

## Produtos e Materiais Didáticos

# Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual

(*Development of activities for the perception and identification of the sky by visually impaired persons*)

Tânia P. Dominici<sup>1</sup>, Ednilson Oliveira<sup>2</sup>, Viviane Sarraf<sup>3</sup> e Fernanda Del Guerra<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Observatório Astronómico de Lisboa, Centro de Astronomia e Astrofísica, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal*

<sup>2</sup>*Universidade do Grande ABC, Santo André, SP, Brasil*

<sup>3</sup>*Fundação Dorina Nowill, São Paulo, SP, Brasil*

<sup>4</sup>*Elo3 Integração Empresarial, São Paulo, SP, Brasil*

Recebido em 25/4/2008; Aceito em 28/8/2008; Publicado em 27/2/2009

O presente trabalho se propõe a discutir o ensino prático da Astronomia para o público deficiente visual e oferecer soluções através do desenvolvimento de material didático criado exclusivamente para este fim. Descrevemos aqui o início do processo de desenvolvimento de um kit contendo, entre outros itens, diversos mapas celestes, uma esfera celeste e constelações tridimensionais, todos com aplicações em relevo.

**Palavras-chave:** ensino de astronomia, deficiência visual.

The objective of this work is to discuss the teaching of Astronomy for visual impaired people and to offer solutions through the development of adapted instructional material. We describe here the beginning of the development process of a set of materials containing celestial maps, a celestial sphere and threedimensional constellations with applications in relief.

**Keywords:** astronomy teaching, visually impaired persons.

## 1. Introdução

Em vários momentos da vida, todos nós paramos para olhar o céu. Mesmo nas grandes cidades, a noite oferece visões que levam ao deslumbramento e à reflexão: a Lua, Vênus, Saturno, Júpiter, Marte, o Cruzeiro do Sul, as Três Marias... O fato pouco conhecido dos admiradores do céu noturno é que enxergamos uma fração muito pequena da informação emitida pelos objetos no Universo.

A observação direta dos processos físicos que ocorrem no Universo é primariamente limitada por dois fatores: a atmosfera absorve boa parte da radiação eletromagnética proveniente dos objetos astronômicos e os nossos olhos só podem captar uma fração bastante limitada desta informação: a chamada radiação visível (aproximadamente no intervalo entre 3900 e 7800 Å, podendo variar ligeiramente para cada indivíduo) [1, 2]. Quando discutimos o olho humano como detector estamos falando da parte óptica propriamente dita e dos processos neurológicos que levam à formação da imagem final pelo cérebro.

Como se não bastasse serem sensíveis a apenas uma

faixa estreita de energia, os nossos olhos desperdiçam muita informação. Um detector ideal deve apresentar uma resposta diretamente proporcional à informação recebida. No entanto, o olho humano responde de forma logarítmica à luz incidente [2]. Portanto, o que vemos no céu noturno a olho nú é uma porção ínfima da informação disponível no Universo: todos nós somos predominantemente cegos para a Astronomia.

Então, como podemos explorar e entender o Universo? Para isso os cientistas buscam “criar olhos” a fim de enxergar as informações que a princípio não estão acessíveis e as reprocessa para analisá-las da maneira mais homogênea possível. Isso porque, dependendo da faixa de energia a ser observada, não se obtém diretamente uma “imagem” dos objetos astronômicos como estamos habituados a ver nos livros e na imprensa de maneira geral, sendo necessárias técnicas especiais de medida e reconstrução matemática para se conhecer o “aspecto” de uma dada fonte na maior parte do espectro eletromagnético.

Antenas para a radioastronomia, satélites para observar a informação que é absorvida pela atmosfera terrestre (ultravioleta, raios-X, por exemplo); detec-

<sup>1</sup>E-mail: tdominici@lna.br.

tores de alta tecnologia para o óptico, infravermelho; telescópios Čerenkov para os raios-gama, entre outros: os “olhos” dos astrônomos têm sido tecnologicamente aprimorados há 400 anos, desde o primeiro telescópio de Galileu (1609).

