer as características que

definem o primeiro momento pedagógico, **A Problematização**, conforme descrito por Delizoicov e Angotti (2002, p. 54), e abordado na seção 2.2.

A terceira e quarta etapas ocorreram no mesmo ambiente, **A Sala de Projeções**, onde depois de receber um atendimento introdutório no Laboratório Astronômico, será apresentado aos estudantes uma sessão de planetário, em que os temas abordados anteriormente serão revisados e aprofundados, recebendo apoio audiovisual composta de animações, efeitos visuais, trilha sonora, que ampliarão os recursos de projeção do planetário para abordar estes assuntos em maior complexidade. Esta ação destina-se a cumprir o segundo momento pedagógico, o **aprofundamento dos conhecimentos científico**, conforme o que é proposto por Muenchen (2010, p.137), na seção 2.2.

A sessão possui duração de aproximadamente 36 minutos, utiliza recursos de projeção fulldome (que transforma a cúpula em um ambiente imersivo de vídeo). Além do conteúdo pertinente à exoplanetas, aborda também estações do ano. Apesar de serem assuntos bastante distintos, os dois temas foram uma exigência feita pela coordenação do Planetário Johannes Kepler na época de sua roteirização. Após a exibição da sessão, inicia-se a quarta etapa, fechando os três momentos pedagógicos, a **Aplicação do Conhecimento**, que se dará por meio de um bate papo entre o autor e os estudantes, com a finalidade de obter deles quais questionamentos, a respeito do que foi abordado, surgem espontaneamente ou por meio de indução, e se eles conseguem apresentar uma solução a estes questionamentos por meio de suas próprias conclusões a partir do que foi apresentado na sessão. Assim como conceitua Muenchen e Delizoicov (p.6, 2010), descrito na seção 2.2. Contudo, nenhum outro tema que possuam curiosidade deixará de ser explorado.

Por fim, terminada a quarta etapa, os estudantes serão novamente encaminhados para a hall de entrada da Sabina Escola Parque do Conhecimento para que respondam novamente ao mesmo questionário, desta vez, depois de terem passado por um atendimento onde o tema foi abordado de forma intensiva.

## 5.1 - Apresentação da Proposta

Uma informação importante a ser dita é que este atendimento não se deu de forma habitual, ele foi realizado em uma segunda-feira, dia em que o espaço realiza sua manutenção e organização interna para os demais dias da semana. Contudo, nosso planejamento para a duração de todas as etapas não poderia passar de 02 horas, que é o tempo médio de atendimento de qualquer grupo visitante. Agradeço à coordenação do espaço pela liberação para a ocorrência deste experimento, sem o qual este trabalho não poderia ser realizado.

Todo o experimento estava sendo registrado em áudio pelo celular. Medida que se mostrou pouco eficiente dadas as condições ambientais, salas amplas e com bastante eco, e número de indivíduos falando ao mesmo tempo sem que existisse devida proximidade entre o equipamento de gravação de áudio e o indivíduo de quem queríamos gravar a fala.

Assim que os 53 estudantes do nono ano do Ensino Fundamental chegaram ao local, foram recebidos no hall de entrada da Sabina Escola Parque do Conhecimento pelo autor e dois monitores. Inicialmente os estudantes estavam agitados e bastante conversadores. O que é normal dadas as condições que uma visita deste tipo sempre trás. A possibilidade da quebra da rotina, sair da sala de aula e da escola durante o horário de aula. Ir para um lugar diferente do ambiente escolar para fazer algo que seria uma surpresa, visto que não lhes foi dada nenhuma informação anterior sobre o que fariam ou veriam. Mas assim que o atendimento iniciou, eles rapidamente se organizaram e ouviram com atenção toda a proposta e o que lhes seria apresentado.

## 5.2 - Questionário Individual

O autor, juntamente com dois monitores que o auxiliaram, explicaram sobre a importância da seriedade ao preenchimento das questões, e em seguida realizaram distribuição e recolhimento do **Questionário Individual**, que se encontra no Anexo 02 e será analisado no próximo capítulo. Inicialmente ficaram desconfortáveis com a possibilidade de estarem sendo avaliados por algo que sequer lhes foi apresentado.

Era comum alguns comentários do tipo:

*Estudante 01: Mas não fomos preparados para uma avaliação.*

*Estudante 02: Professora, não vou saber responder esse questionário!*

*Autor: Pessoal, calma! Sei que estão preocupados, mas este questionário não tem o objetivo de medir o que já ouviram a respeito na mídia e o que entenderam. Se alguém está sendo avaliada é a qualidade da informação passada na TV e internet.*

Assim, depois que lhes foi explicado que não precisariam identificarem-se na folha com seus nomes, e que era apenas uma avaliação das condições iniciais, ficaram mais tranquilos e procederam com o preenchimento sem maiores preocupações. Durante esta parte do atendimento percebi um efeito de manada, porque, não havendo espaço adequado para um maior isolamento e controle da interação entre eles, naturalmente grupos foram se formando e as respostas tornaram-se padronizadas entre seus componentes, ocorrendo também troca de informações entre os grupos, o que estabeleceu respostas padrão entre os vários grupos formados. Assim, acredito que havendo algo que de alguma forma limitasse essa interação conseguiria maior diversidade entre os resultados de respostas. Esta ação durou aproximadamente 25 minutos, e assim que os Questionários Individuais foram recolhidos, todos foram encaminhados para a etapa seguinte.

### 5.3 - Laboratório Astronômico

Na segunda etapa, os estudantes foram recebidos pelo educador Marcos Pedroso, que neste experimento, representou o papel de um monitor do grupo. O motivo da escolha dele para realizar esse atendimento vem de sua experiência, antes de ser educador do Planetário Johannes Kepler, ele foi monitor do espaço Sabina Escola Parque do Conhecimento e do Planetário, além de sua formação em biologia permitir que tenha desenvoltura ao abordar exobiologia, assunto correlato ao tema central, e que pode servir de tema complementar ao conteúdo de exoplanetas.

Devemos adicionar que o ideal para um atendimento com este número de estudantes, é que eles fossem divididos em 3 grupos, para que a monitoria fosse realizada com o máximo de qualidade e aproveitamento por todos os participantes. Assim, o monitor ficou sobrecarregado com o total de alunos que deveria atender,

Seu atendimento iniciou pela representação do Sol e dos planetas em escala. O grupo se reuniu em torno do experimento e a monitoria começou com uma descrição do Sol, suas características físicas e como gera energia. A demonstração seguiu com uma comparação de volume entre nossa estrela e os planetas do Sistema Solar, e a importância do Sol para a vida. Em seguida a primeira questão lhes foi apresentada pelo monitor Marcos Pedroso, com o intuito de iniciar a problematização do assunto e cumprir o primeiro momento pedagógico.

Fig. 15 - Sol e planetas em escala de tamanho



Laboratório Astronômico (O Autor)

Marcos - *Pessoal, agora gostaria de saber de vocês. Por que o planeta Terra é o único que apresenta vida?*

Após uma pequena discussão entre eles e alguns esboços de resposta, um deles disse:

Estudante 03 - *Professor, porque na Terra tem ar e tem água!*

Ao que ele respondeu:

Marcos: *Mas tem outros planetas que possuem atmosfera e água também. Tem até luas que possuem água. Mas não encontramos vida, até agora. Por que acham que isso acontece?*

Neste momento, inicia-se uma pequena discussão entre eles e o monitor complementa.

Marcos: *Bom pessoal! Ao longo do atendimento vocês terão a oportunidade de saber por que. Tudo bem? Mas guardem bem essa questão. Vamos para o próximo experimento?*

Esta etapa durou aproximadamente 25 minutos, e a percepção do autor é a de que houve

bom interesse do grupo, que se manteve coeso durante toda a apresentação. Não foram feitas perguntas ao monitor. Imagino que o motivo principal seja a timidez, muito comum no início de todos os trabalhos com grupos no atendimento do planetário.

**Fig. 16 - Painél da Lua**



Deslocamento para o Telúrio (o autor)

Ao chegarem ao Telúrio, o experimento seguinte, a maioria dos estudantes se posicionou no seu entorno, mas iniciou-se uma relativa dispersão na atenção geral. Acredito que isso tenha sido por causa do grupo ser maior que a capacidade do experimento e alcance da voz do monitor para conseguir acomodar à todos de uma única vez. Infelizmente, por questões de limitação de pessoas com a mesma capacidade técnica do Educador Marcos Pedroso, não seria possível dividir a turma em grupos.

Fig. 17 - Telúrio



Telúrio (Douglas Bezerra)

Enquanto utilizava o Telúrio para falar a respeito dos movimentos do Sistema Terra-Lua-Sol, Eclipses e Estações do Ano, o monitor realizava perguntas sobre o tema ao grupo.

Marcos: *Pessoal! Por que temos 4 estações do ano aqui na Terra?*

Estudante 04: *Tem a ver com aquela parada de a Terra se aproximar e se afastar do Sol?*

Marcos: *Olha, na verdade não tem não! Na verdade está ligado à inclinação do eixo de rotação do planeta, e o seu movimento em torno do Sol. Como o eixo de rotação aponta sempre para a mesma direção, não importa onde a Terra esteja em sua trajetória, a superfície do planeta é iluminada de forma diferente. Isso faz com que quatro momentos distintos fiquem mais destacados. Quando o planeta está neste ponto, por exemplo, é um momento em que o hemisfério Sul recebe mais luz que o hemisfério Norte. Então é Verão no Sul e Inverno no Norte. Outro momento é quando ele está por aqui. Os hemisférios do planeta recebem iluminação por igual, então será Outono para o Sul e Primavera para o Norte. Quando ele estiver neste ponto, inverte-se a situação inicial e agora é o hemisfério*

*Norte quem recebe mais luz e o Sul menos. Então será Verão no Norte e Inverno no Sul. O planeta caminha mais um pouco e temos novamente o equilíbrio de iluminação nos dois hemisférios. Então, primavera no Sul e Outono no Norte. Mas a proximidade e o afastamento entre a Terra e o Sol não interfere de forma perceptível no clima porque essa diferença é pequena. Ainda assim o planeta permanece de forma muito estável dentro de uma área chamada de Zona Habitável ou Goldilock Zone. Já ouviram falar?*

Quase todos: *Não! O que é isso?*

Marcos: *Vocês verão isso com mais detalhes no decorrer da sessão, mas é uma região em que a distância ao Sol permite que exista água em estado líquido. E como você sabem, a água em estado líquido é essencial para a vida no nosso planeta.*

Durante os aproximadamente 25 minutos que permanecemos no Telúrio, percebi uma pequena dispersão daqueles que não conseguiram permanecer bem próximo ao experimento. Finalizada a explicação com este experimento, a próxima parada seria no painel do Sistema Solar em escala de tamanho e de distância.

