

# CONSTRUÇÃO DE UM PLANETÁRIO 3D PARA INCLUSÃO DE DEFICIENTES VISUAIS

*Cláudio Luiz Carvalho*

*Hermes Adolfo de Aquino*

**Resumo:** A astronomia é uma das ciências mais antigas que existe e, as culturas antigas contribuíram bastante no entendimento dos movimentos dos planetas, das constelações, entre outros. Porém, percebeu-se que existe uma classe de indivíduos, deficientes visuais, que não possuía nenhuma oportunidade para “ver” e entender um pouco sobre esse assunto, ou seja, como fazer a inclusão desses indivíduos? Desta forma, desenvolvemos um projeto que consistiu na construção de dois hemisférios celestes, o sul e o norte: um planetário tátil ou 3D. Usando o sistema de coordenadas equatoriais, as principais constelações austrais, boreais e zodiacais e estrelas foram colocadas nos respectivos hemisférios. As estrelas foram representadas por pequenas esferas de diferentes diâmetros contendo o nome escrito em braile e escrita alfabética. As constelações estão em alto relevo usando fios metálicos. Este projeto está ajudando pessoas de diferentes níveis de idade e de conhecimento, bem como pessoas com/sem outros tipos de deficiência.

**Palavras-chave:** Astronomia; deficientes visuais; braile; hemisférios celestes, constelações.

**Abstract:** Astronomy is one of the oldest sciences and then ancient cultures contributed so much in the understanding the movements of planets, constellations, and so on. However, it seems there are not enough sources to help people with visual deficiency in terms of quantity and quality. Thinking about this, we built a 3D tactile planetarium. The idea of celestial sphere and fixed stars is used to represent the night sky. In this way, we build two hemispheres, the northern and southern celestial. The constellations and stars distribution were done using the equatorial coordinates system. The stars were represented by different size spheres diameter with their names also written in Braille

and written alphabetic. We conclude that 3D tactile planetarium built has allowed people with visual disabilities have a notion of the constitution of the universe as it is viewed by people without being experts in astronomy.

**Keywords:** Astronomy; visual deficient; braile; celestial hemispheres; constellations.

## 1. Introdução

De maneira geral, a astronomia tem sido o foco de atenções desde os tempos mais remotos e isso pode ser comprovado através dos mais variados registros feitos pelos povos antigos [1-6]. No Egito, por exemplo, tratava-se a abóbada celeste como um lugar dos deuses associando o Céu com o corpo da deusa Nut, o ar ao deus Chu (de pé) e a Terra ao deus Geb (deitado de lado) como ilustrado na Fig.1.

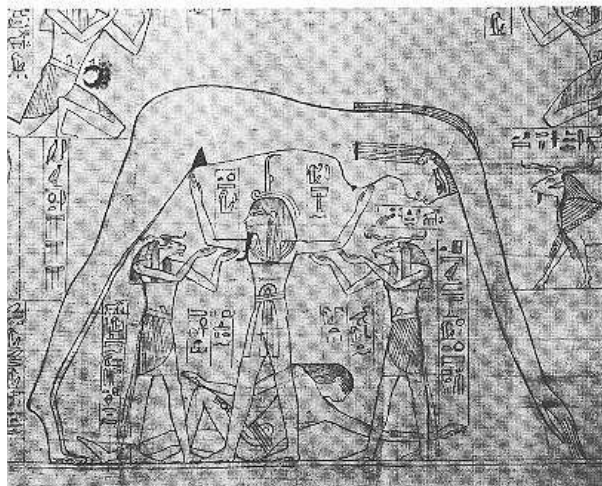


Figura 1: Representação simbólica da presença de deuses e deusas na Terra, céu e ar feitas pelos egípcios (Papiro de Greenfield: Princesa Nesitanebtashu - sacerdotisa de Amon-Ra - Tebas 970 a.C.) [5,7].

Claro que também existia o interesse pela observação dos astros (estrelas, planetas, cometas, etc.), pois os mesmos eram usados, seja para orientação na agricultura sustentável e produtiva, como também para fins místicos, como no caso da

astrologia, feito pelos Sumério-Babilônicos (3000 a.C.) e Maias (300 a.C.) entre outros [1,4,5,7]. Muitas questões surgiram e foram esclarecidas ao longo do tempo com observações, estudos e pesquisas. Pode-se citar algumas, tais como, qual o formato da Terra? do céu? do universo? Solucionadas por filósofos como Erastóstenes (276 – 195 a.C.), Empédocles (492 a.C. ≈ 432 a.C.), Aristóteles (384 – 323 a.C.) entre muitos outros [1,4,5,7]. Assim, a astronomia tem sido estudada e divulgada de diferentes maneiras até os tempos atuais. Atualmente, pode-se estudar os diferentes ramos da astronomia utilizando uma vasta tecnologia a disposição [7,8]. Também é possível ensinar um pouco de astronomia usando uma parte dessa tecnologia existente, porém em alguns casos ainda existem alguns obstáculos para serem ultrapassados. Estudar, conhecer, aprofundar-se um pouco na astronomia pode ser feito através do uso de um planetário [4,5,8-10]. Instrumento muito interessante e versátil que permite a visualização de estrelas, aglomerados constelações, galáxias, planetas, observar os movimentos planetários e muito mais. Nas últimas décadas tais equipamentos evoluíram muito na sua concepção, passando de equipamentos eletro/eletrônicos ópticos e mecânicos para dispositivos ópticos digitais com capacidade de apresentação quase ilimitada. Porém, esses equipamentos fenomenais ainda não permitem que pessoas com deficiências visuais vislumbrem se não tudo, mas parte daquilo que uma pessoa considerada normal pode ter dentro do seu campo visual. Pensando nesse tipo de problema e lembrando que em tempos remotos diferentes concepções do céu noturno faziam parte da imaginação das pessoas, tais como imaginar que o céu era composto por pedras preciosas (Mesopotâmia -Irã), ou que o céu fosse formado por camadas (Civilização Maia), ou o Universo fosse como uma esfera, pensamento este compartilhado por Aristóteles e Empédocles (universo esférico e cheio de material contido dentro de um globo de cristal) [1-7], surgiu a ideia de construir algo semelhante e que pudesse incluir pessoas com deficiências visuais no estudo da astronomia. Assim, neste trabalho, foi projetado e construído um planetário que possibilitasse aos deficientes especificamente a entender melhor e mais facilmente alguns conceitos básicos de astronomia de posição, mas que pode auxiliar também pessoas sem esse tipo de deficiência.

