

## **Astronomia para deficientes visuais: Inovando em materiais didáticos acessíveis**

**Karla Diamantina de Araújo Soares, Helena Carla Castro e Cristina Maria Carvalho Delou**

Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, UFF. Rio de Janeiro, Brasil. Emails: [karlad.soares@yahoo.com.br](mailto:karlad.soares@yahoo.com.br), [hcastrorangel@yahoo.com.br](mailto:hcastrorangel@yahoo.com.br), [cristinadelou@globo.com](mailto:cristinadelou@globo.com).

**Resumo:** Nos últimos anos, questões como o papel da escola e dos professores e a conscientização da sociedade como um todo a respeito da inclusão escolar estão sendo intensamente discutidas e refletidas. No caso dos deficientes visuais, para a garantia de um ensino significativo e de qualidade, estratégias diferenciadas e materiais didáticos adaptados são indispensáveis para a compreensão e assimilação dos conteúdos. Por outro lado, a temática Astronomia requer um nível de abstração elevado e evidencia a necessidade de modelos e esquemas que facilitem a compreensão dos fenômenos. O presente estudo teve por objetivo a elaboração de materiais adaptados com conteúdos de Astronomia que contribuíssem para o aprendizado de alunos com e sem deficiência visual. Um caderno em Thermoform (alto relevo em película de PVC), abordando temas como a forma da órbita terrestre, inclinação do eixo de rotação da Terra, fases da Lua e eclipses lunares e solares, e um jogo da memória, contendo os principais astros do Sistema Solar, foram elaborados. Ambos os materiais foram testados por alunos videntes e deficientes visuais, que avaliaram, propuseram melhorias e se mostraram satisfeitos com os resultados obtidos. Concluiu-se que os materiais elaborados atingem os objetivos propostos, consistindo em ferramentas acessíveis e úteis para o ensino de Astronomia, estimulando a imaginação, criatividade e senso crítico dos alunos. Entretanto, persiste uma grande necessidade de produção de materiais táteis adaptados e recursos didáticos por parte dos deficientes visuais para melhor compreensão dos fenômenos que nos rodeiam.

**Palavras-chave:** deficiência visual, recurso didático, astronomia, ensino ciências.

**Title:** Astronomy for visual disabled: Innovating in accessible teaching materials

**Abstract:** In recent years, issues such as the role of schools and teachers and awareness of society as a whole about school inclusion are being intensively discussed and reflected upon. For the visually impaired, to guarantee a meaningful and quality education, differentiated strategies and adapted learning materials are essential for understanding and assimilation of the content. On the other hand, the thematic Astronomy requires a high level of abstraction and highlights the need for models and diagrams to facilitate the understanding of phenomena. The present study aimed at the development of materials with tailored content for Astronomy that

contribute to the learning of students with and without visual impairment. A notebook in Thermoform (embossed on PVC film) covering topics such as the shape of Earth's orbit, tilt of the axis of rotation of the Earth, moon phases and lunar and solar eclipses, and a memory game, containing the main stars of Solar system, have been prepared. Both materials were tested by sighted and visually impaired students, who evaluated, proposed improvements and were satisfied with the results. It was concluded that the prepared materials reach the proposed objectives, consisting of affordable and useful tools for teaching Astronomy, stimulating the imagination, creativity and critical thinking of students. However, there remains a great need to produce tailored tactile teaching materials and resources by visually impaired people to better understand the phenomena that surround us.

**Keywords:** visual impairment, guided appeal, astronomy, science education.

## **Introdução**

A pesquisa aqui apresentada resulta de um trabalho de monografia, apresentado para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas, na Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. O objetivo do trabalho consistiu na elaboração de materiais didáticos acessíveis, abordando alguns temas de Astronomia e fenômenos físicos, e aplicação dos mesmos para alunos videntes e com deficiência visual, visando tornar acessíveis tais conteúdos e possibilitar a autonomia e a interação entre os alunos.

### *Deficiência visual e escola*

A deficiência visual pode ser compreendida sob vários conceitos diferentes, englobando não só a cegueira como também a baixa visão, como visto no estudo de Sá, Campos & Silva (2007). A cegueira poderia ser definida como uma disfunção grave de uma ou mais funções básicas da visão, resultando em perda ou redução da capacidade visual em ambos os olhos em caráter definitivo, afetando a capacidade de percepção da cor, tamanho, distância, forma, posição ou movimento em um campo visual. Já a definição de baixa visão, demonstra-se bastante complexa pela grande variedade e intensidade de comprometimento das funções visuais (Crós, 2006).

Por apresentarem diferentes formas de ver e compreender o mundo, alguns recursos são necessários, tais como o sistema Braille, considerado o principal meio de leitura e escrita para deficientes visuais, textos impressos em tinta e com letra ampliada, utilização de lentes específicas, entre outros métodos, recursos didáticos e equipamentos adaptados para o processo ensino-aprendizagem (Santos e Manga, 2009).