Diferentes culturas associaram ao céu observável a olho nú sentidos e figuras diferentes. Em comum está o fato das variações do céu ao longo do tempo serem usadas como base para os calendários e medidas de tempo em geral, para a localização geográfica e planejamento do plantio e colheita de alimentos. Os indígenas brasileiros tinham o seu próprio sistema de constelações, obviamente com peculiaridades entre as distintas tribos e regiões do país. Estas informações foram recuperadas através do trabalho pioneiro do astrônomo Germano Afonso [4]. Como exemplo, na mesma área do céu onde estão as bem conhecidas constelações do Escorpião e do Cruzeiro do Sul, algumas tribos viam a figura de uma Ema. Esta constelação aparecia ao anoitecer no inverno e os índios a associavam ao frio e à escassez de comida. Outro exemplo interessante é o atlas astronômico de Julius Schiller [5], o *Coelum Stellatum Christianum* (1627), no qual ele redefinia as constelações através de figuras bíblicas.

As constelações que são hoje oficialmente reconhecidas começaram a ser documentadas por Claudius Ptolomeu (Egito, 85-165 D.C.). Ptolomeu compilou 48 constelações constituídas por 1022 estrelas em seu tratado astronômico *Almagesto* (“O grande tratado”) e que ficaram conhecidas como sendo as constelações ptolomáicas. Os astrônomos alemães Johann Bayer (1572-1625) e Johanes Hevelius (1611-1689) e o astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille (1713-1762) viriam a completar a lista de um total de 88 constelações que foram oficializadas pela União Astronômica Internacional (*International Astronomical Union*, IAU) em 1922. De fato, as constelações oficiais são áreas do céu e não apenas as estrelas que formam figuras peculiares [3]. Assim, uma constelação é constituída não apenas pelas estrelas que formam os desenhos através de linhas imaginárias, mas por todas aquelas que pertencem à área correspondente delimitada no céu.

Conforme o exposto, sem instrumentos especiais a única informação astronômica acessível a todos, exceto para os portadores de deficiência visual, é o céu estrelado e as suas variações. No entanto, sabemos que uma grande variedade de informações físicas ([1-3]), históricas e culturais (por exemplo [4, 5]) podem ser extraídas da observação do céu noturno. Enfim, seria mesmo impossível preencher a lacuna e proporcionar às pessoas com deficiências visuais a oportunidade de contemplar o céu?

<sup>2</sup>Portadores de baixa visão, visão subnormal ou cegueira total.

O presente trabalho corresponde à parte inicial de um amplo projeto que se propõe a discutir o ensino prático da Astronomia para o público deficiente visual<sup>2</sup> e oferecer soluções através do desenvolvimento de material didático criado exclusivamente para este fim. O objetivo é mostrar o céu noturno fazendo uso e adaptações de algumas das suas representações usuais: em particular a esfera e os mapas celestes.

O conceito de esfera celeste é proveniente da percepção na Grécia Antiga de que estamos no centro de uma imensa esfera, girando ao nosso redor, e em cuja superfície as estrelas estão fixas. Embora hoje saibamos que o movimento aparente das estrelas é devido à rotação da Terra, as estrelas estão de fato a diferentes distâncias entre si e que a esfera celeste é apenas um efeito de projeção, os astrônomos fazem uso desta idéia para definir os seus sistemas de coordenadas. Os mapas celestes, por sua vez, são a projeção da esfera celeste em um plano, como vista de uma certa localização geográfica e em um dado horário. O horizonte é representado através de uma circunferência que engloba toda a representação do céu. O ponto central desta circunferência corresponde ao zênite, ou seja, o centro do mapa mostra os objetos que devem estar imediatamente acima da cabeça do observador no horário e local correspondentes ([1-3]). Podemos incluir elementos diversos no mapa, como a linha da eclíptica (ou zodiacal) e os desenhos das constelações. Um exemplo de um mapa celeste é mostrado na Fig. 1.

Além de elaborar materiais manuseáveis, fica claro que é necessário investigar como lidar com conceitos subjetivos como o infinito e a definição de horizonte com o público deficiente visual. Neste último caso, tomamos como guia uma frase de Evgen Bavcar [6]:

O teu horizonte é até onde você pode ver.  
Se você vê com as mãos, logo o teu horizonte  
é até onde você pode tocar.

Bavcar, que ficou cego em decorrência de dois acidentes na juventude, é um fotógrafo esloveno; utiliza em seu trabalho técnicas de multi-exposição e explora o contraste entre a luz e ambientes escuros. Suas fotos, que ele conhece através da descrição de amigos, desperta nele o que chama de “prazer estético indireto”. Sobre a contradição em desenvolver um trabalho tão “visual”, Bavcar, que também é doutor em Filosofia, declarou: “O mundo não é separado entre os cegos e os não cegos. A fotografia não é exclusividade de quem pode enxergar. Nós também construímos imagens interiores” [6]. Isso dito e estendendo a idéia para todo o tipo de informação predominantemente visual, qual seria o obstáculo para proporcionar uma noite de observação às pessoas com restrições visuais?