## 2. Metodologia

**2.1. Molde** - O primeiro passo para se obter as cascas esféricas foi **o de construir** um molde que pudesse ser utilizado pelo menos duas **vezes** que implica no número de hemisférios existentes. Desta maneira, pensou-se em construir um quarto de esfera usando um material fácil de trabalhar, tal como o poliestireno expandido (mais conhecido como isopor) e para isso foi necessário estipular um método de construção disso. O método consistiu em se calcular arcos de circunferências com espessura de 10 mm, largura de 50 mm. O raio  $r$  de cada arco foi calculado de tal forma que ao serem sobrepostos formassem um quarto de esfera. Para isso usou-se a relação de Pitágoras do triângulo retângulo, sendo o raio  $r$  dado por:

$$R^2 = r^2 + h^2; \text{ ou seja:} \quad (1)$$

$$r = (R^2 - h^2)^{1/2} \quad (2)$$

Onde  $h = n \times 10 \text{ mm}$  e  $n$  é o número de camadas de arcos de isopor de 10 mm, com  $n=0,1,2...50$ .

Na Fig.2 pode-se ver alguns detalhes dos cálculos e da ideia usada. Um gabarito com curvatura externa de um metro de diâmetro foi feito em madeira para ser usado como padrão durante a montagem do molde. O parâmetro  $h$  foi calculado usando-se uma planilha do **EXCEL**.

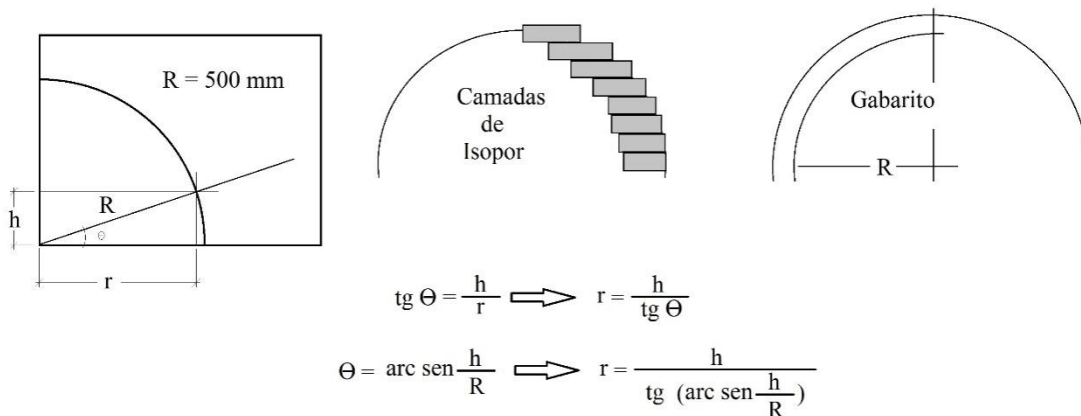


Figura 2. Esquema e equações usadas para se calcular as dimensões das camadas de isopor para construir o molde.

**2.2. Hemisférios** - O Planetário consiste de duas semiesferas com um metro de diâmetro (diâmetro=1,00 m) feitas em resina polimérica [12], sendo que a parte interna é utilizada para a “visualização” das constelações zodiacais, austrais e boreais [1-7,11-14]. A superfície interna é completamente lisa para evitar que qualquer rugosidade ou

irregularidade seja interpretada como um astro, a menos dos astros específicos contidos na superfície. Assim, os astros específicos ou denominações específicas foram **construídos** de forma a serem percebidas por deficientes e algumas delas podem ser entendidas ou observadas por **não deficientes visuais**. Deste modo, as constelações, normalmente representadas por linhas imaginárias unindo as principais e mais brilhantes estrelas de uma constelação, agora passam a ser representadas por fios metálicos com espessura da ordem de 0,80 mm e as estrelas por esferas de diferentes tamanhos contendo uma escala associada as mesmas que representam as magnitudes como seriam vistas por uma pessoa não deficiente visual (NDV) como mostra a Fig.3.