Atualmente, com o crescente aumento dos alunos com deficiências na rede regular de ensino (Ministério da Educação Brasil, 2008), há uma grande preocupação com a inclusão educacional e a adoção de práticas e elaboração de materiais que viabilizem o ensino. A inclusão educacional pode ser entendida como o processo através do qual as instituições de ensino se adaptam para incluir pessoas com deficiências em seus ambientes (Sasaki, 1999). Vale enfatizar que tal inclusão não consiste apenas na

permanência junto aos demais alunos, nem na negação dos serviços especializados àqueles que deles necessitem. Ao contrário, implica numa reorganização do sistema educacional e na conscientização de todos, o que acarreta na revisão de antigas concepções e paradigmas educacionais na busca de se possibilitar o desenvolvimento cognitivo, cultural e social desses alunos, respeitando suas diferenças e atendendo às suas necessidades (Fonseca, 1991).

Nesse contexto, devemos ressaltar a importância dos recursos e métodos de ensino mais eficazes que proporcionam às pessoas com e sem deficiências, maiores condições de adaptação social, superando, pelo menos em parte, suas dificuldades e possibilitando sua inclusão e participação mais ativa na vida social (Glat, 2006). Os recursos didáticos permitem que os alunos vençam obstáculos como a dificuldade de contato com o ambiente e a submissão a verbalismos, seguida pela falta de motivação para a aprendizagem.

Os trabalhos em relevo, produzidos em lâmina de PVC, incluindo mapas, plantas baixas, gráficos, tabelas, ângulos, formas geométricas e diversos outros temas, são importantes recursos didáticos para os alunos deficientes visuais. Esses trabalhos podem ser reproduzidos a partir de uma matriz criada para ser utilizada em um aparelho chamado "Thermoform", que é capaz de induzir uma forma na lâmina de PVC, seguindo a indicação da respectiva matriz. O material resultante recebe uma coloração forte e contrastante ou um plano de fundo para que possa ser utilizado também por pessoas de visão subnormal e videntes, se tornando útil e significativo para todos (Cerqueira e Ferreira, 1996).

É importante redefinir o papel do tato, como importante recurso, embora não como substituto direto da visão. Vygotsky (1997) nega a noção de compensação biológica do tato e da audição em função da cegueira e propõe a compensação social, na qual a linguagem e a interação social são os principais instrumentos de superação das limitações produzidas pela impossibilidade de acesso direto à experiência visual. O conhecimento não é mero produto dos órgãos sensoriais, embora estes possibilitem vias de acesso ao mundo. O conhecimento resulta de um processo de apropriação que se realiza nas/pelas relações sociais (Nuernberg, 2008).

Deste modo, materiais adaptados e estratégias que incentivem o diálogo e permitam a autonomia dos alunos seriam os mais indicados para o sucesso da inclusão educacional. Além dos recursos didáticos citados anteriormente, os jogos didáticos consistem em ótimas ferramentas, visto que possibilitam aos alunos estabelecerem relações entre os conteúdos estudados e as práticas do dia-a-dia, de forma lúdica e divertida (Campos et al., 2003). No caso dos alunos deficientes visuais, a elaboração e utilização de jogos em que prevaleça a discriminação tátil, informações auditivas e que contenham legendas em Braille, aproximam e facilitam o relacionamento destes com outros alunos e promovem a aproximação dos alunos ao conhecimento científico.

### *O ensino de Astronomia*

Nos dias de hoje, os temas de Astronomia aparecem diluídos em outros conteúdos de interesse dos programas e das estruturas curriculares,

estando presentes essencialmente na disciplina de Ciências, sendo trabalhados com os alunos no 6º ano do Ensino Fundamental. Mesmo os cursos de graduação, nos quais normalmente se deveriam contemplar conteúdos de Astronomia (Física, por exemplo) não os apresentam como uma disciplina obrigatória, mas apenas como optativa – quando a oferecem (Bretones, 1999). A ausência deste tema nos cursos de formação gera professores dependentes dos livros didáticos e mídias (Tabela 1), que somente repetem os conteúdos, sem que haja uma contextualização ou adaptação dos mesmos (Langhi e Nardi, 2007).