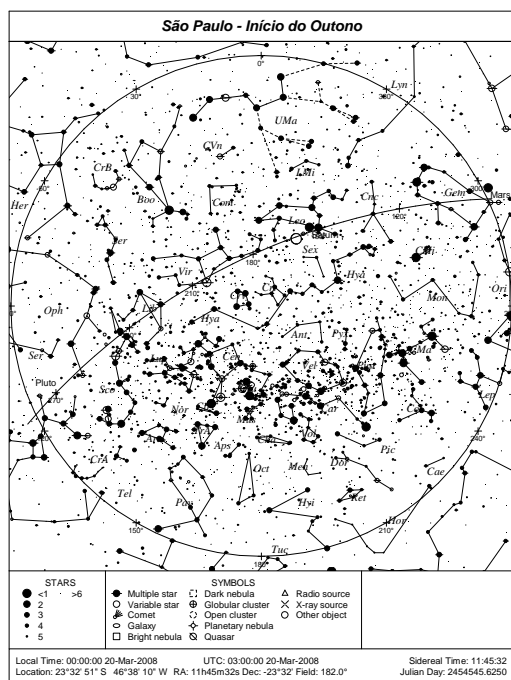


Figura 1 - Mapa celeste para São Paulo na noite de 20 de março de 2008. A grande circunferência indica o horizonte e o seu ponto central corresponde ao zênite. São mostradas estrelas até magnitude 6, que é o limite alcançado pelo olho humano em condições de céu privilegiadas (noites de céu aberto, sem Lua e sem a poluição luminosa das grandes cidades). As constelações, com seus nomes e desenhos, também podem ser vistas. A linha que atravessa o mapa corresponde à eclíptica, por onde transitam os planetas, o Sol, a Lua e as constelações zodiacais. O tamanho apresentado para a estrela representa apenas seu brilho observado e não tem nenhuma vinculação com seu tamanho real. Quanto mais brilhante é a estrela no céu, maior é sua representação no mapa. Produzido com o programa *SkyMap* (<http://www.skymap.com>).

## 2. Desenvolvimento do material didático

Já sabemos que há muitas coisas para serem observadas no céu noturno e este pode ser bem representado através da esfera e dos mapas celestes. A questão é como tornar estas representações acessíveis e da forma mais clara possível ao público não-vidente. A primeira idéia no sentido de viabilizar o projeto veio da observação do material multisensorial desenvolvido para o Museu do Instituto Adolfo Lutz (MusIAL) pelos doutores Pedro Federsoni, Silvana Calixto e equipe [7]. Com a preocupação de permitir aos não-videntes que tomassem ciência do espaço físico que estavam visitando, foi criada uma planta do prédio daquela instituição em alto relevo, como no modo Braille. O trabalho foi todo realizado artesanalmente, com papel *Canson* (papel popular para desenho), alfinetes e outros materiais para criar punções de baixo custo.

A tentativa inicial de fazer um mapa celeste em relevo procurou seguir esta técnica. No entanto, outras alternativas foram investigadas, principalmente devido

à dificuldade prática de criar os mapas com todos os seus detalhes desta maneira. Começamos então a explorar a utilização de tinta-relevo, facilmente encontrada em papelarias e grandes supermercados. Os primeiros esboços dos mapas foram assim feitos, em tamanho A4 e fundo claro. Também foi realizada a aplicação de tinta-relevo sobre uma pequena esfera celeste feita de plástico e com 10 cm de diâmetro e uma maquete da constelação de Órion tridimensional, mostrando a distância relativa entre as estrelas em escala e utilizando para montá-la barbantes, papel alumínio e Espuma Vinílica Acetinada (EVA).

Este foi o material apresentado durante a primeira visita à Fundação Dorina Nowill (<http://www.fundacaodorina.org.br>). Criada em 1946 pela professora Dorina Nowill e voluntários, a Fundação tem como missão disponibilizar e difundir material em Braille, realizar pesquisas, oferecer programas educacionais e de reabilitação àqueles que possuem restrições visuais. Possui a maior imprensa Braille da América Latina e é responsável pela produção da maior parte do material didático utilizado pelos estudantes cegos no Brasil.