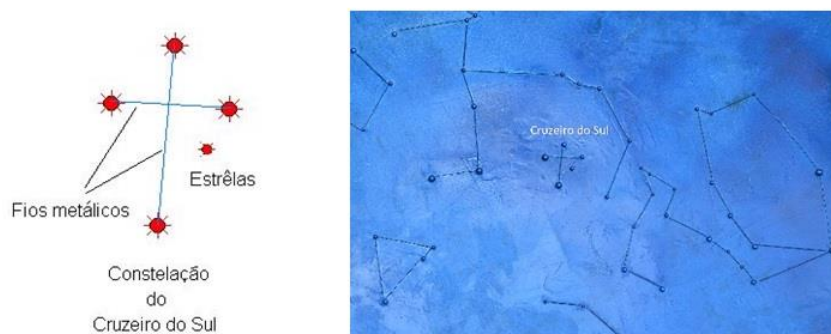


Figura 3: Representação de uma constelação com as estrelas e linhas que unem as mesmas com diferentes magnitudes. Neste caso é mostrada a constelação do Cruzeiro do Sul pertencente ao hemisfério celeste Sul e ao lado uma foto da semiesfera depois de pronta.

**2.3. Estrelas** - Inicialmente as magnitudes aparentes das Estrelas estão associadas às esferas com diâmetro os entre 2-9 mm que se relacionam com as magnitudes aparentes entre -2 e 6 (vide Fig.4). **Esse procedimento será alterado conforme análise dos resultados obtidos em testes com deficientes visuais (DV).**

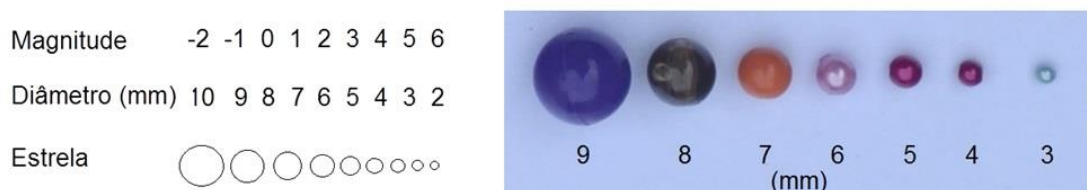


Figura 4: Esquema da relação entre diâmetro das esferas e a magnitude das estrelas (não está em escala) e uma foto das esferas utilizadas na semiesfera (miçangas).

A magnitude absoluta ainda não possui uma configuração ou representação que possa ser aplicada para auxiliar na sua compreensão por um DV, pois mesmo para um NDV fica difícil o entendimento e a sua visualização efetiva dessa grandeza [2,4,11-14]. Convém lembrar que as estrelas, na sua maioria, não estão num mesmo plano na abóbada celeste (o que implica na magnitude absoluta e aparente), e no planetário ainda não é possível mostrar a dimensão de profundidade, exceto quando se usa projeções e softwares especiais, mas ainda somente possível para NDV [2,4,15]. Trabalhos específicos já estão sendo elaborados.

**2.4. Coordenadas Equatoriais** - As estrelas foram posicionadas na casca esférica adotando-se o sistema de coordenadas equatoriais, o mesmo sistema utilizado para acompanhamento dos astros pelos telescópios, o que facilita a distribuição das mesmas e assim como a distribuição na casca esférica além de reproduzirem a abóbada celeste de forma mais precisa e real [2,8,11,13,14, 16]. No sistema de coordenadas equatoriais são definidas duas coordenadas, sendo elas a declinação e ascensão reta, que são equivalentes a latitude e longitude da geografia, como pode ser visto na Fig. 5.

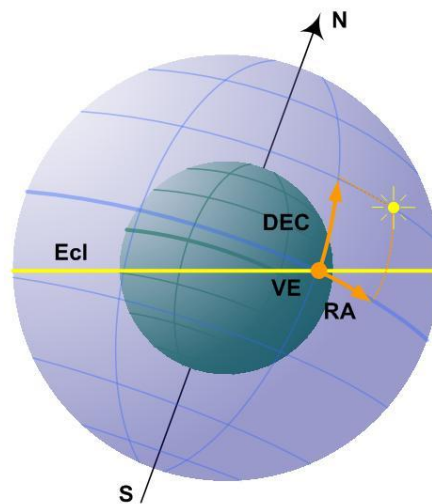


Figura 5. Esquema representativo dos hemisférios com os polos celestes norte e sul e as coordenadas equatoriais, declinação, ascensão reta e equador celeste, supondo-se que a Terra está no centro dos hemisférios [4].

A declinação varia de  $-90^\circ$  a  $+90^\circ$ , ou seja, Polo Celeste Sul - equador - Polo Celeste Norte e ascensão reta ou de 0 h – 24 horas ou -12 - +12 horas, parte de uma referência e cresce na direção Leste-Oeste, sentido oeste. Os pontos  $0^\circ$  e 0 horas são

coincidentes e fixados de forma aleatória na casca esférica, no planetário 3D, porém no sistema astronômico real existe a referência real denominada ponto gama ( $\Upsilon$ ) que é o encontro do plano do equador com a eclíptica. Na Fig. 6 pode-se ver as marcações descritas na casca esférica.