<b>Metodologia</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Acreditam que conteúdos de astronomia fazem parte de uma realidade distante do 'mundo' dos alunos.</li><li>- Faltam ideias e sugestões para um ensino contextualizado.</li><li>- Tempo reduzido dedicado ao ensino de astronomia.</li></ul>
<b>Infraestrutura</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Falta de acesso a outras fontes bibliográficas.</li><li>- Dificuldades em realizar visitas e excursões a observatórios, planetários ou estabelecer contatos com associações de astrônomos amadores regionais.</li><li>- Escassez de tempo para pesquisas adicionais sobre temas astronômicos.</li></ul>
<b>Fontes</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Conteúdos de astronomia reduzidos em livros.</li><li>- Quantidade reduzida de literatura com linguagem acessível para os anos iniciais do ensino fundamental.</li><li>- Ausência de critérios quanto à seleção confiável de publicações paradidáticas e de páginas eletrônicas na internet.</li><li>- Tempo desperdiçado durante a procura não direcionada de outras fontes informais de ensino: outros livros didáticos, livros paradidáticos, revistas, jornais, internet, filmes, programas de TV, palestras locais, outros professores, institutos do setor e astrônomos.</li></ul>
<b>Pessoal</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Insegurança e temor pessoal com relação ao tema.</li><li>- Dificuldades em realizar a separação entre mitos populares (como a astrologia e horóscopos) e o conhecimento científico em astronomia.</li></ul>
<b>Formação</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Dificuldade de explicar e entender conceitos.</li><li>- Falta de cursos de aperfeiçoamento/capacitação na área (formação continuada).</li><li>- Primeiro contato com astronomia apenas no início de sua carreira como professor.</li><li>- Dificuldades em responder perguntas de alunos sobre fenômenos astronômicos geralmente divulgados na mídia, devido a falhas durante a formação inicial.</li></ul>

Tabela 1.- Dificuldades docentes no ensino de Astronomia (Langhi e Nardi, 2005).

De acordo com Langhi e Nardi (2007), os livros didáticos, considerados a principal fonte bibliográfica utilizada por professores, possuem diversos erros conceituais. Os erros mais comuns seriam relativos a conteúdos sobre estações do ano; Lua e suas fases; movimentos e inclinação da Terra; representação de constelações; estrelas; dimensões dos astros no Sistema Solar; número de satélites e anéis em alguns planetas; pontos cardeais; características planetárias; aspectos de ordem histórica e filosófica relacionados com Astronomia (Langhi e Nardi, 2007).

Siqueira e Langhi (2011), analisando quantitativamente a produção bibliográfica acerca do tema "Educação em Astronomia para deficientes

visuais”, observaram a escassez de estudos a respeito. Um levantamento de artigos, publicados entre 1985 e 2008, dentro da área de Ensino de Ciências e Matemática (CAPES 46), foi efetuado por Langhi (2009). Em um total de 95 artigos em cinco periódicos, que representam a produção nacional sobre ensino e divulgação da Astronomia neste período, apenas um aborda a questão da Educação em Astronomia para deficientes visuais (Langhi, 2009).

Em Siqueira e Langhi (2011), apenas três estudos sobre o tema foram encontrados: Tavares Junior e Klafke (2003), Dominici et al. (2008) e Bernardes e Souza (2009). Dentre estes, o único trabalho que relatou o desenvolvimento de materiais didáticos táteis abordando temas de Astronomia foi o estudo de Dominici e colaboradores (2008). Além da elaboração dos materiais, o estudo conduz a uma investigação de como lidar com os conceitos científicos que podem ser obtidos pelo público deficiente visual, através da “observação do céu noturno”.

Mas quais são as justificativas para se ensinar Astronomia? Dentre muitas, pode-se destacar que, ao aprender sobre o espaço sideral e os fenômenos que acontecem ao seu redor, o estudante desenvolve habilidades que são fundamentais para o aprendizado de outras disciplinas, como física e matemática (Beatty, 2000).

Entender como se dá a compreensão do espaço e dos fenômenos que nos rodeiam, o grau e a intensidade de percepção e o significado destes na vida de alunos com deficiência visual consiste em um desafio. Sendo assim, este estudo pretende viabilizar estratégias educacionais que contribuam para o aprendizado dos alunos deficientes visuais inseridos no ensino regular, através da produção e submissão a análise de um material didático tátil sobre o tópico *Movimentos da Terra e da Lua* e de um material lúdico sobre os *Principais Astros do Sistema Solar: Planetas, Sol, Lua e Plutão*.

### **Materiais e métodos**

Os materiais didáticos táteis inclusivos foram construídos visando permitir que os alunos, com ou sem deficiência visual, compreendam os fenômenos astronômicos e conheçam os principais astros, tendo acesso às informações de uma forma clara, dinâmica e lúdica.