Recebemos então os detalhes para a correta adequação técnica e desenvolvimento do material. A primeira recomendação foi de que os mapas deveriam ser maiores para serem melhor manuseados, pelo menos em tamanho A3. Outro ponto em relação aos primeiros protótipos é que, além do relevo ser agradável ao toque, é necessário que se faça uso de diferentes texturas para demonstrar os distintos elementos presentes no céu. Também a partir deste momento o material começou a ser desenvolvido em parceria com a Fundação Dorina Nowill, que possui um grupo de deficientes visuais especializados em analisar ambientes e materiais quanto à sua acessibilidade e conveniência. Foram realizadas duas reuniões de avaliação, cujos detalhes e resultados são discutidos nas próximas seções. O grupo de avaliação é constituído por funcionários, voluntários e clientes da Fundação. São indivíduos com idades e formações diversas, portadores de cegueira total, de nascença ou adquirida, ou visão subnormal.

É importante ressaltar que o material, cujo desenvolvimento inicial é descrito aqui, não pretende ser auto-explicativo. Também não pretende oferecer respostas definitivas: o objetivo é fomentar a discussão.

Algumas situações e conceitos em particular foram escolhidos para o trabalho de desenvolvimento do material didático e das atividades sugeridas a partir dele, são eles:

- As mudanças do céu ao longo do ano;
- Comparação entre os Hemisférios Sul e Norte, mostrando o céu em diferentes locais e nas mesmas épocas;
- O céu com diferentes níveis de poluição luminosa;

- As figuras das constelações e a sua subjetividade;
- A Via Láctea e a estrutura da Galáxia.

As imagens de uma das avaliações apresentadas ao longo deste trabalho foram obtidas pelo fotógrafo Paulo Pepe, com a prévia autorização do grupo.

## 2.1. A primeira reunião de avaliação do material

Depois da primeira discussão na Fundação, decidiu-se pela tinta-relevo em detrimento do modo Braille para a elaboração dos mapas. Estes foram refeitos em tamanho A3 em papel sulfite aplicado sobre *Canson* (utilizado aqui apenas para dar rigidez aos mapas) em fundo claro. O horizonte foi criado com barbante para artesanato, assim como a linha da eclíptica. As estrelas foram aplicadas com a tinta-relevo e os planetas e a Lua com pequenos círculos de EVA (representando a fase correspondente no caso da Lua). Para as linhas imaginárias indicando os desenhos das constelações utilizamos linha de costura comum. Neste caso não é possível fazer colagens, uma vez que os segmentos das figuras podem ser muito pequenos, então os desenhos das constelações foram literalmente costurados. A Fig. 2 mostra os detalhes das aplicações em relevo em um dos mapas.

Cada situação é demonstrada por dois mapas que idealmente devem ser manuseados lado-a-lado: um apenas com o horizonte, as estrelas e os planetas (e a Lua, se for o caso) e o segundo para o mesmo local e horário mas com os desenhos das constelações e a linha imaginária da eclíptica. A situação é diferente para a demonstração dos efeitos da poluição luminosa. Neste caso um dos mapas possui o horizonte e as estrelas aplicadas em tinta-relevo até o limite que pode ser observado pelo olho humano (magnitude menor do que 6) em uma idealizada e despoluída São Paulo e o segundo mapa é feito apenas com as estrelas mais brilhantes (magnitude menor do que 2,5, aproximadamente), que realmente podem ser observadas em noites sem nuvens. Estes mapas são mostrados na Fig. 3.



Figura 2 - Detalhes de um dos mapas utilizados na primeira sessão de avaliação. As estrelas foram feitas com tinta-relevo; o horizonte e a linha da eclíptica com barbante para artesanato; o planeta Marte é um pequeno círculo de EVA e os desenhos das constelações foram costurados ao mapa com linha comum. Foto: Paulo Pepe.

Em resumo, o material avaliado na primeira sessão de avaliação (dezembro de 2006) foi constituído por:

- Conjuntos mostrando as diferenças do céu noturno entre o Hemisfério Sul e o Hemisfério Norte, totalizando quatro mapas (dois mapas para cada Hemisfério, com e sem os desenhos das constelações);
- Os dois mapas demonstrando os efeitos da poluição luminosa em São Paulo (Fig. 3);
- A esfera celeste de 10 cm de diâmetro (Fig. 4);
- A constelação de Órion tridimensional (Fig. 5).