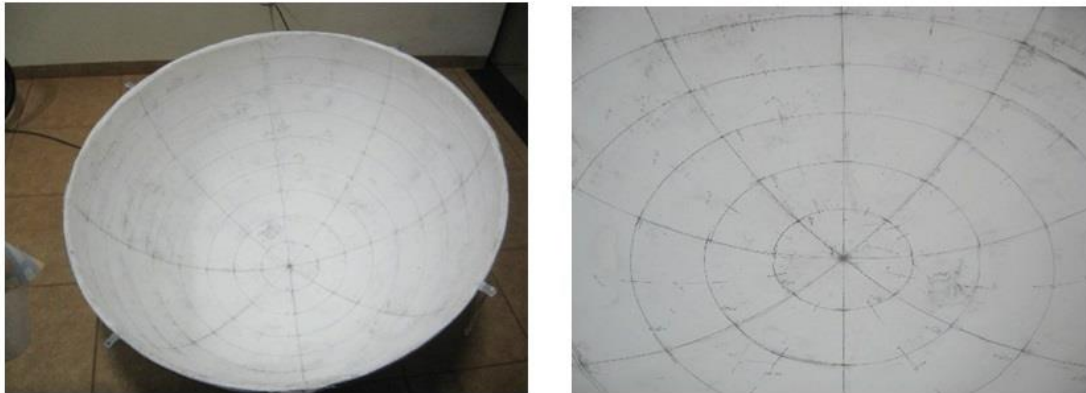


Figura 6. Marcação da grade de coordenadas equatoriais na casca esférica.

Uma vez conhecidas as coordenadas equatoriais das principais estrelas de uma constelação, que são facilmente encontradas na literatura [8,11,13,14,], os valores foram convenientemente convertidos em unidades milimétricas e criadas coordenadas apropriadas para fazer a marcação e registro das respectivas posições das estrelas sob a casca esférica. Assim, considerando que a casca esférica tenha um diâmetro de um metro ( $1 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$ ), o fator de conversão fica sendo:

Sabendo-se que o perímetro da esfera é dado por

$$C = 2 \times \pi \times r = \pi \times D \quad (3)$$

Onde,  $r$  = raio,  $D$  = diâmetro =  $2 \times r$

$$C = 2 \times 3,14156 \times 0,50 = 3,14156 \text{ m} = 314,156 \text{ cm} = 3141,56 \text{ mm}$$

$$\text{Ascensão reta} = 24 \text{ horas} \Rightarrow 3141,56 \text{ mm}, 1 \text{ hora} = 130,898 \text{ mm}$$

$$\text{Declinação} = 90^\circ \Rightarrow 785,39 \text{ mm}, 1^\circ (\text{grau}) = 8,7265 \text{ mm}$$

Como exemplo, podemos usar a estrela Antares da constelação de Escorpião cujas coordenadas são:

$$\text{A.R.} = 16 \text{ h } 29 \text{ m } 24 \text{ s} = 2158,5080 \text{ mm}$$

$$\text{DEC.} = -26^\circ 25' 55'' = 226,8904 \text{ mm}$$

**2.5. Escritas** - Os pontos cardeais nas cascas esféricas foram associados aos pontos cardeais locais. Na superfície ainda foram colocados os nomes das estrelas no formato normal, isto é, escrita alfabética e na escrita em Braille, para que tanto os NDV como os DV podem fazer a identificação e entender um pouco mais sobre Astronomia de Posição [17], como pode ser visto na Fig.7. As definições acima descritas são também colocadas nas duas formas de escrita, na entrada do planetário.

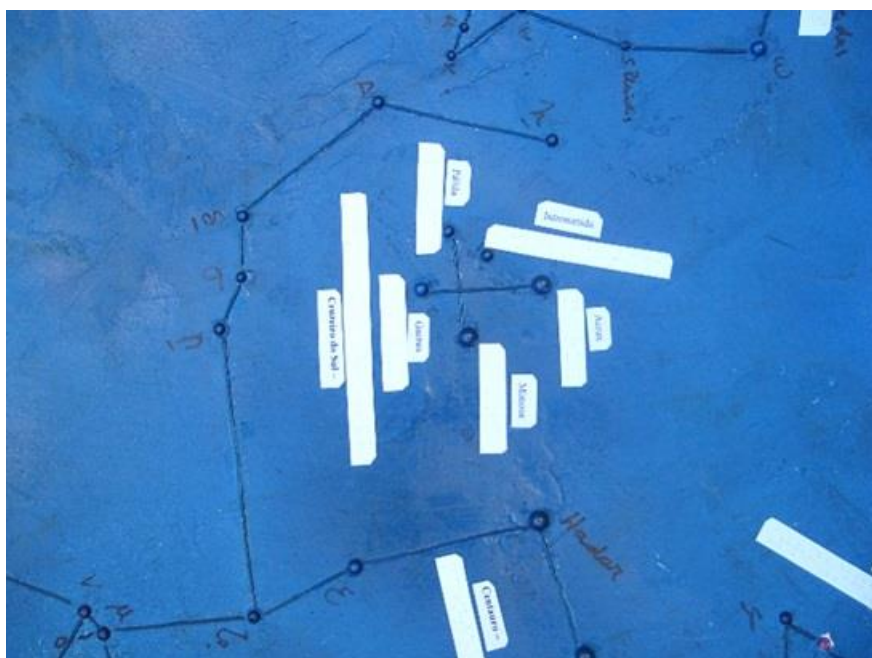


Figura 7. Fotografia da parte interna da casca esférica mostrando as duas formas de escritas, alfabética e braille, informando o nome das estrelas e a respectiva constelação abordada.