A produção dos materiais e análise dos alunos foram realizadas no 1º semestre de 2011. Dez alunos deficientes visuais, sendo três alunos com baixa visão ( $n = 3$ ) e sete alunos cegos ( $n = 7$ ), cursando regularmente o Ensino Médio de uma escola pública federal avaliaram os materiais. O processo de confecção dos materiais durou dois meses, aproximadamente. A máquina de Thermoform utilizada neste trabalho pertence à Escola de Inclusão, localizada na Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

#### *Construção das pranchas para elaboração do material sobre o tópico Movimentos da Terra e da Lua*

Os esquemas referentes à órbita da Terra, o eixo de rotação da Terra, as fases da Lua e seu movimento de translação e os eclipses foram retirados de Faria (2005) e tratados no programa Photoshop CS6. Tais esquemas embasaram a elaboração das matrizes texturizadas em papel A3. Todas as

matrizes foram confeccionadas obedecendo às orientações necessárias quanto aos melhores materiais que deveriam ser utilizados para texturização das pranchas que iriam compor o caderno ilustrado sobre o tópico *Movimentos da Terra e da Lua* (Figuras 1, 2 e 3).

Os materiais utilizados para a confecção das matrizes foram os seguintes, com suas respectivas representações:

- Papelão: Terra;
- Lixa nº 2: sombra (eclipses e parte 'escura' da Lua);
- Biscuit: Lua e continentes da Terra;
- Miçangas douradas: Sol;
- Linha: ângulos dos eclipses e Linha do Equador;
- Papel corrugado: penumbra (Eclipse Lunar);
- Palitos de madeira: raios solares;
- Barbante médio: órbitas da Terra e da Lua;
- Miçanga estriada: eixo de rotação da Terra;
- Miçanga triangular: plano perpendicular à órbita.

Todas as legendas foram transcritas para o Braille, assim como o conteúdo teórico sobre a órbita da Terra, seu eixo de rotação, fases da Lua e movimento de translação da mesma e eclipses lunar e solar, no material. As texturas foram coladas com cola adesiva instantânea e as legendas, com cola branca.



Figura 1.- Matriz com esquema das fases da Lua e representação do movimento de translação da Lua.

Depois disso, o conjunto de matrizes produzidas foi levado para a máquina de Thermoform, onde todo o relevo das matrizes foi transposto para uma película de PVC, mediante calor e vácuo. Cada esquema em alto relevo possui um correspondente, impresso em cores, sobre o qual se encontram apoiados para facilitar a manipulação de alunos deficientes visuais e videntes. Além disso, o caderno também apresenta um resumo teórico em Braille, com fundo em tinta, fonte 26 (Figura 4).



Figura 2.- Matriz apresentando Terra com eixo de rotação perpendicular à órbita terrestre, à esquerda, e inclinação do eixo de rotação, à direita.



Figura 3.- Matrizes representando os eclipses. À esquerda, um eclipse solar; à direita, um eclipse lunar.

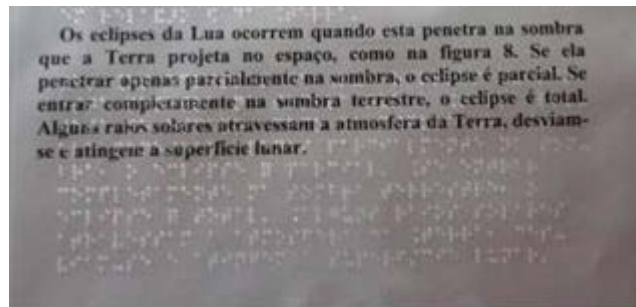


Figura 4.- Resumo sobre eclipses solares e lunares em Braille na película de PVC e em tinta, fonte 26, em papel A3.

#### *Construção do Jogo Didático sobre os Principais Astros do Sistema Solar: Planetas, Sol, Lua e Plutão*

Para a elaboração do material lúdico, a representação dos astros se baseou em suas peculiaridades mais conhecidas, como cor característica e presença de anéis, na busca da diferenciação das texturas utilizadas para cada um deles. Todos os astros tiveram seus nomes escritos em português e transcritos para o Braille, para que tanto videntes quanto cegos pudessem ler e jogar. Além de duas cartas iguais para cada astro, foram confeccionadas cartas com tamanho diferente, contendo definições ou dicas sobre cada astro, escritas em português e em Braille, possibilitando duas alternativas para o jogo.

*Alternativa 1:* Jogo da memória com cartas iguais, apresentando uma figura do mesmo astro. Ex: Plutão – Plutão.

*Alternativa 2:* Jogo da memória com cartas diferentes, uma delas apresentando a figura de um astro e a outra, uma informação sobre o mesmo. Ex: Plutão – Planetoide antes considerado um planeta.

Os materiais utilizados para a confecção do Jogo da Memória adaptado foram os seguintes, com suas respectivas representações:

- Papelão: confecção das cartas e representação dos planetas Vênus, Marte, Saturno, Urano e Netuno;
- Miçangas douradas: Sol;
- Botão dourado: Mercúrio;
- Papel de presente: Vênus;
- Miçanga em forma de círculo: Lua;
- Pedra multifacetada: Júpiter;
- Barbante: anéis de Saturno e Urano;

- EVA: planeta Terra e seus continentes;
- Feltro: Plutão;
- Plásticos com diferentes texturas: Marte e Saturno (vermelho), Urano e Netuno (azul);
- Fita durex: bordas das cartas iguais (azul) e cartas com informações (verde).