**Fig. 18 - Sistema Solar**



Sistema Solar em Escala (O autor)

Neste painel, foram abordados os assuntos de distribuição dos planetas do sistema. Suas distâncias relativas ao Sol e dado um maior detalhamento sobre a posição da Terra em relação aos planetas Vênus e Marte. Numa análise comparativa, o monitor chamou a

atenção sobre as características destes planetas em relação ao nosso.

Marcos: Pessoal! Como podemos perceber, a Terra está em uma posição muito privilegiada do sistema. Por que?

Estudantes 5: Porque se estivesse na posição de Vênus ele seria quente demais, e na de Marte frio demais. A Terra tá no meio termo!

Marcos: Isso! Ou seja, a Terra está na Zona Habitável do Sol.

Este momento durou pouco mais de 15 minutos. O que pude perceber em relação aos estudantes é que aumentou ligeiramente a dispersão, mas os que permaneceram sentados estavam bastante atentos e participativos. Ao final desta parte do laboratório, os estudantes foram encaminhados para a Sala de Projeções do Planetário, para que se iniciasse a etapa seguinte.

#### **5.4 - A Sala de Projeções**

Finalmente chegamos ao último ambiente de nosso experimento, a Sala de Projeções do Planetário Johannes Kepler, onde os outros dois momentos pedagógicos foram aplicados. O **Aprofundamento do Conhecimento Científico** e a **Aplicação do Conhecimento**. Ao entrarem na sala de projeção, aqueles que estavam dispersos imediatamente mudaram de postura e se animaram. Após todos se acomodarem, o monitor Marcos Pedroso realizou o procedimento habitual de falar sobre as normas de conduta dentro da sala, e fez um pequeno resumo sobre o que veriam.

Assim que sessão se inicia até seu final, é impossível determinar a reação dos estudantes ou se estão atentos, pois a sala fica completamente escurecida.

A sessão de planetário “Extrassolares” foi desenvolvida a partir de uma demanda da coordenação do Planetário Johannes Kepler ao autor deste trabalho, e foi exigida uma apresentação com recursos fulldome, que abordasse estações do ano e exoplanetas.

Uma demanda que se mostrou um pouco difícil de cumprir, uma vez que estes assuntos não possuem nenhuma correlação imediata que os integrem. Contudo, como podem observar em seu roteiro que se encontra no Anexo 01, esta apresentação possui o detalhamento necessário para realizar o segundo momento pedagógico, o **Aprofundamento do Conhecimento Científico**, abordando o tema sobre planetas extrassolares, aprofundando o assunto que foi previamente abordado com a turma atendida. Nela são apresentadas as principais constelações de casa estação do ano e objetos de céu profundo que podem ser observados nas direções destas constelações. Fazendo a integração com o outro assunto tema da sessão, é citado para cada constelação quantos planetas já foram encontrados naquela direção do céu, na época em que o roteiro foi escrito<sup>4</sup>. Além deste conteúdo a sessão de planetário “Extrassolares” apresenta também:

- Uma breve história sobre a busca de sistemas extrassolares;
- Quatro dos principais métodos de detecção de exoplanetas - Velocidade Radial, Astrometria, Método do Trânsito e Microlentes Gravitacionais, apresentando de maneira sucinta seu princípio de funcionamento, suas principais características, melhores resultados e situações em que deve ser utilizado;
- Zonas de habitabilidade;
- Telescópios Orbitais utilizados na busca por exoplanetas;
- Mapeamento estelar mostrando onde já foram encontradas estrelas com características parecidas com o Sol.

Finalizada a sessão de planetário, que durou aproximadamente 36 minutos, foi iniciada a última etapa do experimento, a **Aplicação do Conhecimento**, que foi realizado por meio de um bate-papo entre o autor e a turma visitante.

---

<sup>4</sup> Dados os avanços, técnico e metodológico, para a detecção de exoplanetas, os números de planetas encontrados mudam rapidamente.

**Fig. 19 - Bate-papo**

Sala de projeções, debate (Kaline Brandão)

Neste bate-papo, o autor realizou um pequeno resumo do que foi apresentado até então sobre planetas extrassolares e, em seguida, abriu a palavra ao grupo para que fizessem perguntas ligadas ao que foi visto, e também sobre astronomia e astronáutica em geral.

Autor: Bom pessoal, acabamos de ver então uma apresentação que abordou sobre exoplanetas. Vocês gostaram?

Todos: Sim! Foi muito legal! Bacana!

Autor: Pessoal, vocês viram que um tema super atual em astronomia é o de planetas extrassolares, ou exoplanetas. Muitas das pesquisas realizadas sobre astronomia estão ligadas à busca de sistemas planetários com características parecidas com a de nosso sistema.

Professor 01: Recentemente vi no jornal uma reportagem sobre a descoberta de mais um planeta parecido com a Terra.

Autor: Estes anúncios estão se tornando cada vez mais comuns na mídia. Com tendência a se tornar lugar comum em breve. Com a melhoria das técnicas de detecção de exoplanetas, e equipamentos mais modernos e com maior poder de captação de luz e outras partes do espectro magnético, novas descobertas ocorrem quase que diariamente. O que mais chamou a atenção de vocês ao longo da sessão?

Estudante 01: Gostei da parte que mostra as constelações. Não falou de Áries!

Autor: Não foi o objetivo da sessão abordar as constelações zodiacais. Aliás, quantas são as constelações zodiacais?

Estudantes 01, 03 e 05: 12!

Autor: Na verdade são 13 constelações zodiacais. Diferente dos 12 signos zodiacais como a astrologia fala. Na astronomia tratamos de constelações, regiões mapeadas do céu que nos servem de referência de direção. Diferente da Astrologia, que utiliza os 12 signos zodiacais para tentar fazer previsões sobre aspectos futuros do destino de uma pessoa.

E assim seguiram a maior parte das perguntas realizadas nos 15 minutos de debate, sendo feitas sobre outros temas em astronomia, como buracos negros, a expansão do universo, nascimento, vida e morte das estrelas, etc. As únicas perguntas ligadas ao tema exoplanetas foram realizadas pelo Professor 02, que tentou manter a turma dentro do tema da sessão, realizando perguntas sobre os métodos de detecção e as características dos planetas encontrados.

Em suma, na avaliação do autor, a turma manteve-se naqueles assuntos que já são corriqueiros em seu cotidiano ou de interesse pessoal.

Encerrado o prazo para a duração do debate, os estudantes foram encaminhados

novamente para o Hall de entrada da Sabina Escola Parque do Conhecimento, para que a última etapa da aplicação do experimento fosse realizada. Novamente foram submetidos ao mesmo questionário anterior, desta vez com o objetivo de avaliar se ocorreu alguma mudança nas respostas deles, depois de participarem do atendimento. A avaliação de seus resultados será discutida no próximo capítulo.

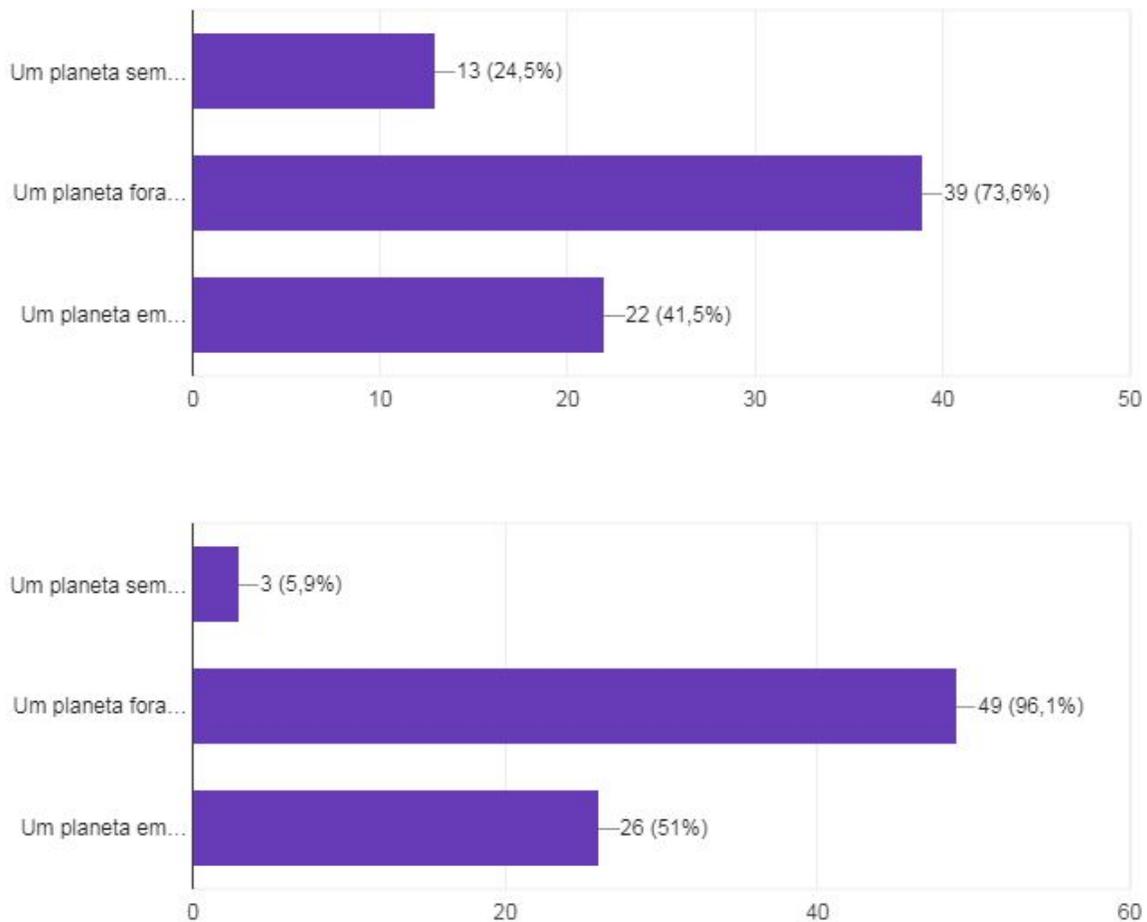
## **6 - ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO PRÉ E PÓS VISITA**

Todos os 53 integrantes da turma estudantil responderam ao questionário, porém ao final da visita apenas 51 entregaram suas respostas. O Anexo 02 contém o questionário em sua íntegra, como foi apresentado aos participantes. A primeira aplicação teve o objetivo de fazer uma leitura do que os estudantes sabiam, ou já haviam ouvido falar, sobre o assunto de exoplanetas. A segunda aplicação já objetivava medir uma possível mudança de visão ou conhecimento sobre o tema, como resultado pedagógico do atendimento. Para conseguir o máximo de agilidade no preenchimento, para não ultrapassar o tempo habitual de um atendimento deste tipo, que é de duas horas, o número de perguntas foi o mínimo possível e foram elaboradas para ter respostas fechadas.