**2.6. Ajuste da Altura** - Como a expectativa é efetuar avaliações da funcionalidade desse sistema com DVs de diferentes faixas etárias, isso implica em lidar com pessoas de diferentes estaturas. Portanto, desenvolveu-se um mecanismo que possibilite ou facilite o acesso dos mesmos ao planetário, principalmente pelo fato de que a pessoa precisa usar o tato. O mecanismo consiste de dois trilhos feitos de metalão e que acomodam perfeitamente no seu interior outros dois perfis metálicos de metalão, sendo que os primeiros ficam fixos numa parede e os outros estão fixos na estrutura de madeira que suporta o hemisfério. Na Fig. 8 pode ver a estrutura metálica descrita e



todo o sistema pronto para uso. A altura pode ser controlada dentro de uma faixa de um a dois metros (1,0 – 2,0 m) usando-se um sistema de travas (vide detalhe na Fig. 8).

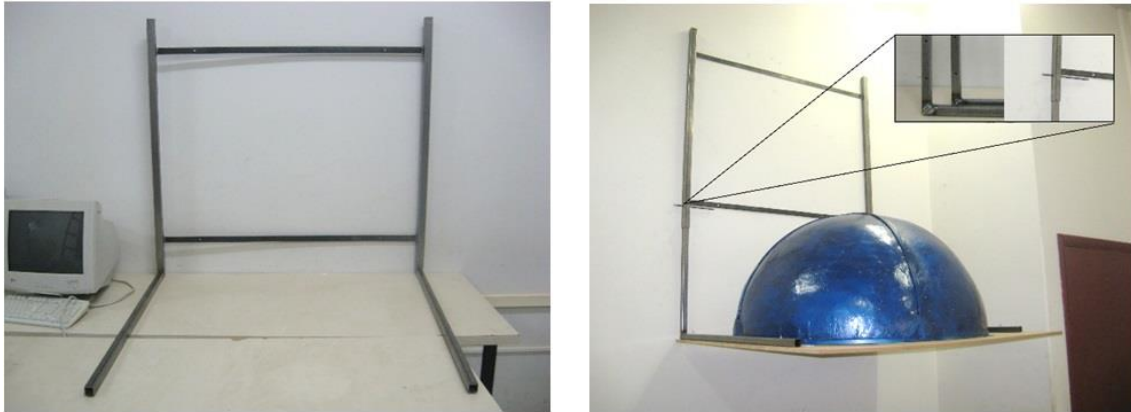


Figura 8: Fotografias do sistema de posicionamento e controle da altura do hemisfério e o sistema pronto para uso.

### 3. Resultados e Discussão

**3.1. Molde** - Para se construir os hemisférios descritos fez-se necessário a construção prévia de um molde a fim de que fosse possível e mais fácil de se efetuar a reprodução das duas unidades hemisféricas, ou seja, a norte e a sul. Assim, na Fig. 9 pode-se ver o molde em isopor com formato de  $\frac{1}{4}$  de uma esfera com diâmetro de 1 metro.



Figura 9: Fotografias da preparação e acabamento do molde em isopor e massa plástica para a construção dos hemisférios norte e sul celestes.

A construção do molde feita a partir de fatias infinitesimais (ver Tab.I) de isopor de uma casca esférica para compor esse um quarto de esfera foi um pouco trabalhosa em virtude de se evitar o uso de materiais não muito seguros para a saúde e também por não se possuir recintos e ferramentas apropriadas para tal fim, como seria o caso de se optar pelo uso de fibra de vidro. No entanto, pode-se dizer que o objeto final foi alcançado e com boa qualidade. Em termos de dimensões, ocorreram alguns desvios do esperado, mas estes ficaram em torno de 1%.

Tabela I. Dados obtidos através do uso programa EXCEL e equações definidas no item 3.1[18].

h(mm)	r(mm)	h(mm)	r(mm)	h(mm)	r(mm)	h(mm)	r(mm)	h(mm)	r(mm)
0	500	110	475,8	220	403,2	330	282,2	440	112,8
10	499,8	120	471,2	230	394,2	340	268,8	450	95
20	499,2	130	466,2	240	384,8	350	255	460	76,8
30	498,2	140	460,8	250	375	360	240,8	470	58,2
40	496,8	150	455	260	364,8	370	226,2	480	39,2
50	495	160	448,8	270	354,2	380	211,2	490	19,8
60	492,8	170	442,2	280	343,2	390	195,8	500	0
70	490,2	180	435,2	290	331,8	400	180		
80	487,2	190	427,8	300	320	410	163,8		
90	483,8	200	420	310	307,8	420	147,2		
100	480	210	411,8	320	295,2	430	130,2		

**3.2. Hemisférios** - A resina polimérica de poliuretana (EasyFlo 60) é muito fácil de ser preparada, manipulada e moldada [12]. Embora tenham sido feitas muitas partes para formarem cada um dos dois hemisférios, como é mostrado na Fig. 10, os resultados finais são compensadores. Tanto os ajustes para formarem os hemisféricos através de cortes como o alisamento da superfície puderam ser feitos utilizando-se estiletes e lixas para ferro. Posteriormente utilizou-se lixadeira elétrica para um melhor acabamento e economia de tempo no processo, mesmo porque foi ocorrendo uma maior familiarização com esse tipo de material.