Antes de mais nada, procuramos tomar contato com as vivências e expectativas dos membros do grupo de avaliação, constituído por onze pessoas. Todos se mostraram muito interessados na proposta e houve declarações de que “ver” o céu era realmente um desejo. Alguns possuíam cegueira de nascença, enquanto outros haviam perdido a visão por doença (diabetes ou perda gradativa por problemas degenerativos). Aprendemos na ocasião que a pessoa que um dia enxergou com o tempo perde as referências da visão. Ou seja, as “imagens interiores” construídas na época de vidente perdem-se ou alteram-se com o tempo.

Também estiveram presentes no encontro uma fisioterapeuta e uma terapeuta ocupacional da Fundação. Seguem algumas das principais questões e impressões originadas a partir da apresentação do material.

*O material é agradável de tocar* - o grupo foi unânime em relação à adequação do material utilizado;

*É fácil manusear a esfera celeste* - No entanto, questionamos se eles preferiam que ela fosse maior e o grupo afirmou que sim;

*O efeito da poluição luminosa é surpreendente* - O grupo ficou surpreso ao verificar como a atuação do homem no meio ambiente cada vez mais cria obstáculos para a observação do céu noturno. Como era desejado, isso levou à discussão sobre o que era a poluição luminosa e o como poderia ser evitada ou amenizada, dentro de um contexto de consciência e preservação ambiental;



Figura 3 - Mapas demonstrando o efeito da poluição luminosa em São Paulo durante sessão de avaliação do material. Foto: Paulo Pepe.



Figura 4 - Esfera celeste de 10 cm de diâmetro com aplicações em relevo, durante reunião de avaliação na Fundação Dorina Nowill. Foto: Paulo Pepe.

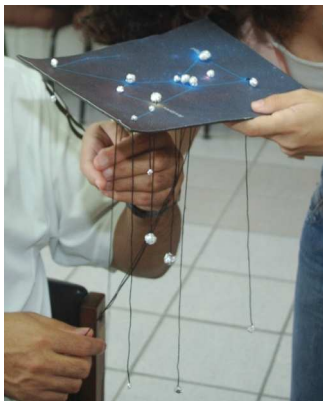


Figura 5 - Primeiro protótipo da constelação de Órion 3D. Realizada com barbantes, papel alumínio e EVA. Fotos: Paulo Pepe.

*Os mapas devem ter fundo claro?* - Este ponto foi levantado por uma das profissionais de saúde da Fundação. Segundo ela, seria interessante avaliar se os mapas feitos com o fundo escuro e com as estrelas em tinta-relevo dourada não seriam mais adequados às pessoas com baixa visão, uma vez que o contraste seria maior;

*Detalhes das constelações e facilidade de manuseio dos mapas* - O grupo comentou que por vezes é difícil perceber os detalhes das constelações dentro dos mapas e solicitaram que elas pudessem ser manuseadas também à parte e ampliadas, para melhor entendimento. Ficou claro para os participantes que, quanto maior o objeto no mapa, mais brilhante ele parece no céu;

*A constelação 3D é muito bem sucedida no que se propõe* - Apesar de ser uma peça simples e bastante improvisada, a constelação de Órion tridimensional parece transmitir com clareza a idéia de que as figuras no céu são apenas um efeito de projeção e que as estrelas estão, de fato, distantes entre si. Esta idéia entusiasmou alguns dos participantes, com comentários como: *Então o que se vê no céu é uma ilusão!*;

*As estrelas não têm pontas?* - Esta foi uma questão surpreendente porque em nenhum momento da elabo-

ração do projeto e dos protótipos foi lembrado que as pessoas associam às estrelas um formato com pontas e certamente este público tem tido experiências tácteis nas quais objetos com pontas são associados à “forma de estrela”. Logo, fez-se necessário explicar o que é uma estrela e porque popularmente acredita-se que elas têm pontas. Este novo ponto foi incluído para ser discutido e trabalhado durante a futura utilização do material.

As estrelas são, basicamente, esféricas. Esta é a forma na qual elas, que são constituídas de gás ionizado, alcançam o equilíbrio. A energia das estrelas é proveniente do processo de fusão de elementos químicos no seu interior. Elas se mantêm pelo equilíbrio entre a força exercida pela radiação gerada no processo de fusão, com a conseqüente pressão do gás quente para fora, e a força gravitacional do gás, atrativa.