### **6.1 - Questões e Respostas**

A primeira pergunta foi: “**O que é um exoplaneta?**”. As respostas para os momentos antes e depois da visita estão tabuladas abaixo, respectivamente.

**Fig. 20 - Respostas da primeira questão Antes (acima) e Depois (abaixo) da visita**



(O Autor)

Se considerarmos que, por simples definição dada pela NASA - Agência Espacial Norte Americana, como: “Exoplaneta - É um planeta que orbita outra estrela”<sup>5</sup> (livre tradução do Autor), esta primeira questão é propositalmente um pouco capciosa, porque apenas a primeira opção “Um planeta sem uma estrela para orbitar” é realmente errada. Sob este aspecto, a maioria do grupo apresentou respostas potencialmente corretas desde a primeira avaliação. O que nos mostraria uma turma já, significativamente, consciente do tema e bem informada. Contudo, se contabilizarmos apenas aquelas respostas que

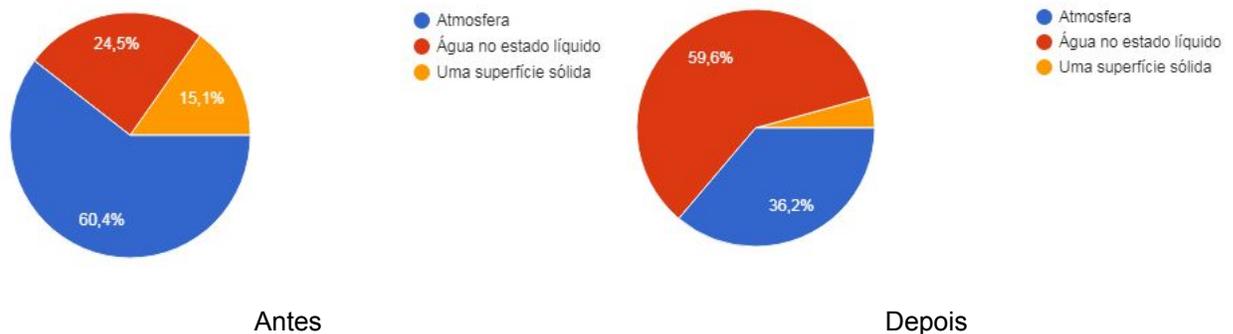
<sup>5</sup> Exoplanet- a planet that orbits another star (<https://exoplanets.nasa.gov/the-search-for-life/exoplanets-101/>)

atendem rigorosamente à definição, 19 Estudantes, 35% da turma, responderam de forma condizente com o que define exoplaneta e aparentemente compreendem bem o conceito. Um número significativo, mas que não chega à metade da turma.

Prosseguindo a análise e verificando o resultado após a visita, identificamos imediatamente que ao menos 10 participantes mudaram suas posições e deixaram de escolher a única resposta errada. Verificando com mais detalhes e selecionando apenas aqueles que aplicaram corretamente o conceito citado acima, 25 Estudantes responderam de forma rigorosamente correta, 6 a mais que na primeira avaliação. Mas nesta avaliação, apenas 51 participantes entregaram seus questionários. Então, 49% da turma respondeu de forma adequada. Um crescimento de 14% em relação ao resultado da avaliação inicial.

A segunda questão solicita que eles respondam à seguinte pergunta: **“Zona habitável, ou Goldilock Zone, é a distância que um planeta orbita uma estrela e que ainda mantém o que?”**. Apresentando os resultados obtidos teremos:

**Fig. 21 - Respostas da segunda questão**



(O Autor)

A zona habitável, ou Goldilock Zone, aparece definido na página eletrônica da ESA (Agência Espacial Européia) como sendo: “o intervalo de órbitas no entorno de cada estrela que permite que a água exista em estado líquido é conhecido como zona

habitável.”<sup>6</sup>

Ao longo do atendimento esta informação é citada em vários momentos. Talvez por isso uma parte tão grande do grupo tenha acertado a resposta no segundo preenchimento, em comparação com o primeiro. Na prática, mais que dobrou o número de Estudantes que assimilaram a informação de maneira adequada. Tecnicamente ocorreu uma inversão nos valores entre os dois maiores grupos. Com a maior parte do grupo migrando de uma resposta errada para a única certa.

A terceira questão foi um pouco mais técnica e perguntava: **“Uma das técnicas utilizadas pelos astrônomos para detecção de exoplanetas é o Método da Velocidade Radial ou Doppler. Como ela funciona?”**. E os resultados obtidos foram:

**Fig. 22 - Respostas da terceira questão**



(O Autor)

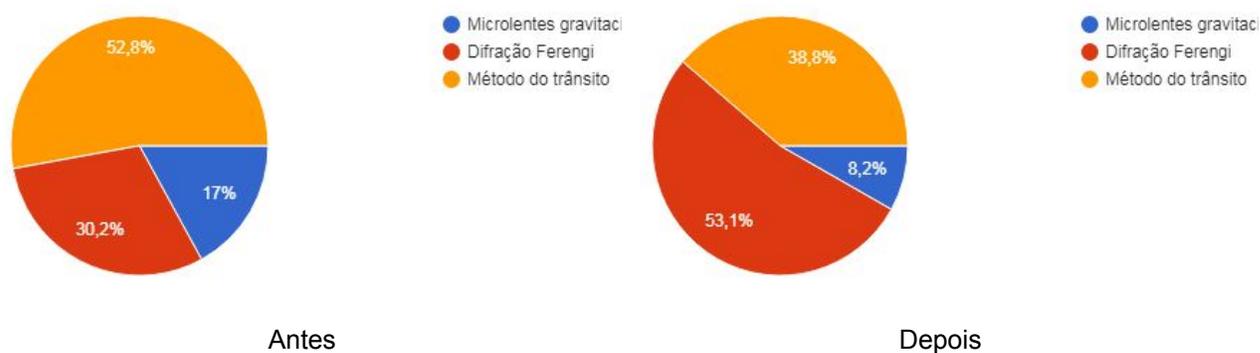
A definição sobre o método é certamente um pouco técnica para a turma atendida. Envolve um certo conhecimento sobre física e é descrito pela página eletrônica da Planetary como sendo: “O método da Velocidade Radial reside no fato de a estrela não permanecer completamente estacionária quando é orbitada por um planeta. Ela se move, ainda que ligeiramente, em um pequeno círculo ou elipse, respondendo a um puxão

<sup>6</sup> “The range of orbits around each star that allow liquid water is known as the habitable zone.”  
(<http://sci.esa.int/eddington/31160-habitable-planets/?fbclid=678>)

gravitacional de seu pequeno companheiro (planeta),”<sup>7</sup>, além de guardar ligeiras semelhanças com outros métodos abordados ao longo da sessão.

Certamente isso explica o resultado estranho que podemos observar, em que Estudantes que haviam respondido corretamente mudaram e erraram ao responder da segunda vez. Algo diferente do que ocorre na questão seguinte, que também aborda métodos de detecção. Mas deste vez, dois métodos de detecção de exoplanetas, que foram citados na sessão, são apresentados juntamente com um outro método que não foi abordado, e sequer é utilizado para detecção de exoplanetas. A pergunta foi: **“Qual destes métodos não é utilizado para detecção de exoplanetas?”**, e os resultados foram os seguintes:

**Fig. 23 - Respostas da quarta questão**



(O Autor)

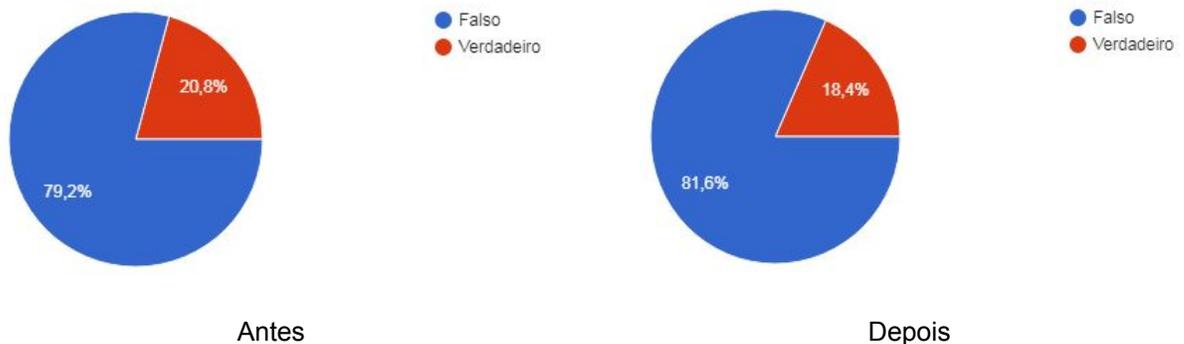
E constatam que houve uma mudança significativa nas respostas antes e depois da visita. com mais de 20% de mudança de posicionamento. Contudo, ainda é grande o percentual daqueles que consideram método do trânsito, um dos principais, um recurso que não é utilizado para localização de exoplanetas.