Figura 10: Fotografias das placas poliméricas moldando a superfície esférica do molde e os dois hemisférios completos.

**3.3. Suporte** - As cascas esféricas ficaram com uma espessura da ordem de 5 mm e, devido a necessidade de se trabalhar bastante com essas superfícies e sua fragilidade, tornou-se necessário a introdução de um suporte metálico para uma sustentação mais adequada, a qual dividiu a semiesfera em quatro quadrantes fazendo com que as forças atuantes na mesma fossem assim também divididas e distribuídas uniformemente como pode ser visto na Fig.11.



Figura 11: Fotografia do suporte metálico ao lado da semi-esfera antes e depois da colocação.

**3.4. Acabamento (lixamento e pintura)** - Os acabamentos externos e internos foram feitos usando-se massa plástica, sendo que a mesma foi depositada em camadas intercaladas por lixamentos com lixas de diferentes gramaturas. A Fig.12 mostra algumas das etapas citadas, tais como, o lixamento da superfície interna de um hemisfério, emassamento parcial interno e externo e uma parte interna quase finalizada. Esse procedimento garantiu uma superfície interna bem acabada e que permitiu fazer uma marcação das coordenadas equatoriais para fixação das esferas e dos fios metálicos que irão representar as estrelas e as linhas de limitação das constelações, respectivamente.



Figura 12: Fotografias mostrando cada etapa do acabamento dado aos hemisférios interna e externamente.

Convém ressaltar que, a parte interna dos hemisférios recebeu um acabamento diferenciado devido ao fato de que o DV necessita ter um contato tátil afim de identificar as estrelas, as constelações e a escrita em braile. A pintura externa dos hemisférios foi feita de forma simples e rápida sem apresentar dificuldades, o que pode ser avaliado facilmente observando as fotografias apresentadas na Fig.13. Evidentemente que ao invés de utilizar tinta spray, facilmente encontrada no mercado nacional. Outra alternativa seria usar um pequeno compressor, porem a ideia foi de verificar o grau de dificuldade encontrada no procedimento, que neste caso pode se afirmar que foi inexistente.



Figura 13: Fotografias das etapas das pinturas externas dos hemisférios.

**3.5. Coordenadas, furos, esferas, fios de cobre e pintura** - A marcação das coordenadas equatoriais sobre a superfície interna dos hemisférios ficou relativamente fácil de ser feita após a fixação da grade equatorial, visto que, a primeira marcação foi a da ascensão reta e depois a declinação. Em alguns casos a precisão foi diferenciada devido ao fato de algumas estrelas apresentarem dados menos preciso, no entanto procurou-se limitar a precisão dentro de minutos para a R.A. e  $2,5^\circ$  para a DEC, como pode ser visto na Fig.14. Inicialmente, foi feita uma pesquisa na literatura e procurou-se usar as coordenadas das principais estrelas de cada constelação e, com auxílio do software livre Stellarium, marcou-se e furou-se os hemisférios utilizando as brocas associadas as magnitudes das estrelas como definido anteriormente (vide Fig.4) [9].

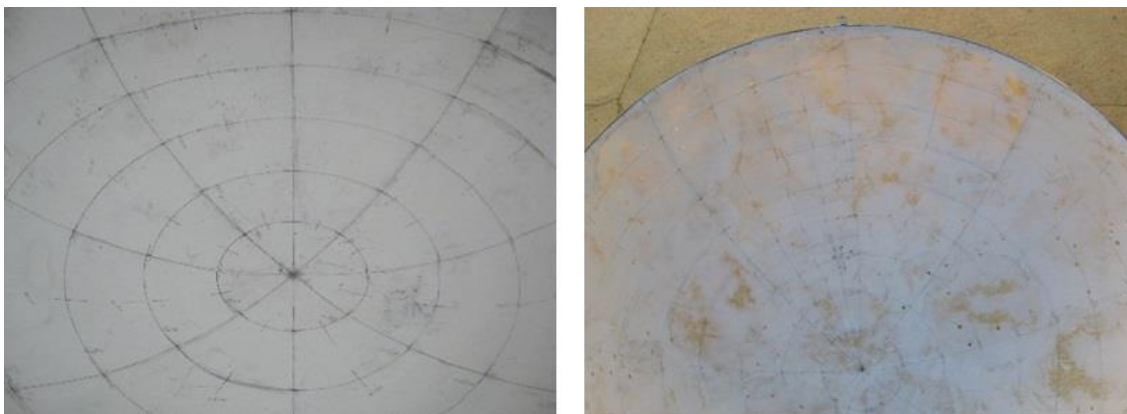


Figura 14: Detalhes das marcações da grade equatorial com diferentes níveis de precisão.

Assim, tem-se um total de 72 constelações e 565 estrelas distribuídas entre os dois hemisférios. Detalhes iniciais podem ser vistos na Fig. 15. Uma vez feitas todas as marcações das linhas que definem as constelações e os furos que definem as posições das estrelas, passou-se a fixação, com cola branca (Tenaz), dos fios metálicos de cobre e das esferas, sendo que se pode ter uma ideia melhor do resultado observando ambos os hemisférios na Fig. 16.



Figura 15: Fotografias com detalhes dos furos indicando as posições de cada estrela na respectiva constelação (destaque para a constelação do Cruzeiro do Sul, Vela, Escorpião, e Centauro).