As cartas com a representação dos astros seguiram os modelos demonstrados na figura 5, com a indicação numérica em Braille, das cartas pares, no canto superior direito, a representação do astro com textura e tamanho diferenciado e o nome escrito em português (fonte 14) e transcrito para o Braille, logo abaixo. Vale ressaltar que os astros não foram representados de acordo com suas reais proporções, tendo em vista que os tamanhos das cartas precisariam ser muito variados e não haveria uniformidade.

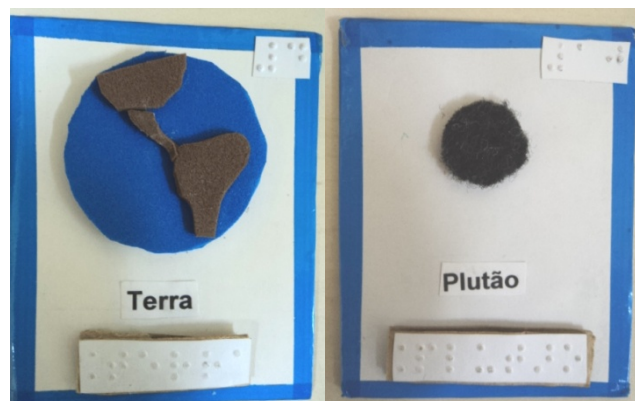


Figura 5.- Cartas com a representação dos astros.

Já as cartas contendo as definições ou dicas sobre os astros, seguem o modelo da figura 6, apresentando um formato com largura e comprimento específicos, com a mesma indicação numérica, em Braille, no canto superior direito, e as informações em português (fonte 14) e transcritas para o Braille. Tais informações além de citarem peculiaridades dos astros, como presença de anéis e coloração características, apresentavam em alguns casos, termos utilizados no cotidiano e referências à origem do nome do astro.

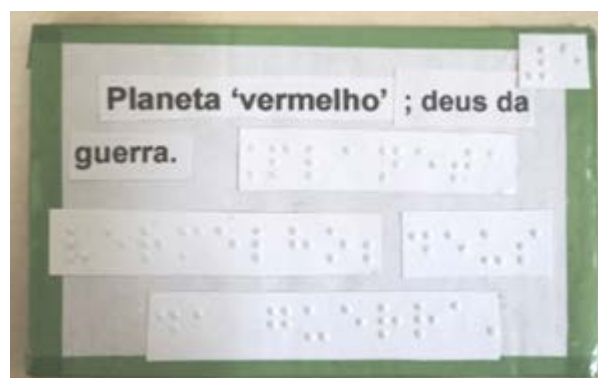


Figura 6.- Cartas com informações sobre os astros; na carta acima, há uma referência a uma definição utilizada comumente para se referir ao astro e outra à origem do seu nome (mitologia).



### *Aplicação e avaliação do material*

Em um primeiro momento, o material didático produzido no Thermoform foi aplicado para alunos com baixa visão (n=3), que avaliaram as matrizes e suas respectivas películas de acetato, tendo em mãos o texto impresso em tinta, negrito, com a fonte mais adequada para cada aluno (fontes 14, 24 e 26). Já no segundo encontro, o material foi aplicado para alunos cegos (n=7), que também avaliaram as matrizes e suas respectivas películas, tendo recebido os textos transcritos para o Braille.

A pesquisa, de cunho qualitativo, sobre a efetividade do material em relação ao ensino do tema proposto foi realizada através de perguntas semi-estruturadas, permitindo uma interação maior entre os alunos e o entrevistador.

### **Resultados e reflexões**

#### *Análise do material didático tátil sobre o tópico Movimentos da Terra e da Lua*

Todos os alunos interagiram bem com o material apresentado (Figura 7), identificando os erros de grafia do Braille ou aspectos que precisavam ser melhorados (ex. texturas diferentes) e associando a leitura do texto com os esquemas e suas representações.

Algumas mudanças foram sugeridas pelos alunos, como posicionamento das legendas e alteração de alguns materiais utilizados para produção de texturas mais facilmente discriminadas. As mesmas foram realizadas e o material foi novamente analisado por eles, que além de aprovarem, recordaram o que tinham aprendido com os esquemas, demonstrando também um maior interesse pela temática.

Quanto à autonomia dos alunos perante a utilização do material, dois alunos cegos relataram que teriam dificuldades com relação ao manuseio do material (Figura 8), como orientação espacial e uso individual, mas estas seriam sanadas com a visualização em grupo ou com a ajuda de um aluno com ou sem deficiência visual.