A última pergunta também é sobre um método de detecção, mas em lugar de citar alguma

<sup>7</sup> The radial velocity method relies on the fact that a star does not remain completely stationary when it is orbited by a planet. It moves, ever so slightly, in a small circle or ellipse, responding to the gravitational tug of its smaller companion. (<http://www.planetary.org/explore/space-topics/exoplanets/radial-velocity.html>)

em particular, realizar esta falsa afirmação: **“Não há uma técnica que consiga detectar exoplanetas do tamanho da Terra.”** E seus resultados foram:

**Fig. 24 - Respostas da quinta questão**



(O Autor)

Nesta questão, além dos dois que deixaram de participar do preenchimento depois da visita, entre os que participaram, dois deixaram de responder essa questão em particular. Em relação ao gráfico de antes da visita, então, este possui quatro participações a menos. Contudo, percentualmente, ocorreu um pequeno crescimento, mas que tecnicamente podemos considerar que não houve mudança entre o estado Antes e Depois, para esta questão em particular. Ao longo da sessão, foram citados dois métodos que justificariam escolher o Falso para esta questão. Tanto o método do trânsito, quanto das microlentes gravitacionais conseguem detectar planetas com dimensões parecidas com as da Terra.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Objetivos Gerais deste trabalho, aplicar um modelo de atendimento que proporcione maior participação do Estudante por meio dos três momentos pedagógicos, e avaliar o quanto sua aplicação contribuiu para o aprendizado dos conteúdos, exoplanetas e a busca de vida no universo, como foram apresentados ao longo do experimento. Bem como estimular uma mudança de atitude do estudante, para que sua participação ao longo de todo o processo seja mais ativa e que, o máximo possível, ele seja também agente de seu aprendizado

Vários relatos de aplicações dos três momentos pedagógicos, como metodologia promotora do aprendizado de forma dialógica e participativa, são bem documentados e indicam o enorme sucesso de seus experimentos. Para esta aplicação piloto, contudo, seu sucesso pode ser considerado como parcial, e a seguir discutirei os problemas que pude identificar juntamente com minhas sugestões para seu aprimoramento.

### **Avaliação e Sugestões de Melhoria**

Ao longo de todo o processo vários problemas podem ter impactado em maior ou menor grau nos seus resultados. Vamos agora enumerar cada um deles que podemos identificar.

### **O primeiro momento pedagógico**

**Agendamento e tempo de atendimento:** Como é citado no início da descrição da aplicação do experimento, o atendimento ocorreu fora de um dia habitual, numa segunda-feira, quando toda a equipe do planetário está em folga. Assim, a aplicação não pôde contar com todo o efetivo que normalmente é envolvido num dia normal, e apenas aqueles que não possuíam compromissos pessoais a cumprir participaram. Aproveito para, mais uma vez, agradecer enormemente a participação deles. Este trabalho não teria sido realizado sem seu empenho. Porém, esta deficiência certamente afetou de modo

negativo na aplicação dos questionários, pois não havia suporte suficiente para a verificação se as respostas estavam sendo dadas de modo, verdadeiramente, individual. O tempo de duração do atendimento também foi um fator decisivo no resultado. Uma vez que dados os deslocamentos e as etapas de avaliação, quase metade do tempo total de atendimento foi utilizado, limitando o tempo para a interatividade e a promoção de um trabalho mais dialógico.

Por ter se tratado de um piloto, ao menos estes dois problemas serão facilmente resolvidos pois, em novas aplicações, o atendimento será realizado em um dia habitual, contando com todo o efetivo do planetário e sem os processos de avaliação por meio de questionário. Portanto, não tenho mais sugestões sobre estes problemas.

**O tamanho da turma:** Embora não tenha sido uma turma grande, 53 no total, como não foi possível dividi-la para que o monitor tivesse as condições ideais de atendimento, sua possibilidade de maior interação e sua dialogicidade com ela ficou prejudicado. À isso somado o tempo curto para abordar os assuntos, acabou ocasionando desinteresse por parte da turma.

Em futuras aplicações, como já estão sendo feitas, as turmas serão divididas em grupos com no máximo 20 integrantes, para que o monitor tenha melhores condições para interagir individualmente com o estudante, se necessário.

## **O segundo momento pedagógico**

**Sessão Extrassolares:** Este, talvez, seja o momento mais difícil de ser avaliado por se tratar de uma sessão de planetário gravada, onde toda a ação se passa sem qualquer intervenção e no escuro. Certamente o ponto mais controverso para um procedimento dialógico. Mas algumas defesas podem ser feitas sobre a escolha desta sessão em particular. A primeira delas é que uma apresentação com tantos recursos audiovisuais seria difícil manter dialogicidade e ter algum controle temporal eficaz. Outra são os assuntos abordados, que foram pensados para serem complementares, embora sejam bem distintos. Uma exigência da coordenação do planetário na época em que sua

roteirização foi solicitada ao Autor deste trabalho, ela aborda estações do ano e exoplanetas, e foi necessário sintetizar os assuntos ao seu essencial para um tempo de duração tão pequeno, com apenas 36 minutos de duração. Como último ponto, resalto que o assunto exoplanetas possui bastante evidência na mídia, porém raramente é tratado nos livros didáticos, portanto, é um tema muito mais fácil de verificar se o aprendizado se deu ao longo do experimento que durante a vida educacional do estudante.

Contudo, os resultados do questionário na segunda avaliação apontam que há necessidade de melhoria ou complementação de conteúdo. Algo que pode ser realizado na próxima etapa, o bate-papo.

### **O terceiro momento pedagógico**

**O bate-papo:** Longe de ser apenas um momento aberto para perguntas e respostas sobre assuntos aleatórios, ele é um momento valioso em que é dada maior autonomia à turma visitante para que externar seus interesses sobre astronomia. É também um momento importante para fazer um resumo do que foi visto até o momento. E com alguma habilidade, conduzir o assunto de interesse pessoal dos estudantes para o que é a proposta da visita. Contudo, isso ficou prejudicado no experimento. Um dos motivos, eu acredito que foi o principal, quem conduziu o debate foi o Autor, em lugar do monitor que havia estabelecido contato com eles até a entrada na cúpula. Isso é importante, pois durante o atendimento no laboratório, em vários momentos, eles interagiram com o monitor por meio de perguntas, comentários ou mesmo pequenas piadas. Uma relação muito mais empática, e que seria aconselhável manter no debate. Outro ponto a ser considerado é o tempo de duração. 15 minutos é um tempo que podemos considerar bom, mas talvez não suficiente para uma melhor integração. Buscar maximizar os momentos de interação parece ser o melhor caminho para o sucesso futuro do processo.

## Referências

ALVES, Milton T. Schivani; ZANETIC, João. O ensino não formal da astronomia: um estudo preliminar de suas ações e implicações. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11, 2008. Atas. Curitiba: SBF, 2008.

ANGOTTI, J. A. P. Solução alternativa para a formação de professores de ciências: um projeto educacional desenvolvido na Guiné Bissau. 1982. 188 f. Dissertação (Mestrado em Educação) -Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

AROCA, Silvia Calbo. Ensino de física solar em um espaço não formal de educação. 2008. 173 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

AROCA, Silvia Calbo; COLOMBO JÚNIOR, Pedro Donizete; SILVA, Cibelle Celestino. Tópicos de física solar no ensino médio: análise de um curso com atividades práticas no observatório Dietrich Schiel. Revista Latino-americana de Educação em Astronomia, [s.i.], n. 14, p.7-25, 2012.

AROCA, Silvia Calbo; SILVA, Cibelle Celestino. Ensino de astronomia em um espaço não formal: observação do Sol e de manchas solares. Revista Brasileira de Ensino de Física, Brasil, v. 33, n. 1, p.2-11, 2011.

BARRIO, Juan B. M. El planetário: um recurso didáctico para la enseñanza de la astronomia. Tese (Tesis Doctoral) – Universidade de Valladolid, Facultad de Educación y Trabajo Social, Departamento de las Ciencias Experimentales y Geodinámicas, Valladolid, 2002.

BARRIO, J. B. M. Planetários recuperam as noites urbanas. Astronomy Brasil, São Paulo, v.2, n.14,

p.68-69, junho, 2007.

BISCH, Sérgio M.: *Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores*. 301 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós- Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1998. Disponível em: <[http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/1998\\_BISCH\\_T\\_USP.pdf](http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/1998_BISCH_T_USP.pdf)>. Acesso em 08 Dez 2016.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994. Título Original: *Qualitative Research for Education*. Tradução: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista, 1991. Citado 3 vezes nas páginas 34, 35 e 36.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Primeira versão. Brasília: MEC, 2015. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio> Acesso em 13 de novembro de 2017.

BRASIL. MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Documento Introdutório. Versão Preliminar*. Brasília: MEC/SEF, nov., 1995.

BISHOP, J. E. *The educational value of the planetarium*. *Planetarian*. V. 8, p 1-6, 1979.

BRETONES, P. S. *A astronomia na formação continuada de professores e papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu*. 2006. 252 f. Tese (Doutorado em Ensino e História de Ciências da Terra). Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, São Paulo.

CANIATO, Rodolpho. *O céu*. Campinas: Átomo, 2011.

DELIZOICOV, D. *Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné Bissau*. 1982. 227 f. Dissertação (Mestrado) –

Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DINIZ, Ana Cristina Sanchez; DUTRA, Jesica Alves Leite; FARIA, Peter Leroy. Aprendizagem no planetário: Concepções e conhecimentos adquiridos por alunos do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. Atas. Campinas: ABRAPEC, 2011. 1199-2.

ELIAS, Daniele; AMARAL, Luis Henrique; MATSUURA, Oscar. Planetário de São Paulo: contribuição como espaço não formal de aprendizagem e alfabetização científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. Atas. Bauru, 2005. p. 1-11.

FALK, John H.; DIERKING, Lynn D.. Learning from museums: visitor experience and the making of meaning. Toronto: Altamira, 2000. 130

FALK, John. H.; DIERKING, Lynn D. Using the contextual model of learning to understand visitor learning from a science center exhibition. *Science Learning in Everyday Life*. V. 89, p. 744-178, 2005.

FALK, John. H.; STORKSDIECK, Martin. Museus e o aprendizado de ciência. *História, Ciência, Saúde – Manguinhos*. Rio de Janeiro, v.12 (suplemento), p. 117-43, 2005.

FEECH, Tony at. all: Calendars with Olympiad and Eclipse Prediction on the

Antikythera Mecanism. disponível em:

[http://www.antikythera-mechanism.gr/system/files/Antikythera\\_Nature2008\\_submitted.pdf](http://www.antikythera-mechanism.gr/system/files/Antikythera_Nature2008_submitted.pdf)

FERRARI, P. C.; Temas Contemporâneos na Formação Docente à Distância - Uma Introdução à Teoria do Caos. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC - Florianópolis: 2008.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

\_\_\_\_\_. Extensão ou comunicação? Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.

\_\_\_\_\_. Pedagogia da esperança: um reencontro com a Pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 3 ed. 1993.

FREITAS, R. A. Construção de uma sessão de planetário para público geral com a temática “interação Terra-sol”. 2015. 142f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN. 2015.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 1, 2012.

GERMANO, Auta Stella M. et al. Idéias e questionamentos sobre o sol: sondagens em natal e outras cidades do rn. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 3., 2014, Curitiba. Atas. Curitiba: Sab, 2015. p. 1 - 8.