Mas porque então achamos que elas têm pontas? Quando olhamos as estrelas elas parecem piscar e em algumas noites cintilam mais do que em outras. Esta cintilação, que faz com que as estrelas pareçam ter pontas, é devida à atmosfera terrestre. Sabemos que quando a luz passa de um meio para outro ela sofre desvios devido à refração. A luz proveniente das estrelas, conforme vai atravessando a atmosfera, sofre vários desvios e cria a impressão de que elas piscam e possuem pontas. Chamamos este efeito de *seeing*, em particular quando é devido à turbulência nas camadas mais baixas da atmosfera. Quanto mais turbulento o ar, maior o efeito de cintilação. É claro que as estrelas sofrem variações intrínsecas de brilho em diversas escalas de tempo, mas estas só podem ser observadas sem o auxílio de instrumentos em casos raros e excepcionais. Nas imagens obtidas por telescópios existe uma outra explicação para as pontas que são vistas nas estrelas brilhantes. Neste caso elas resultam da figura de difração formada devido ao suporte do espelho secundário do telescópio, ou seja, é um efeito fora do escopo do nosso trabalho, que se concentra no céu que pode ser observado a olho nu.

*O que é o horizonte?* - A nossa “questão-chave” não tem resposta única para o público-alvo, visto que é um conjunto heterogêneo de pessoas, com diferentes vivências culturais. De maneira geral, houve uma certa dificuldade em entender as linhas imaginárias (por exemplo, confusão entre a linha da eclíptica e o equador, que não faz parte dos mapas). Para alguns é convincente quando dizemos que o centro do círculo (que representa o horizonte) é o ponto imediatamente acima de nossas cabeças (zênite) e que, com esta referência, as estrelas do mapa parecem no céu projetadas na superfície de uma esfera imaginária de grande raio, longe do nosso alcance. A tradução entre as diferentes representações do céu e a projeção espacial é certamente o maior desafio pedagógico deste projeto. Uma boa alternativa é propor uma discussão em grupo, com o público trocando impressões sobre a definição de hori-

zonte.

*Os mapas têm um efeito altamente contagioso...* - Durante a sessão de avaliação ficou claro que os mapas tiveram um significativo impacto também sobre o público vidente presente no encontro. As pessoas tomam ciência de que, mesmo podendo enxergar, elas ignoram o céu noturno e a quantidade de informação e beleza disponível. O trabalho com o material é de descoberta e de interação entre os videntes e os não-videntes. Este ponto inspirou a ampliação das atividades para um público mais amplo, como discutido brevemente na seção 4.

## 2.2. A segunda reunião de avaliação do material

A segunda reunião de avaliação ocorreu em março de 2007. Parte do material foi reelaborado levando em conta as discussões provenientes do primeiro encontro. Os itens apresentados, adicionais aos listados na seção 2.1, foram os seguintes:

- A nova esfera celeste de 21 cm com as estrelas aplicadas com tinta-relevo (Fig. 6);
- Um conjunto de mapas celestes impressos com o fundo escuro e com as aplicações em relevo realizadas como já descrito anteriormente (Fig. 7);
- Seis constelações criadas com a aplicação de tinta-relevo dourada sobre papel-cartão preto e com as linhas imaginárias que formam os desenhos costuradas com linha comum (Fig. 8);



Figura 6 - A esfera celeste de 21 cm de diâmetro, comparada com a de 10 cm, feita segundo as recomendações do grupo e avaliada na segunda reunião. Foto: Paulo Pepe.



Figura 7 - Protótipos dos mapas celestes com fundo escuro, buscando avaliar a melhor alternativa para portadores de baixa visão. Foto: Paulo Pepe.



Figura 8 - Avaliação das figuras das constelações mostradas ampliadas e de forma independente dos mapas celestes. O material foi criado seguindo sugestões do grupo de avaliação durante o primeiro encontro e demonstrado na segunda ocasião. Foto: Paulo Pepe.

O grupo de avaliação foi constituído por nove pessoas, incluindo voluntários que estiveram presentes no primeiro encontro, além de alguns profissionais da área da saúde da Fundação. Em particular, foi convidado um portador de baixa visão para tentar analisar se o contraste nos mapas com fundo escuro favorecia a utilização do material, buscando assim a resposta à questão levantada na primeira reunião. Os principais resultados da avaliação são listados a seguir.