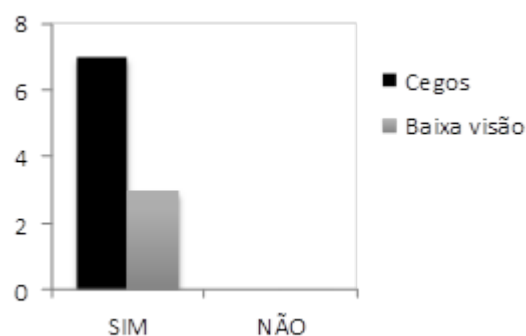


Figura 7.- Respostas para a pergunta: "O material foi bem compreendido e bem avaliado pelos alunos?".

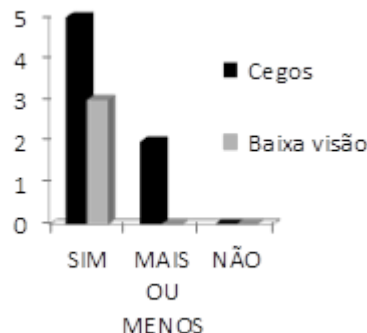


Figura 8.-"O material possibilita a autonomia dos alunos deficientes visuais?".

Durante os testes para análise do caderno ilustrado, os alunos tiveram conhecimento sobre as diferenças entre uma elipse e uma circunferência, os respectivos com relação à órbita da Terra e a proximidade desta em relação ao Sol, a inclinação do eixo de rotação e as estações do ano, a existência de fases intermediárias, além das quatro fases principais da Lua e suas causas, e os eclipses solares e lunares. Conteúdos de matemática, como formas geométricas e ângulos, e de física, como velocidade dos raios solares, incidência dos mesmos na superfície terrestre e óptica, no caso dos eclipses, também foram contemplados e permitiram uma interdisciplinaridade, que até gerou confusões para os alunos, que em muitos momentos perguntaram: "mas Astronomia é mesmo uma matéria de Ciências/Biologia?" ou então "se você é aluna de Biologia, por que um material sobre Astronomia?". Tais questionamentos evidenciaram o que estudos como Beatty (2000) e Langhi (2004) já haviam discutido com relação à interdisciplinaridade e a possibilidade de aplicação da Astronomia em diversas áreas do conhecimento.

Cosendey e Pessanha (2011) relatam a elaboração de uma maquete para exploração do tema 'Fases da Lua', na qual materiais de baixo custo e acessíveis foram utilizados. Apesar de não ter sido testado por alunos deficientes visuais, a maquete constitui em uma alternativa dinâmica e que pode ser utilizada tanto por alunos videntes quanto por alunos com deficiência visual.

Embora haja uma escassez quanto ao número de estudos sobre materiais acessíveis, alguns estudos realizados apontam para uma melhora nesse sentido. Em um levantamento dos trabalhos dos Anais do SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física) e dos Boletins da SAB (Sociedade Astronômica Brasileira) nos últimos quinze anos, 135 trabalhos foram identificados na área de Ensino de Astronomia, e destes, 33% apresentava como tema os recursos didáticos, atrás somente de concepções alternativas (42%), ressaltando a importância atribuída e a busca pela facilitação do ensino-aprendizagem em Astronomia durante os últimos anos (Castro et al., 2009).

Um estudo similar foi realizado por Bretones e Neto (2003), no qual os autores analisaram as tendências de teses e dissertações sobre educação em Astronomia no Brasil, no qual percebemos um aumento na produção de trabalhos a partir de 1996. Dentre os 16 trabalhos analisados, a grande maioria apresentava uma abrangência para o Ensino Fundamental (6º ao 9º

ano) quanto ao nível escolar e seis tinham como foco temático os recursos didáticos.

*Aplicação do jogo didático sobre os Principais Astros do Sistema Solar: Planetas, Sol, Lua e Plutão*

O jogo da memória foi inicialmente aplicado para duas alunas cegas congênicas ( $n=2$ ), separadamente. Observaram-se diferenças na noção de espaço e na localização dos objetos. Enquanto uma delas apresentou dificuldades para localizar e memorizar as cartas (aluna 1), a outra demonstrou maior agilidade e conseguir jogar sem maiores dificuldades (aluna 2). Por apresentarem texturas diferentes, as cartas possuíam um alto relevo, facilmente perceptível mesmo com a carta virada para baixo. Ao perceber as diferenças entre os relevos, a segunda aluna utilizou a lógica e sua memória para achar os pares de cartas.