GERMANO, M. G.; KLUESZA, W. A. Popularização da Ciência: uma revisão conceitual. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, [s.l.], v. 24, n. 1, p.7-25, abr. 2007.

GERMANO, Marcelo Gomes; KULESZA, Wojciech Andrzej. Ciência e senso comum: entre rupturas e continuidades. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 27, n. 1, p.115-135, abr. 2010.

GERMANO, Marcelo Gomes. Uma nova ciência para um novo senso comum. Campina Grande: Eduepb, 2011.

GOHN, Maria da Glória. Educação Não-Formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas na escola. Ensaio: avaliação política pública educacional. Rio de Janeiro, v.14, n.50, p. 27-38, jan./mar. 2006

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. Effective evaluation: Improving the usefulness of evaluation results through responsive and naturalistic approaches. [S.l.]: Jossey-Bass, 1981. Citado na página 36.

IACHEL, Gustavo. O CONHECIMENTO PRÉVIO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE AS ESTRELAS. Revista Latino-americana de Educação em Astronomia,[s.i.], n. 12, p.7-29, 2011. Disponível em: <[http://www.relea.ufscar.br/num12/RELEA\\_A1\\_n12.pdf](http://www.relea.ufscar.br/num12/RELEA_A1_n12.pdf)>. Acesso em: 08 nov. 2014.

JAFELICE, Luiz Carlos (Org.). Astronomia, educação e cultura. Natal: EDUFRN, 2010.

JAFELICE, Luiz Carlos. NÓS E OS CÉUS: UM ENFOQUE ANTROPOLÓGICO PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., 2002, Águas de Lindóia,sp. Anais... . Rio de Janeiro: Sbf, 2002. p. 1 - 20.

KANTOR, Carlos Aparecido. Aspectos emocionais nas sessões de planetários: como categorizar?. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. Atas. Vitória: SBF, 2009. Educação em Astronomia sob uma perspectiva humanístico-científica: a compreensão do céu como espelho da evolução cultural. 2012. 142f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. 131

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e

divulgação científica. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 4, 4402, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/314402.pdf>>. Acesso em: 18 janeiro 2017.

LANGHI, Rodolfo. Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores, Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2009.370 f.

LANGHI, Rodolfo. 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 da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. Revista Brasileira de Ensino de Física.v.31, n.4, p. 1-11, 2009.

LANKFORD, JOHN: History of Astronomy: An Encyclopedia. Routledge Taylor & Francis Group. New York, London 2011. p 405.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. A construção do saber: Manual da metodologia da pesquisa em ciências humanas. Belo Horizonte: Ufmg, 1999.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 37.

MALLON, Gerald L.; BRUCE, Matthew H. Student Achievement and attitudes in astronomy: an experimental comparison of two planetarium programs. Journal of Research in Science Teaching. v. 19, n. 1, p 53-61, 1982.

MARANDINO, M.. Perspectivas da Pesquisa Educacional em Museus de Ciência. In: TEIXEIRA, Flávia Maria; GRECA, Ileana María (org.). A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e Suas

Metodologias. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2011. p. 89-122.

MATSUURA, Oscar T.. Teatro cósmico: mediação em planetário. In: MASSARANI, Luisa (Org.). Diálogos & ciência: mediação em museus e centros de ciências. Rio de Janeiro: Museu da Vida/casa de Oswaldo Cruz/fio Cruz, 2007. p. 75-80.

MIDDLE ATLANTIC PLANETARIUM SOCIETY - Value Of The Planetarium: Education, Community, Inspiration. [http://www.mapsplanetarium.org/wp-content/uploads/2013/07/](http://www.mapsplanetarium.org/wp-content/uploads/2013/07/MAPS-position-statement_REV201307.pdf)MAPS-position-statement\_REV201307.pdf, visitado em 17/04/2017

MUENCHEN, C. A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010. Tese (Doutorado Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC – SC.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos: um olhar histórico-epistemológico – Em: ATAS DO XII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA – XIIIEPEF. Águas de Lindóia, 2010.

NARDI, R. Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 258p. ISBN 978-85-7983-004-4. Disponível em <<http://www.scielo.org>>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2017.

OLIVEIRA, Gesoldo Maia. O ensino de ciências em planetários: perspectiva interdisciplinar sobre as sessões de cúpula. 2010. 116f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2010.

OTHMAN, Mazlan. Science education in a planetarium. Astronomical Society of Australia. v. 9, n. 1, p. 69-71, 1991.

PLUMMER, Julia D.. Early elementary students' development of astronomy concepts in the planetarium. *Journal of Research in Science Teaching*. V. 46, n. 2, p 192-209, 2009.

REINHARZ, S. On becoming a social scientist: From survey research and participation to experiential analysis. [S.l.]: San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1979. Citado na página 36.

RESENDE, Kizzy A.: A interação entre o planetário e a escola: justificativas, dificuldades e propostas. 2017. 270f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Astronomia) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.

ROMANZINI, Juliana. Construção de uma sessão de cúpula para o ensino de física em um planetário. 2011. 171f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2011.

ROMANZINI, Juliana; BATISTA, Irinéia de Lourdes. Os planetários como ambientes não-formais para o ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2009. p. 1-8. 132

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. V. 17, n. 1, p. 33-49, 2000.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos; GRECA, Ileana María. Perspectivas da pesquisa educacional em museus de ciências. In *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí: Unijuí, 2011. P. 89-122.

SMALL, Kim J.; PLUMMER, Julia D.. Surevy of goals and beliefs of planetarium professionals regarding program design. *Astronomy Education Review*, Pennsylvania, v. 9, n. 1, 2010. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.3847/AER2010016> >. Acesso em: 22 de out. 2013.

Truffa, Giancarlo. *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*. Springer Science. Springer Science+Business Media, LLC. 2007 pp. 194–195

WEB, R.: FADIGAN, K. A. The History And Current State Of School-associated Planetariums In Pennsylvania. *Planetarian Magazine. Journal of the International Planetarium Society*. v. 40, n. 3, p. 20, 22, 24, 25 e 34. Sep/2011

VARGAS, Fabiano Cipreste de; TALYULI, Leila A. E. Santos; BISCH, Sérgio Mascarello. Utilização de tecnologias de informação e comunicação para registro e avaliação de atividades de ensino de astronomia promovidas pelo planetário de vitória. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1., 2011, Rio de Janeiro. Atas. Rio de Janeiro, 2011. p. 1-7.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 01 - Roteiro utilizado na sessão de planetário “EXTRASSOLARES”**

### **ABERTURA**

(Divulgação científica, voz over, informal.)

VOICE: voz over

O céu estrelado nos oferece muitas possibilidades de observação e descoberta.

Embora nem tudo que brilha no céu seja estrela, de nossa cidade podemos contar pelo menos de 2000 a 3000 delas ao longo de uma noite.

Hoje sabemos que aproximadamente 20 BILHÕES das estrelas que compõem nossa galáxia são muito parecidas com o nosso Sol, ainda que estrelas solitárias como ele sejam um pouco mais raras.

Quantas delas possuirão planetas?

E destes, quantos apresentarão condições adequadas para abrigar vida?

Para responder a estas questões, a astronomia contemporânea aplica grandes esforços e recursos. A compreensão dos mecanismos universais que possibilitam o surgimento e a manutenção da vida são alguns dos maiores objetivos desta ciência milenar que, hoje, vasculha o céu na busca de outros mundos fora de nosso sistema.

Os exoplanetas.

### **NOSSA GALÁXIA**

Com cerca de 250 a 400 BILHÕES de estrelas, a Via Láctea provavelmente possui um aspecto parecido com este...

Galáxias com este formato são conhecidas como Galáxias Espirais, e nosso Sol encontra-se aqui... A menos de dois terços da distância entre o centro, chamado de Bojo Galáctico, e sua borda. Em um de seus braços. Estas estruturas finas e longas.

Nossa estrela, e todas as demais que compõem a Via Láctea, percorrem uma trajetória

particular em torno da galáxia. Como se orbitassem o bojo, esta parte do centro. Este movimento só se torna visualmente perceptível ao longo de décadas ou séculos.

Assim, nosso Sol possui uma órbita. Nessa órbita ele leva consigo todo o nosso sistema e, aos poucos, se aproxima das estrelas que estão nesta direção, chamada *Ápex*, e se afasta das que estão deste outro lado, o *Antápex*.

A cada noite, ao longo do ano, vemos apenas uma parte de nossa galáxia.

Assim, na primavera, nosso olhar está direcionado para o *Ápex*.

No verão, olhamos para o lado com menor concentração de estrelas. A borda galáctica.

Durante o Outono, olhamos para esta direção. O *Antápex*!

E finalmente, no inverno, nesta. O centro da galáxia.

## **VELOCIDADE RADIAL**

Supõe-se que existam aproximadamente dezenas de BILHÕES de planetas parecidos com a Terra na Via Láctea. Porém, poucos deles já foram detectados, devido principalmente às distâncias envolvidas e às limitações dos métodos utilizados. Conseguimos apenas, por enquanto, pesquisar em nossa vizinhança mais próxima.

Obter imagens diretas de exoplanetas já é algo possível, apesar de que esta técnica ainda precisa de tempo para ser aprimorada, a ponto de permitir a detecção de um número expressivo de planetas orbitando outras estrelas que não o Sol.

Mas além dela, há pelo menos quatro técnicas distintas para a detecção de planetas extra-solares que já são bastante eficientes, e que têm permitido a detecção de milhares de exoplanetas. Cada uma delas apresenta algumas desvantagens, e também determinadas limitações.

O método da velocidade radial é um deles, sendo um dos mais eficientes, ele permite medir a oscilação da velocidade de aproximação e de afastamento de uma estrela em relação a nós, utilizando para isso o chamado efeito Doppler da luz.

Para uma melhor compreensão, vamos tentar traçar um paralelo com o efeito Doppler do som.

*SOUND*: som de buzina de carro se afastando e se aproximando conforme a imagem da

estrela fica mais vermelha ou mais azul

Ao analisar a luz da estrela, ela será mais azulada quando se aproxima de nós,...

... e mais avermelhada quando se afasta.

Da mesma forma, quando um carro buzinando se aproxima de nós, o som fica mais agudo...

...e vai se tornando grave enquanto o carro se afasta.

Esse tipo de variação das características da luz de uma estrela pode indicar a presença de algum planeta em sua órbita.

Seus melhores resultados são obtidos quando o plano orbital do exoplaneta coincide com nossa linha de visada. Ou seja, assim...