Figura 16: Fotografias dos hemisférios norte e sul após a colagem dos fios e das esferas representando as linhas das constelações e as estrelas, respectivamente.

Com o objetivo de se ter uma superfície lisa e isenta de defeitos, rugosidade que poderiam afetar a sensibilidade tátil do DV, ainda foram feitas pinturas na parte interna dos hemisférios como pode ser visto na Fig. 17. Tanto as pequenas esferas como os fios metálicos das constelações passaram a ter a mesma cor azul, fato este irrelevante para o DV durante a leitura e mesmo para o NDV.

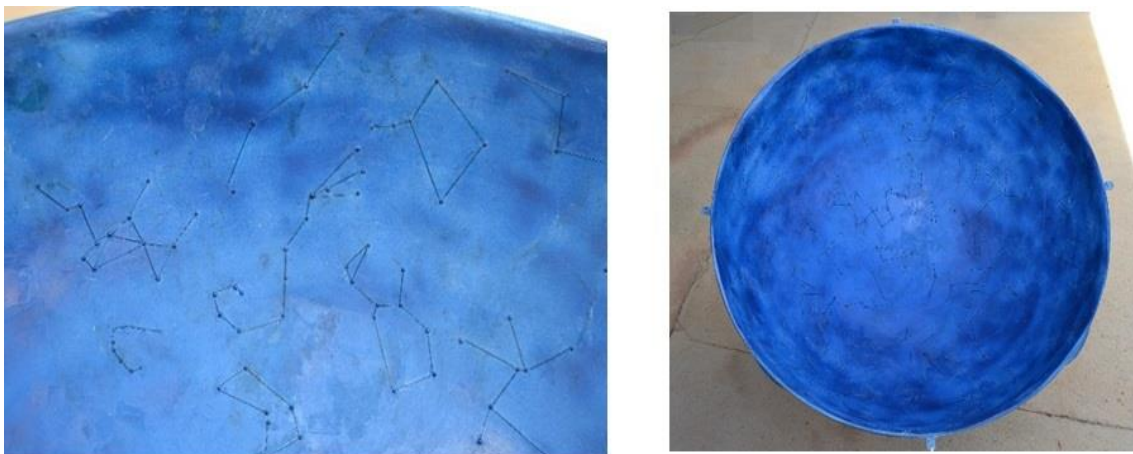


Figura 17: Fotografia destacando as esferas e fios metálicos após a pintura da superfície interna dos hemisférios.

**3.6. Escritas Braille e alfabética** - A colagem dos nomes das estrelas e das constelações escritas na forma braille e alfabética dispendeu uma maior atenção e

tempo devido ao fato de se evitar possível danos, especificamente na escrita em braile (ver Fig.18). Foi definido um padrão para a colagem, usando como referência a borda hemisférica que também está associada ao equador celeste, ou seja, as palavras, de maneira geral, foram alinhadas com a bordado hemisfério. Em alguns casos, quando haviam estrelas muito próximas ou pouco espaço colocou-se a palavra ligeiramente inclinada em relação a borda e bem próxima a respectiva estrela (ver Fig.18).

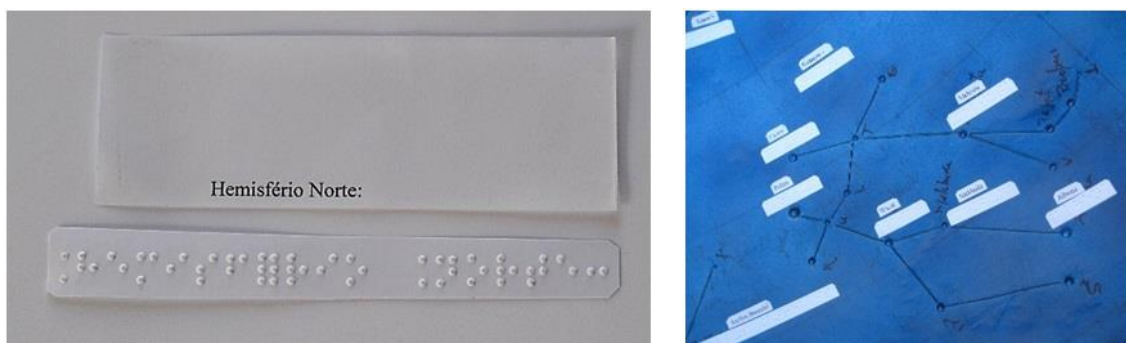


Figura 18: Fotografia das etiquetas das escritas em braile e alfabética coladas no interior dos hemisférios e o posicionamento das mesmas próximas as estrelas, com destaque para a constelação de gêmeos.

Interessante dizer que, todas as palavras escritas em braile iniciavam com uma letra maiúscula (pontos nas posições 1 e 3) que também serve de referencial para o DV.

**3.7. Suportes Parede** - A concepção dos suportes para os hemisférios foi simples e fácil de construir, porém apresenta o inconveniente de demorar no momento de ajustar para o uso, que depende da altura de cada indivíduo. No entanto, esse sistema já está sendo remodelado para um ajuste automático.