Dentre as sugestões dadas pelas alunas para melhorar o jogo, estavam: elaborar um plano de fundo ou um quadro que demarcasse os limites das cartas (Figura 9) para melhor demarcação das mesmas, e dispor as cartas em duas fileiras de onze (Figura 10). A aluna 2 também sugeriu a aplicação do jogo para estimulação precoce de crianças cegas, por este possibilitar o desenvolvimento da discriminação tátil e da localização espacial.

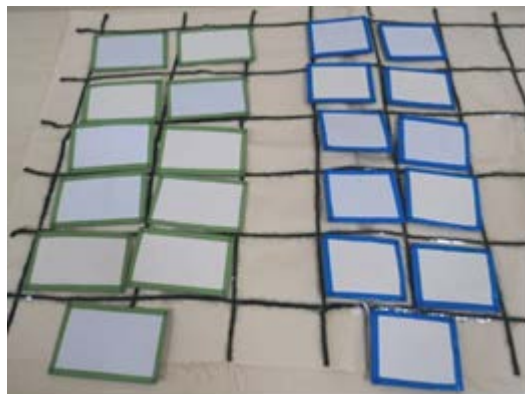


Figura 9.- Cartas apoiadas em um plano de fundo.



Figura 10.- Cartas dispostas em duas fileiras de onze.

Em um segundo momento, outros quatro alunos testaram o jogo da memória, com e sem a ajuda do pano de fundo, para averiguar se este facilitava ou não a realização do jogo. De acordo com eles, a disposição das

cartas em duas fileiras de onze (Figura 10) constituía na maneira mais simples e rápida de memorizar a posição das cartas e manusear o jogo, embora o pano de fundo oferecesse uma alternativa para aqueles que apresentassem dificuldades quanto à localização espacial das cartas (Figura 11).

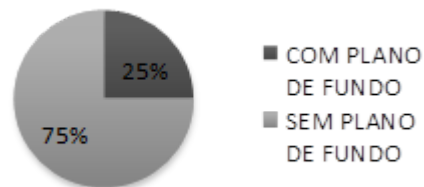


Figura 11.- Respostas para a pergunta: "Qual a melhor alternativa para o jogo: com ou sem plano de fundo?".

O jogo também foi aplicado para alunos com baixa visão (n=3), que mesmo considerando a fonte utilizada nas cartas muito pequena, se divertiram com a brincadeira e se localizaram graças às cores e aos diferentes materiais presentes nas diferentes cartas.

Muitos elogios foram feitos ao jogo e à iniciativa de fazê-lo, já que os alunos relataram a ausência de materiais adaptados sobre Astronomia e de jogos educativos de qualquer assunto. A maioria deles comentou que nunca havia tido a oportunidade de jogar um jogo da memória e que nem mesmo sabiam de sua existência.

O material lúdico apresenta-se como uma alternativa para o aprendizado e a construção de significados para os alunos e uma fuga do modelo clássico conteudista (Campos et al., 2003), pois além de encarar os desafios que o jogo lhes apresenta e seres motivados pelo interesse de aprender, há o desenvolvimento da cooperação, da socialização e das relações afetivas. E, como dito por uma das alunas, "a gente pode aprender brincando".

Quanto à questão da localização espacial dos cegos de nascença (n = 4), durante a aplicação do jogo, observou-se uma adaptação natural à sua dinâmica e todos jogaram sem maiores dificuldades, apresentando apenas diferentes tempos de reação, o que já era esperado, pelo conhecimento das diferenças existentes entre os deficientes visuais quanto à compreensão do mundo físico e noções sobre o espaço que os cerca.

### **Conclusões e implicações**

De maneira geral, há uma grande necessidade de materiais adaptados que transmitam conteúdos através da manipulação e discriminação tátil. O mero verbalismo utilizado por professores e indivíduos de maneira geral, não permite a total compreensão das características, no caso deste trabalho, de alguns fenômenos astronômicos relacionados com os movimentos da Terra e da Lua e de algumas informações a respeito dos astros.

Na busca de alternativas para o ensino de astronomia, o material tátil produzido na forma de caderno ilustrado contribuiu para a apropriação do conhecimento e possibilitou a autonomia e socialização do conhecimento pelos deficientes visuais, conduzindo-os a um aprendizado significativo e independente. A inovação apresentada por este material consiste na representação de esquemas que facilitem a compreensão dos fenômenos astronômicos, distinguindo-se dos materiais produzidos até o momento, onde apenas as características dos astros e constelações estão presentes (Dominici et al., 2008; Bernardes e Souza, 2009). Mais do que manter a fidelidade de representação dos astros quanto às suas características, o principal objetivo do caderno ilustrado consistiu na demonstração de processos e suas implicações em outros fenômenos físicos. Além disso, o material produzido tem um custo de produção baixo e grande facilidade de transporte, podendo ser replicado e distribuído para que todos os alunos tenham acesso ao conhecimento nele presente.