Se a órbita estiver perpendicular... ..este método será totalmente ineficaz ou não confiável.

## **VERÃO**

A configuração de objetos celestes que estamos observando na cúpula de nosso planetário, neste momento, reproduz uma típica noite de janeiro, em plena estação do Verão para o hemisfério Sul. Estação essa que tem seu início por volta do dia 21 de dezembro.

Tenho certeza que muitos rapidamente devem ter reconhecido um famoso grupo de estrelas. As três Marias!

Seus nomes oficiais, na verdade, são:

VOICE: citar com intervalos

Mintaka;

Alnilan;

E Alnitak.

VOICE: Voz over

De fato, este conhecido conjunto não forma uma constelação. Apesar disso, elas podem nos ajudar na localização de algumas muito importantes, que ficam nesta região do céu.

Começando com a de Órion, o gigante caçador.

As Três Marias compõem o seu cinturão. Daí vem seus nomes originais do árabe, que significam:

*VOICE:* citar com intervalos

Cinto;

Cinto de pérolas;

e Cinta.

*VOICE:* Voz over

Vamos então imaginar linhas ligando as estrelas e desenhar uma representação, que na astronomia recebe o nome de ASTERISMO. Isso nos ajuda a memorizar e a reconhecer as posições relativas entre as estrelas.

Como já ficou claro, estas três estrelas estão na cintura desta importante constelação. Para este lado encontraremos duas outras que representam seus ombros. São as estrelas Betelgêuse... e Belátrix. Localizada entre os dois ombros, Meíssa, representa sua cabeça.

Partindo de Belátrix e seguindo a Oeste, encontra-se um cordão de estrelas que formam um escudo.

De Betelgêuse para Norte, estas formarão sua espada.

Para o outro lado das Três Marias, Rígel... e Sáiph... representam suas pernas.

*VOICE:* Humor

Conseguiu ver a imagem de um homem grego com espada e escudo nas mãos?

Não?...

De fato é um tanto difícil imaginar figuras como esta pelo céu. Mas não tem problema... afinal, estamos num planetário. E ele pode nos dar uma grande ajuda.

Vamos agora fazer aparecer no céu uma concepção artística da constelação do gigante caçador Órion.

Bem melhor, não?

Aposto que foi exatamente assim que vocês imaginaram Órion, não foi...?

*VOICE:* voz over

Para cada estação do ano, temos uma constelação considerada mais importante e que a

representa, já que tende a permanecer muitas horas no céu ao longo dos três meses que duram a estação. Nesta importante constelação, que simboliza o verão para nós do hemisfério Sul, já foram localizados pelo menos dez sistemas planetários, contendo ao menos doze planetas.

Nenhum deles aparentemente poderia conter vida, mas duas das luas, que orbitam esses planetas já localizados, podem contê-la.

Estranho imaginar uma lua abrigando vida...?

Na verdade, não deveria ser. Titã, a maior lua do planeta Saturno, por exemplo, possui uma atmosfera muito parecida com a da Terra no início de sua formação. O que a torna uma forte candidata para a existência de vida.

Ainda que não venhamos a encontrar, nos próximos anos, nenhum planeta habitável na direção desta constelação, isso não quer dizer que, num futuro bem mais distante, não venhamos a observar em algum recém formado. Afinal, bem aqui...

Nessa área meio difusa, conseguem ver?...

...temos uma nebulosa. A famosa nebulosa de Órion, que está a aproximadamente a MIL E SEISCENTOS anos-luz de nós.

Ela é uma gigantesca região, rica em moléculas orgânicas, partículas de poeira e gases, principalmente hidrogênio e hélio, que são as matérias primas das estrelas.

A nebulosa de Órion, por isso, é considerada um gigantesco berçário de estrelas!

Significa dizer que novos astros estão surgindo e, quem sabe, novos sistemas planetários.

*VOICE:* Sarcasmo

Para sabermos, apenas precisaremos esperar alguns milhões de anos...

*VOICE:* Voz over

Mas, há outras regiões do céu onde as evidências deste incrível fenômeno estão um pouco mais acessíveis para nós.

Vamos então conhecer uma outra famosa constelação, o Touro.

Podemos rapidamente localizá-lo utilizando as Três Marias.

Basta ligá-las em uma reta, e segui-la então em direção ao Horizonte Oeste.

Passaremos por uma estrela brilhante e levemente avermelhada.

Esta é Aldebaran, a mais brilhante desta constelação, e que representa um dos olhos deste animal.

Claramente vemos um grupo de estrelas que parecem formar a letra "V", ou mesmo a letra "A", ou ainda a ponta de uma seta, se você quiser. Talvez deitada ou invertida para alguns de vocês.

Este grupo de estrelas compõe aquilo que se conhece como um aglomerado aberto de estrelas. Este, em particular, chama-se Híades. Ele contém mais de 200 estrelas, e está, em média, a 150 anos-luz de nós. As Híades formam o que podemos chamar de a face deste grande animal.

Estas duas estrelas formam seus longos chifres...

E para cá, temos suas patas dianteiras.

Indo mais em direção ao Horizonte Oeste, encontraremos outro aglomerado aberto. As Plêiades. Que, a olho nu, parece ser formado por sete estrelas, e que representam as costas desta constelação zodiacal.

Conseguiram imaginar a figura deste grande animal?

Vamos então contar com a ajuda do planetário, para termos no céu mais uma bela representação.

E aí está, o Touro!

Na direção desta constelação, já foram encontrados pelo menos dez sistemas planetários, abrangendo mais de 10 planetas.

Já aqui, nas Plêiades, que estão a cerca de 350 anos-luz de nós...

... se a observarmos com um binóculo, ou mesmo um pequeno telescópio, poderemos ver que é um aglomerado composto por estrelas jovens, devido ao seu brilho azulado, e ao fato de ainda conterem restos da nebulosa que as originou.

Neste aglomerado, já foram encontradas evidências de planetas rochosos em formação, talvez como a Terra, Marte ou Vênus.

Mas nem toda nebulosa é um local onde estão surgindo estrelas novas. Às vezes, ela pode ser o que restou de uma que mudou suas características, ou como dizemos

figurativamente, que morreu.

Um exemplo disso está bem aqui, entre as estrelas que representam os chifres do Touro. Esta é a nebulosa do Caranguejo, mas também pode ser chamada de M1 ou NGC 1952. Ela é o resultado de uma estrela que explodiu como uma supernova há milhares de anos, ejetando o material que compunha suas camadas externas, que continuam a se expandir a aproximadamente MIL E QUINHENTOS KILOMETROS POR SEGUNDO.

Para poder observá-la no céu em detalhes, seria necessário um telescópio amador de médio porte.

O evento de sua morte foi registrado por chineses no Século Onze, e foi tão brilhante que podia ser observado durante o dia. Mas a explosão mesmo ocorreu milhares de anos antes. Isto porque a nebulosa está a SEIS MIL E TREZENTOS anos-luz de nós. A informação luminosa de sua explosão, viajando à velocidade da luz, levou então SEIS MIL E TREZENTOS anos para percorrer a distância que a separa da Terra, até ser observada pelos antigos astrônomos orientais.

Mas vamos agora conhecer algumas outras constelações.

Para isso, vamos utilizar novamente as Três Marias. Mas desta vez fazendo uma reta entre elas e seguindo para o outro lado.

Chegaremos a uma estrela cujo brilho se destaca de toda as demais do céu noturno. Sírius.

Esta estrela faz parte de uma constelação, na qual o asterismo - aquele desenho que se forma ao unirmos as estrelas como pontos - representa um animal. Ela está no peito dele. Este triângulo de estrelas de brilho fraco, forma então sua cabeça.

*VOICE:* Citar com intervalos

Para cá, suas patas dianteiras...

Seu dorso...

Patas traseiras...

E esta estrela aqui, sua cauda.

*VOICE:* Voz over

Uma dica! Devido sua proximidade com Órion, costumamos dizer ser o animal que o

acompanha em suas caçadas. Mas, na verdade, suas histórias mitológicas não possuem relação.

*VOICE:* humor

E aí, já sabem que animal é esse?

Quem imaginou um cachorro, acertou! Esta é a constelação chamada de Cão Maior.

*VOICE:* Voz over

Na direção dela, já foram localizados pelo menos sete sistemas planetários, contendo, até o momento, indícios da presença de dez planetas.

Aparentemente, nenhum deles em condições propícias para abrigar a vida...

O Cão Maior não é o único grupo de estrelas que representam um cachorro nesta região do céu.

*VOICE:* Humor

Se temos um cão Maior, então deve existir um Menor, certo?

*VOICE:* Voz over

Certo! E, para localizá-lo, é bem simples.

Basta identificar este triângulo de estrelas, formado por Sírius, do Cão Maior,... Betelgeuse, o ombro de Órion,... e por esta outra estrela bem brilhante. Prócion! Elas juntas formam um triângulo de lados iguais, um triângulo equilátero. Aqui no hemisfério sul da Terra, costuma-se chamar este de o Triângulo do Verão.

Prócion, juntamente desta estrela, chamada Gomeisa, formam um cachorro inteiro. O Cão Menor!

*VOICE:* Humor

Pois é...! De duas estrelas você representar um cachorro inteiro é realmente ter imaginação demais...

*VOICE:* Voz over

Mas vejamos o que o planetário pode nos mostrar como representação desta constelação.

Aí está!

Até recentemente, já foi localizado ao menos um sistema planetário entre suas estrelas.

Mas, o que mais de interessante temos nesta região é a presença do Antápex, exatamente entre o Cão Menor e o Cão Maior. Isto significa que o Sol está se afastando de boa parte das estrelas desta direção do céu. Talvez por isso não são priorizadas buscas por exoplanetas nesta região, já que essas estrelas estão ficando gradativamente mais distantes de nós.

Deixemos agora as constelações típicas das quentes noites do Verão, e caminhemos para as constelações típicas do Outono, enquanto conhecemos um pouco mais sobre os exoplanetas.

## **HISTÓRIA DOS EXOPLANETAS E ASTROMETRIA**

A suposição de que as demais estrelas no céu seriam como nosso Sol, com sistemas planetários, é bem antiga. Filósofos gregos, mais de 300 anos antes de Cristo, já defendiam essa ideia.

Contudo, a hipótese de que elas conteriam planetas ao seu redor só foi abertamente defendida no Século Dezesesseis, próximo ao fim da Renascença.

Os primeiros registros sobre a busca por planetas, fora de nosso sistema solar, iniciaram de forma muito tímida no Século Dezenove. Mas foi apenas no século Vinte que então se desenvolveu a Astrometria, que entre outros usos, foi a primeira técnica utilizada para isso.