*A nova esfera celeste de 21 cm* - A esfera maior certamente facilita o manuseio, mas o grupo comentou que seria necessário indicar os desenhos das constelações para um melhor entendimento. Após esta segunda reunião, testamos várias possibilidades para incluir os desenhos das constelações. Encontramos como alternativa fazer um baixo-relevo, traçando as linhas com um estilete. A sensação táctil é agradável, a informação é passada de forma clara e não compromete a imagem visual da esfera;

*As constelações mostradas em detalhes* - O grupo aprovou o material, sugerido por eles mesmos, onde as constelações são mostradas à parte dos mapas celestes e ampliadas;

*A análise dos mapas com o fundo escuro* - O participante convidado para avaliar se os portadores de baixa visão seriam mais favorecidos com os mapas executados em fundo claro ou escuro disse não encontrar muitas diferenças entre as duas opções. Entretanto, na discussão com os videntes presentes, concluiu-se que o mapa com fundo escuro era mais coerente com a realidade e atrativo ao público em geral.

*Legendas em Braille e a informação a ser disponibilizada* - Esta foi uma ampla discussão apenas iniciada durante o encontro. O grupo comenta que as legendas são importantes como complementação do material,

mas também nos alerta de que é necessário que haja a menor quantidade possível de informação escrita no meio dos mapas. As informações a serem incluídas poderiam ser os nomes das constelações, indicação das magnitudes, nomes dos planetas e das principais estrelas. Considerando o resultado da avaliação, a maior parte destes dados devem ser disponibilizados à parte dos mapas.

### 2.3. Composição final do kit

Após as duas reuniões de avaliação, foi possível traçar qual poderia ser a composição final do kit. Este foi elaborado de modo que possam ser realizadas atividades com públicos de todas as idades - crianças e adultos, fazendo uso dos mesmos materiais didáticos mas restringindo (ou ampliando) os conceitos apresentados de acordo com a bagagem prévia do grupo envolvido. O planejamento de atividades específicas tendo o material como base será apresentado em outra oportunidade. Sumarizamos abaixo a constituição final para o kit:

- Oito mapas celestes em relevo fabricados em tamanho A3, sendo quatro para o Hemisfério Norte (Lisboa) e quatro para o Hemisfério Sul (São Paulo). São dois mapas para o céu de verão e de inverno nos diferentes Hemisférios, um com a ligação das constelações e outro só com as estrelas e planetas;
- Três mapas mostrando a mudança do céu ao longo de uma noite, com os desenhos das constelações, para uma melhor referência em relação à rotação da Terra;
- Dois mapas celestes em relevo, fabricados em tamanho A3, mostrando os efeitos da poluição luminosa em São Paulo: um deles com todas as estrelas até o limite da visão humana (magnitude menor do que 6) e outro considerando a iluminação urbana (magnitude limite de  $\sim 2.5$ );
- Catálogo com 14 constelações separadas em relevo, sendo as 12 zodiacais “clássicas” (excetuando Ofiúco), mais Órion e o Cruzeiro do Sul, em tamanho A4;
- 2 constelações tridimensionais: Órion (com as Três Marias) e o Cruzeiro do Sul;
- 1 esfera celeste de 21 cm de diâmetro com as estrelas em relevo e os desenhos das constelações em baixo-relevo;
- 1 livro voltado aos educadores com os principais conceitos astronômicos, descrição do kit, sugestões de aplicação e depoimentos.

## 3. Discussão

Ao longo deste trabalho apresentamos as motivações e o desenvolvimento inicial de um projeto visando oferecer às pessoas com deficiência visual acesso à beleza e a algumas das informações científicas que podem ser obtidas através da observação do céu noturno. Em particular, desenvolvemos um kit com material didático adaptado, que foi sendo avaliado por um grupo especializado reunido pela Fundação Dorina Nowill.

Mas, até que ponto o material desenvolvido consegue transmitir aos não-videntes o céu como nós o vemos? Esta foi uma pergunta constante ao longo do processo mas não é necessariamente o objetivo de todo este trabalho. Os mapas são uma linguagem para descrever o céu (ou a tradução de uma linguagem?) e, como todas as linguagens, esta é limitada porém dinâmica. Deve evoluir e desenvolver-se de acordo com as necessidades da comunicação, tendo como agentes transformadores os próprios indivíduos que dela fazem uso.