**3.8. Aplicações** - Inicialmente, o objetivo principal foi o de criar um instrumento que pudesse auxiliar no ensino e inclusão do deficiente visual na área da astronomia, visto que sempre se fala em ver constelações, estrelas, planetas, pontos cardeais, notícias, músicas e até hinos envolvendo o mesmo assunto, porém, dentro da pesquisa feita até o momento, não se viu nada que tenta fazer trabalho parecido, seja no Brasil ou América Latina [19]. O projeto não está limitado a inclusão do DV, de maneira geral, pode ser



utilizado para ensinar astronomia de posição e planetária a outros indivíduos deficientes ou não.

**3.9. Expectativas Medidas-Experimentos** - Foram feitos alguns experimentos com DV e pode-se perceber que a pessoa pode criar ou ter uma abstração mais fácil tanto do espaço físico ocupado pelas constelações e suas estrelas como a da abobada celeste. Pode interagir mais facilmente com um instrutor fornecendo um retorno de qualidade, com intermináveis perguntas talvez devido ao desconhecimento total do assunto. Assim, a expectativa de se introduzir mais detalhes nos hemisférios aumentou após os primeiros experimentos tornando o projeto mais abrangente. Os resultados e análises serão divulgados oportunamente.

#### **4. Conclusão**

Construiu-se duas semiesferas que representam os hemisférios celestes norte e sul contendo áreas limitadas por 72 constelações e mais de 500 estrelas ambas em alto relevo e contendo nomes em escrita braille e alfabética possibilitando a inclusão de deficientes visuais na área, mas que pode ser usado no ensino de astronomia para NDV. Através de experimentos foi possível observar uma fácil interação com e entre deficientes visuais utilizando esse tipo de instrumento de ensino. Novos experimentos estão em andamento. Até o momento, entende-se que esse tipo de instrumento é completamente inovador, pelo menos no Brasil.

#### **Agradecimentos**

Os autores são gratos a colaboração do Prof. Dr. Eder (DFQ-FEIS-UNESP) e do Henry “Hoby” Wedler (Doctoral student of Chemistry Department of UC Davis) pelas impressões em braille e sugestões e do Técnico Gilberto (Oficina Mecânica do DFQ-FEIS-UNESP) pelos serviços de usinagem e soldagem.

## Referências

- [1] - Friedlander, M.W. - *Astronomy: from Stonehenge to quasars* - Prentice Hall New Jersey 1985.
- [2] - Kepler de Souza Oliveira Filho e Maria de Fatima Oliveira Saraiva – *Astronomia e Astrofísica 2a Edição* Editora Livraria da Física São Paulo 2004.
- [3] - Jean Pierre Verder – *The sky: order and chaos* – Thames and Hudson Ltd, London and Harry N. Abrams, Inc., New York, 1992.
- [4] - William J. Kaufmann III and Roger A. Friedman – *Universe* – 5<sup>th</sup> Edition W.H. Freeman and Co., New York, 1998.
- [5] - Leo Marriott – *The Universe* – Chartwell Books, Inc. New Jersey 2004.
- [6] - James K. Blum – *The stargazer's* – Mallard Press New York 1990.
- [7] - Oscar T. Matsuura – *Atlas do Universo* – Editora Scipione Ltda. São Paulo 1996
- [8] - *Espaço e Planetas* – Abril Livros Ltda. – Rio de Janeiro 1995.
- [9] - Programa Stellarium - <http://www.stellarium.org/>
- [10] - I. Puig, S.J. - *Atlas de Astronomia* – 2ª Edição Livro Ibero-Americano, Ltda., Rio de Janeiro Edições Jover, S.A. Barcelona 1985.
- [11] - Mourão, R.R.F. - *Manual do astrônomo* - Jorge Zahar Editor 2º edição – Rio de Janeiro 1995.
- [12] - Resina polimérica - Kit de poliuretano (EasyFlo 60) 0,95 kg - [http://www.moldflexmodelagem.com.br/r\\_poliuretano.html#produto01](http://www.moldflexmodelagem.com.br/r_poliuretano.html#produto01)
- [13] - Mourão, R.R.F. – *Carta Celeste do Brasil* – Editora Francisco Alves, Rio de Janeiro 1990.
- [14] - Mourão, R.R.F. – *Atlas Celeste do Brasil* – 2ª Edição Editora Vozes Ltda., Rio de Janeiro 1997.
- [15] - Martin Rees - *Enciclopédia Ilustrada Universo: Um Mergulho no Cosmos* – Vols. IV e V - Duetto Editorial São Paulo 2008.
- [16] - Bell, L. - *The Telescope* - Dover Publications Inc. – New York 1981.
- [17] - Apostila Braille - <http://www.lapeade.com.br/publicacoes/documentos/Apostila%20Braille.pdf> Acesso em 07/05/2014 18:22 horas.

[18] - Microsoft Excel 2013 Version 15.0.4631.1004

[19] - Citação feita pelo Prof. Eder Pires de Camargo – de fato foi pesquisado o Hino Nacional que cita Sol, céu, Cruzeiro,

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Hino\\_Nacional\\_Brasileiro](http://pt.wikipedia.org/wiki/Hino_Nacional_Brasileiro); e o Hino à Bandeira – que cita Cruzeiro do Sul, céu, [http://pt.wikipedia.org/wiki/Hino\\_%C3%A0\\_Bandeira\\_do\\_Brasil](http://pt.wikipedia.org/wiki/Hino_%C3%A0_Bandeira_do_Brasil);

Acesso em 12/08/2014 16:15 horas