A ideia é detectar oscilações na posição da estrela no céu, por menores que sejam.

Quando há um planeta em órbita ao redor de uma estrela, na verdade ambos os corpos orbitam um ponto em comum no espaço, chamado de centro de massa do sistema.

Conhecendo-se bem a massa da estrela, as sutis mudanças de sua posição indicarão quantas vezes a massa do planeta é menor do que a dela.

Este método é mais confiável para o caso em que as órbitas dos planetas são perpendiculares à nossa linha de visão, sendo o único que se pode usar nestes casos.

A partir do advento da Astrometria, vários suspeitos a exoplanetas foram apontados. Mas o primeiro a ser oficialmente reconhecido só aconteceu em 1994, orbitando uma estrela na direção da constelação da Virgem.

## OUTONO

O Outono inicia-se por volta do dia 21 de março, e estamos agora olhando para uma típica noite desta estação em nossa cidade.

O grupo de estrelas principais, que compõem a constelação da Virgem é facilmente visível nesta região do céu, neste momento...

Consegue ver aqui uma figura feminina, segurando em uma das mãos uma espiga? Haja imaginação, não é mesmo?

Tentemos construir seu asterismo.

Começemos pela estrela mais brilhante deste grupo. A estrela Spíca, a alfa desta constelação. Em sua concepção atual, ela representa uma espiga que a Virgem segura em sua mão esquerda.

Ligando a esta outra estrela, temos o braço da Virgem...

E com esta outra temos seu outro braço...

Este grupo forma sua cabeça...

O tronco...

E para cá suas pernas...

Para facilitar nossa vida, vejamos sua representação.

A Virgem!

Nesta área do céu foram localizados mais de 30 planetas, orbitando ao menos 26 de suas estrelas. Todos ou estão fora de áreas habitáveis de seus sistemas planetários, ou então são grandes gigantes gasosos.

Para os amantes da Astronomia é possível visualizar, com um modesto telescópio amador, a belíssima galáxia do Sombrero, também conhecida como NGC 4594. Distante de nossa Galáxia 28 MILHÕES de anos-luz.

Esta galáxia, do tipo espiral, chama a atenção devido ao seu plano galáctico, com bordos bem definidos, e o seu brilhante centro, que lembram o famoso chapéu mexicano.

Esta belíssima galáxia está localizada entre as constelações da Virgem...

... e do Corvo, que é este grupo de estrelas, próximo da alfa da constelação da Virgem,...  
Spíca.

Não se parece com um corvo esta constelação?

*VOICE:* citar com intervalos, Humor

Pés,..

Asas,...

Olho...

E bico.

Não?!!!...

Bem...

E agora...

Melhorou...?

*VOICE:* Voz over

Apesar de ser bela, e de abranger uma parte considerável do céu, a Virgem não é a principal constelação a representar a estação do Outono.

Nesta estação, quem domina o céu é a majestosa constelação zodiacal do Leão, símbolo da estação do Outono para quem está no hemisfério Sul de nosso planeta.

Procurem nesta região do céu, à Oeste da Virgem, um grupo de estrelas que parecerá formar uma espécie de ponto de interrogação. Para alguns de vocês, este grupo pode parecer estar de ponta à cabeça ou deitado.

Desta sequência de estrelas, a mais brilhante se chama Régulus, a alfa desta constelação, formada essencialmente por estas quatro estrelas, configurando um quadrilátero, que é seu corpo.

Esta estrela, chamada Denébola, representa sua cauda...

E este grupo, já mencionado, forma sua juba.

Já conseguiram reconhecer um Leão aqui no céu, certo...?

Então vejamos sua representação no céu do planetário...

Aí está!

Na direção desta constelação, também já foram localizados pelo menos 15 sistemas

planetários, contendo ao menos 18 planetas.

Próximo à sua pata traseira, encontraremos um pequeno grupo de galáxias que estão, em média, 35 milhões de anos-luz de nós, conhecidas como o Trio de Leão.

São a M65, M66 e a NGC 3628.

Grupos galácticos são conjuntos de galáxias com até 50 componentes, fracamente ligadas gravitacionalmente.

O que significa dizer que a tendência é a de se separarem, com o passar do tempo. Algo em torno de milhões de anos.

## **MÉTODO DO TRÂNSITO**

Vamos agora avançar no tempo, e conhecer algumas das constelações da estação do Inverno.

E, enquanto caminhamos, vamos entender um pouco sobre outra técnica para a detecção de exoplanetas.

O método de trânsito é bastante recente, e funciona apenas com uma pequena percentagem de planetas. Isto porque necessita que os planos orbitais deles estejam alinhados com nossa linha de visão, e baseia-se no registro da variação luminosa causada por um planeta quando transita diante da sua estrela hospedeira.

Mesmo sendo bastante fraca, esta diminuição no brilho pode indicar muitas informações sobre o planeta.

Desde o lançamento do Telescópio Espacial francês CoRoT em 2006, e o Observatório Astronômico Norte Americano Kepler, em 2009, que utilizam este método de detecção, ocorreu uma verdadeira explosão no número de exoplanetas suspeitos e confirmados.

## **INVERNO**

Estamos no Solstício de Inverno, o fenômeno astronômico utilizado para marcar o início desta estação, que ocorre por volta do dia 21 de junho para nosso hemisfério.

E bem no alto do céu, próximo ao Zênite, encontraremos um grupo de estrelas que para alguns pode lembrar um anzol ou um cabide. Lembrando que para alguns de vocês

poderá parecer estar de cabeça para baixo ou deitado.

É uma constelação muito bonita, pois é composta por estrelas bastante brilhantes e fáceis de serem vistas, mesmo em cidades com muita poluição luminosa.

*VOICE:* Humor

Tenho certeza que todos já perceberam esta sequência de estrelas, onde encontraremos estas três estrelas, quase alinhadas.

Acredito que alguém já pode ter pensado nas Três Marias...! Mas não!

*VOICE:* Voz over

Estas estrelas formam a cabeça desta constelação.

Depois encontraremos uma sequência de estrelas que parecem formar um ponto de interrogação ou haste de cabide, com esta estrela vermelha e brilhante, Antares, uma gigante vermelha. A mais brilhante deste grupo.

E por final, com estas estrelas, formando um triângulo, temos o seu ferrão.

Todos conseguiram ver um famoso aracnídeo aí no céu?

Para quem não conseguiu, aí está uma representação artística da constelação do Escorpião. Mais uma que simboliza uma estação, a do Inverno para nós, e também compõe o grupo das zodiacais.

Ao menos vinte e sete sistemas planetários foram encontrados, e abrigam pelo menos trinta e quatro planetas. Sendo três deles com possibilidade de abrigar vida!

Na constelação do Escorpião, é possível também observar diversos objetos astronômicos interessantes, como por exemplo os aglomerados abertos M4 e M7, localizados aqui nesta região próxima ao ferrão.

Estes objetos podem ser observados a olho nu em lugares com pouca poluição luminosa.

Ao lado do Escorpião, próximo à sua cauda, mais para o leste, encontraremos a Constelação de Sagitário.

Ela representa um ser mitológico chamado centauro. Metade homem e metade cavalo.

Seu asterismo é um tanto diferente, e não lembra muito um centauro. Está mais para um bule de chá...

Este quadrilátero será o corpo do bule.

Este pequeno cordão a alça.

Ligando essa, Kaus Australis...

e essa, Kaus Meridionalis,...

temos o bico.

E, finalmente, ligando essas duas com a Kaus Borealis, formando um triângulo, temos a tampa.

Não ficou igual à um bule...?

Mas a representação artística não é bem assim. Conheçam como fica o Sagitário no céu.

Na direção desta constelação, encontramos o centro de nossa galáxia, a Via Láctea.

Estamos olhando para o Bojo galáctico, onde há a maior concentração de estrelas. Por isso, tantas delas com planetas já foram encontradas.

São ao menos vinte e cinco sistemas planetários, contendo vinte e seis planetas.

Novamente, nenhum habitável, mas duas de suas luas sim.

Entre os objetos astronômicos que podemos observar com um pequeno telescópio ou binóculo, estão:

A nebulosa Trífida ou NGC 6514. Uma nebulosa que possui características bem interessantes. O objeto é uma combinação incomum de um aglomerado aberto de estrelas, que aparecem aproximadamente no centro da imagem; uma nebulosa de emissão, na parte inferior avermelhada; uma nebulosa de reflexão, na parte superior azulada; e uma nebulosa escura, que parece formar lacunas na nebulosa de emissão, e que causam a aparência trifurcada. Ela está a, aproximadamente, CINCO MIL E DUZENTOS anos-luz de nós.

Visualmente bem próxima da Trífida, encontraremos a Nebulosa da Lagoa, ou NGC 6523.

Uma nebulosa de emissão, em cujo centro podemos observar um aglomerado aberto de estrelas bem quentes e jovens. Ela pode ser observada a olho nu em locais sem poluição luminosa, e está distante de nós, aproximadamente, QUATRO MIL E OITOCENTOS anos-luz.

## **MÉTODO DE MICROLENTES GRAVITACIONAIS**

Se você acha que graças à maior densidade de estrelas desta região, esta seria a melhor direção para procurar planetas, não se enganou!

Mas os métodos apresentados até o momento não seriam tão eficientes para procurar por planetas na direção do centro galáctico.

Nestes casos, o efeito de Microlente Gravitacional é o método mais adequado, e acontece quando os campos gravitacionais de um planeta e o da estrela hospedeira agem de modo a amplificar a luz de uma estrela distante que esteja no fundo do céu.

A microlente funciona porque a gravidade da estrela curva a luz, assim como fazem as lentes de um óculos. A presença de um planeta em torno da estrela faz com que a luz seja curvada de forma diferente, como se fosse uma lente com pequenos riscos, permitindo, com isso, detectar o planeta.

A grande vantagem deste método é que podemos descobrir planetas de baixa massa mesmo com a tecnologia atualmente disponível.

Sua desvantagem, por outro lado, é que o evento não pode ser repetido, uma vez que a ocorrência de um novo alinhamento da hospedeira, seu planeta e outra estrela de fundo, dificilmente ocorrerá uma segunda vez.

## **PRIMAVERA**

Mas, a ideia não é apenas encontrar planetas, mas, sobretudo, aqueles que poderiam ser habitados de alguma forma.

Então olhemos à frente e observemos a primavera.