Alguns pontos essenciais para a transmissão dos conceitos necessários para entender o céu noturno, como as explicações sobre o infinito e o horizonte, ficaram longe de serem resolvidos durante a fase inicial do desenvolvimento do material. Certamente o contato com educadores especializados neste público e a própria discussão entre os não-videntes durante a apreciação do material, enriquecerá ainda mais o debate. Considerando a particularidade da história de cada não-vidente, o desafio da proposta de proporcionar uma noite de observação astronômica para este público apenas começa a se delinear aqui.

Uma agradável surpresa foi o impacto do material junto ao público vidente. As pessoas se dão conta de que deixam de aproveitar uma valiosa fonte de informação científica, histórica, cultural e (por que não?) de diversão. Muitos não percebem que foi a partir da simples observação do céu que foram levantadas as questões mais fundamentais do homem e que dela também começaram a surgir as primeiras respostas. Também se surpreendem com a constatação dos efeitos da poluição luminosa e, para muitos, esta é a primeira vez que o assunto aparece como uma séria questão ambiental. “Tocar o céu” atinge o público vidente de uma outra maneira e a leitura dos mapas celestes em relevo parece ser para as pessoas em geral muito mais estimulante do que as versões habituais deste material, às quais elas têm fácil acesso. Ballesterro-Álvarez [8] nos lembra do papel da multissensorialidade no aprendizado e no desenvolvimento da criatividade. Comenta o autor que é deste modo que as crianças começam a explorar o mundo e a repressão destes estímulos prejudica o desenvolvimento infantil. Ao longo da vida, a nossa percepção do meio continua sendo multissensorial, mesmo se não nos dermos conta disso (ligamos sons e cheiros a lugares ou memórias, por exemplo). Citando explíci-

tamente Ballesteró-Álvarez [8]: “Dessa maneira, não existe um método individualizado de observação para não-videntes e outro para videntes, mas sim um método universal de observar, utilizando a maior quantidade de sentidos que lhe são disponíveis para observação e apreensão”.

Por fim, o objetivo da divulgação científica deve ser formar uma sociedade consciente da necessidade de investimentos contínuos em pesquisas; sabendo que os retornos surgem a longo prazo e capazes de identificar os seus benefícios no nosso dia-a-dia. É por isso que devemos nos empenhar para que a informação científica seja acessível indiscriminadamente a todas as pessoas de um modo estimulante e acolhedor. Acreditamos que o presente trabalho cumpre com esta missão ao buscar agregar pessoas, videntes ou não, em torno da contemplação de um céu estrelado.

#### 4. Agradecimentos

Agradecemos a Pedro Federsoni pelas discussões e incentivo; aos coordenadores e colegas do Núcleo José Reis de Divulgação Científica (Cátedra UNESCO; ECA/USP) pelo apoio para a realização do presente trabalho. Nossos agradecimentos ao Paulo Pepe pelo registro fotográfico de uma das reuniões de avaliação do material. Muito obrigado a todos os participantes do grupo de avaliação da Fundação Dorina Nowill pelo empenho, pelas discussões animadas e por todas as su-

gestões para o aprimoramento dos materiais.

#### Referências

- [1] S.O. Kepler e M.O. Saraiva, *Astronomia e Astrofísica* (Ed. Livraria da Física, São Paulo, 2004), disponível em <http://astro.if.ufrgs.br/index.html>.
- [2] C.R. Kitchin, *Astrophysical Techniques* (Adam Hilger, Nova York, 1991), 2ª ed.
- [3] H. Karttunen, P. Kröger, H. Oja, M. Poutanen and K.J. Donner, *Fundamental Astronomy* (Springer Verlag, 1996) 3ª ed.
- [4] G. Afonso, *Arqueoastronomia Brasileira*, disponível em <http://www.ov.ufrj.br/AstroPoetas/Tuparetama/arqueoastronomia/index.html>.
- [5] Julius Schiller, *Coelum Stellatum Christianum* (1627).
- [6] Entrevista concedida ao portal Photos e publicada em dezembro de 2004, [http://photos.uol.com.br/materia.asp?id\\_materia=312](http://photos.uol.com.br/materia.asp?id_materia=312).
- [7] P.A. Federsoni Jr. e S.C. Calixto, *Revista Eletrônica Espiral* 29, (2006), disponível em <http://www.eca.usp.br/nucleos/njr/espiral/placa29a.htm>.
- [8] J.A. Ballesteró-Álvarez, *Multissensorialidade no Ensino de Desenho a Cegos*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2003.
- [9] C. Mineiro (coord), *Coleção Temas de Museologia - Museus e Acessibilidade* (Instituto Português de Museus, Lisboa, 2003)