Nas noites deste momento particular do ano em nossa cidade, que se inicia no equinócio por volta do dia 21 de setembro, e poderemos observar uma parte muito interessante de nossa Galáxia.

Observando a nordeste, podemos notar um grupo de estrelas que aparenta um quadrilátero, popularmente conhecido como o quadrilátero do equinócio.

Estas três estrelas, Algeníb,...

Markáb...

e Scheát, formam o dorso e as asas da do animal cuja constelação é símbolo das noites

de primavera. Estas duas estrelas, suas patas dianteiras...

Para cá temos seu pescoço e cabeça,...

e esta estrela, chamada Enif, representa o seu focinho.

Está difícil para reconhecer o animal?

Sem problemas.

Ilustrada aqui no céu do planetário, temos a belíssima constelação de Pégaso. Nesta constelação, já foram localizados dezessete sistemas planetários, contendo vinte planetas no total.

Um dos objetos astronômicos que mais podem nos chamar a atenção, deste lado do céu, é o aglomerado globular M15, localizado 33.600 anos-luz de nós. Se visto através de um binóculo, terá nitidamente a aparência de uma nebulosa.

Aglomerados globulares são grupos estelares com milhares de componentes, fortemente ligados gravitacionalmente, e que não se separarão com o passar do tempo. Suas estrelas são velhas, e nasceram ainda no início da formação da galáxia.

Ao lado do Pégaso, bem próximo ao norte, está o Ápex. Nosso sistema está se deslocando para este sentido, lembram...?

O que significa que estrelas neste caminho estarão, aproximadamente, à mesma distância do centro galáctico que nós e, quem sabe, estavam em condições semelhantes à do Sol quando este se formou. Talvez possa existir, nesta direção, uma ex companheira do Sol, oriunda da mesma nebulosa que deu origem a ele... por que não?

Não é apenas coincidência o fato desta região ser tão estudada. Ela fica aproximadamente no meio destas duas constelações:

*VOICE:* Citar com intervalos

O Cisne...

e a Lira.

*VOICE:* voz over

A brilhante estrela Denéb é a alfa da constelação do Cisne, e representa a sua cauda.

Enquanto que a estrela Albirêo representa a cabeça desta magnífica ave.

Esta sequência de estrelas configura suas longas asas.

Não é difícil imaginar um Cisne entre estas estrelas, mas... é sempre bom usar este maravilhoso recurso do planetário.

E aí está mais uma bela representação para ilustrar as noites de observação astronômica. Na direção deste grupo de estrelas já foram localizados surpreendentes oitenta e sete sistemas planetários e um total de cento e quarenta e oito planetas. O maior número já identificado até o momento, contendo pelo menos, dois planetas e uma lua dentro de zonas habitáveis.

Vários objetos interessantes podem ser observados também nesta direção do céu.

Como exemplo, podemos citar a NGC 6826, conhecida como Nebulosa da piscada de olho, que fica próxima à asa noroeste, e dista de nós cerca de 2.200 anos-luz. Com um pequeno telescópio, oferece certa dificuldade para ser observada.

Mas, aqui no planetário, podemos demonstrar sua forma curiosa. Lembrando que estas cores são resultado de filtros aplicados ao Telescópio Espacial Hubble, assim é possível captar elementos diferentes de sua composição.

Outro belo objeto é a NGC 7000, também conhecida como nebulosa da América do Norte, graças à sua semelhança com o mapa deste continente. Sua distância até nós é de cerca de 2.200 anos-luz.

Voltemos agora a nossa atenção para a Lira.

Ela é uma pequena constelação, uma das que possui menor área.

Sua estrela alfa, Vega, porém, é a quinta estrela mais brilhante de todo o céu noturno.

Além dela, estas outras cinco estrelas compõem o asterismo da Lira. Uma constelação relativamente simples de ser reconhecida.

Sua ilustração é bem interessante, e lembra-nos sobre a importância da música na cultura de todos os povos.

Em sua direção, apesar da pequena área que ocupa, já foram localizados cinquenta e quatro sistemas planetários, contendo noventa e quatro planetas. Três deles dentro de zonas habitáveis de suas estrelas!

A constelação da Lira, entretanto, praticamente não possui objetos que podem ser observados com equipamentos simples.

Uma bela exceção é a Epsilon Lyrae, uma estrela dupla que pode ser observada com um binóculo.

É muito interessante descobrir que, na verdade, cada uma dessas duas estrelas constitui uma binária de estrelas. Assim, Epsilon Lyrae é um sistema quaternário de estrelas, que interagem gravitacionalmente entre si! Para observar as quatro estrelas simultaneamente, é necessário um telescópio um pouco mais sofisticado.

Outro objeto interessante é a M57, a famosa nebulosa do anel. Uma bela nebulosa planetária, em cujo centro podemos ver facilmente a estrela anã branca que restou após ejetar suas camadas externas, e formar então essa bela visão.

Para conseguir observar a nebulosa do anel, um telescópio amador de grande porte será necessário.

## **ENCERRAMENTO**

Ainda que a vida possa se desenvolver em locais com condições extremas na Terra,<sup>5</sup> como vimos no início desta apresentação, ela possui diversidade e abundância muito maiores onde as características ambientais são mais amenas. Regiões com bastante água em estado líquido, temperaturas amenas, variadas fontes de alimento, níveis baixos de radiação ultravioleta, entre outras características.

As condições para que isso ocorra em nosso planeta estão ligadas, entre outros fatores, à sua constituição e à distância que ele ocupa da estrela a qual orbita, o Sol. Se estivéssemos distantes demais, nosso planeta seria muito frio, a exemplo do que ocorre em Marte. Se a Terra estivesse mais próxima do Sol, provavelmente nosso planeta se tornaria terrivelmente quente, parecido com Vênus.

Seguindo um pensamento similar, é mais provável que encontremos a vida em planetas minimamente semelhantes ao nosso, e que estejam dentro dos limites de uma área conhecida como faixa, ou zona, de habitabilidade.

De acordo com as características da estrela, e com seu estágio de evolução, esta faixa pode variar de espessura e de distância ao astro.

É ela, essencialmente, que determina se o planeta, ou eventualmente lua, terá condições

adequadas para a existência de água em estado líquido em sua superfície. Hoje, a Terra encontra-se dentro desta zona habitável de nosso Sol, mas segundo o modelo de evolução solar, alguns milhões de anos no futuro, esta faixa, essencial para a vida como conhecemos, estará deslocada para próximo da órbita de Marte.

Quantos destes outros mundos, citados nesta sessão, e outros ainda a serem descobertos futuramente, estarão em condições parecidas com às de nosso planeta?

Apenas para que se consiga diferenciar, cada uma das áreas amarelas, que se pode observar agora, representa uma estrela do mesmo tipo espectral do Sol, ou seja, com cor e temperatura similares.

Cada uma delas possui planetas ao seu redor. Alguns parecidos com o nosso, outros bem diferentes. Ainda é cedo para dizer qual deles possui condições para a vida.

Para exemplificar, aqui, entre Cisne e Lira, um planeta possui condições muito parecidas com a Terra, apesar de orbitar uma estrela bem diferente do Sol. Kepler 186f é quase do mesmo tamanho da Terra, está dentro da zona habitável de sua estrela mãe, e possui condições de abrigar água em estado líquido. Apesar de que sua posição é relativamente próxima ao final da zona habitável, o que indica que deve ser frio o suficiente para que lá a água congele facilmente.

Outros dois planetas, ainda mais parecidos com o nosso, já foram encontrados, orbitando estrelas bem diferentes do Sol. Kepler 438B e 442B estão no meio das zonas habitáveis de suas estrelas. Possuindo condições ainda melhores que Kepler 186f de manter a água em estado líquido.

Mas, no momento, quase todos os olhares estão voltados para um exoplaneta que orbita uma estrela, muito parecida com o Sol, na constelação do Cisne, à 1400 anos-luz de nós. Kepler 452b é considerado um primo mais velho da Terra. Seu tamanho é 60% maior que nosso planeta, e sua estrela hospedeira possui aproximadamente UM BILHÃO e SEISCENTOS MILHÕES de anos a mais que o Sol. Ele está dentro de sua Zona habitável e sua órbita é apenas 5% maior que a nossa. Por isso, o tempo que ele demora para dar a volta em sua estrela é de aproximadamente 385 dias terrestres.

As possibilidades são fascinantes! Temos uma galáxia inteira para explorar... e estamos

apenas no começo!

Contudo, ainda que possamos comprovar a existência de vida em um outro sistema planetário, visitá-lo certamente será por muito tempo um gigantesco desafio. As distâncias entre as estrelas são enormes para os padrões do nosso cotidiano. Tais sistemas são inalcançáveis para uma única geração humana tentar transpor. Pelo menos com as tecnologias atualmente existentes.

Por tudo isso, a manutenção de nosso planeta é tão importante! Nosso lugar no universo é o único que conhecemos ser capaz de abrigar confortavelmente a vida. E o faz com uma diversidade que realmente nos enche os olhos!!

## ANEXO 02 - Questionário

### Exoplanetas

Os cientistas já confirmaram a existência de mais de 3.000 planetas fora do sistema solar, e este número cresce a cada dia. O quanto você sabe sobre estes outros mundos?

1. **O que é um exoplaneta?**  
*Marque todas que se aplicam.*
    - Um planeta sem uma estrela para orbitar
    - Um planeta fora do sistema solar (que orbita outra estrela sem ser o Sol)
    - Um planeta em outra galáxia
  
  2. **Zona habitável, ou Goldilock Zone, é a distância que um planeta orbita uma estrela e que ainda mantém o que?**  
*Marcar apenas uma oval.*
    - Atmosfera
    - Água no estado líquido
    - Uma superfície sólida
  
  3. **Uma das técnicas utilizadas pelos astrónomos para detecção de exoplanetas é o Método da Velocidade Radial ou Doppler. Como ela funciona?**  
*Marcar apenas uma oval.*
    - Ele encaixa imagens obtidas com uma grande lente fotográfica
    - Detectando pequenas variações na posição da estrela causadas pela movimentação de um planeta por sua órbita
    - Ele analisa quedas no brilho de uma estrela quando um planeta passa em sua frente
  
  4. **Qual destes métodos não é utilizado para detecção de exoplanetas**  
*Marcar apenas uma oval.*
    - Microlentes gravitacionais
    - Difração Ferengi
    - Método do trânsito
  
  5. **Não há uma técnica que consiga detectar exoplanetas do tamanho da Terra.**  
*Marcar apenas uma oval.*
    - Falso
    - Verdadeiro
-