Quanto ao jogo didático, o entusiasmo e a curiosidade dos alunos eram nítidos, resultando em motivação para aprender e no desenvolvimento das relações afetivas entre os alunos (Vygostky, 1997). Percebe-se uma enorme carência com relação à disponibilidade de jogos e materiais adaptados mais dinâmicos, que possibilitem o manuseio de maneira mais lúdica e criativa e proporcionem, conseqüentemente, a construção e apropriação do conhecimento. Dentre as alternativas que o jogo apresentava, podem-se observar as diferenças de localização espacial dos deficientes visuais, compreensão do ambiente externo e preferências de cada indivíduo, levando-nos a perceber e compreender a imensa diversidade existente no mundo da deficiência visual.

Deste modo, este estudo apresenta novas possibilidades para um ensino de Astronomia mais inclusivo, contemplando através dos materiais produzidos, alunos com e sem deficiência visual. A replicação destes materiais assim como o incentivo a novas ideias são extremamente importantes para aumentar a acessibilidade de conteúdos tão abstratos. Portanto, ressalta-se aqui a importância de iniciativas que estimulem a elaboração de materiais didáticos acessíveis, englobando os temas mais variados e contribuindo para uma maior acessibilidade do conhecimento científico.

### **Agradecimentos**

As autoras gostariam de agradecer à Universidade Federal Fluminense, à Escola de Inclusão-UFF e ao colégio público federal pela infraestrutura e possibilidade de realização deste trabalho. Aos alunos que participaram deste estudo, Glaucia, Leonardo, Gustavo, Vanessa e Rodrigo, analisando o material e dando dicas para melhorá-lo. Às amigas, Vanessa Gama, Grasielle Menezes, Rita de Cássia, Simone Salomão e Ellen da Rocha pelos conselhos técnicos e pelo apoio oferecido.

### **Referências bibliográficas**

Beatty, K. (2000). Where are the Young astronomers? *Sky & Telescope*, 100, 3, 82-86.

Bernardes, A.O. (2009). *Astronomia Inclusiva no Universo da Deficiência Visual*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

Bernardes, A.O. e M. Souza (2009). Arquivos portáteis de áudio para o ensino de Astronomia em turmas inclusivas no Ensino Fundamental e Médio. Em *18º Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Espírito Santo.

Bizzo, N. (1996). Graves erros de conceito em livros didáticos de ciência. *Ciência Hoje*, 121, 21, 26-35.

Bretones, P.S. (1999). *Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, São Paulo.

Bretones, P.S. e J. Megid Neto (2005). Tendências de Teses e Dissertações sobre Ensino de Astronomia no Brasil. *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, 24, 2, 35-43.

Brito, R.P. e S. Veitzman (2000). Causas da cegueira e baixa visão em crianças. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 63, 1, 49-54. Em: <http://www.scielo.br/pdf/abo/v63n1/13605.pdf>

Bueno, J.G. (1999). Crianças com necessidades educativas especiais, política educacional e a formação de professores: generalistas ou especialistas. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 3, 5, 7-25.

Campos, L.M.; Felicio, A.K.C. e T.M. Bortoloto (2003). A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. *Caderno dos Núcleos de Ensino*, 35-48.

Camargo, E.P. e R. Nardi (2007). Planejamento de Atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas. *Revista Electrónica de las Ciencias*, 6, 2, 378-401.

Canalle, J.B.C.; Trevisan, R.H. e C.J.B. Lattari (1997). Análise do Conteúdo de Astronomia de Livros de Geografia do 1º Grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 14, 3, 254-263.

Castro, E.S.B.; Pavani, D.B. e V.M. Alves (2009). A Produção em Ensino de Astronomia nos Últimos Quinze Anos. Em *18º Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Espírito Santo. Em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/producaoemensinodeastro.trabalho.pdf>

Cerqueira, J.B. e E.M.B. Ferreira, (1996). Os recursos didáticos na educação especial. *Revista Benjamin Constant*, 5. Em: <http://www.ibc.gov.br/?itemid=102>

Crós, C.X. (2006). Classificações da deficiência visual: compreendendo conceitos esportivos, educacionais, médicos e legais. *Revista Digital*, 10, 93. Em: <http://www.efdeportes.com/efd93/defic.htm>

Cosendey, S. e M. Pessanha (2011). Modelo experimental para o ensino das fases da Lua aos indivíduos com e sem deficiência visual. Em *19º Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Manaus. Em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0051-2.pdf>

Dominici, T.P.; Oliveira, E.; Sarraf, V. e F. Guerra (2008). Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30, 4.

Faria, R.P. (2005). *Iniciação à Astronomia*. 12 Ed., São Paulo: Ed. Ática.

Fonseca, V. (1991). *Educação Especial*. 3 Ed., Porto Alegre: Artes Médicas.

Glat, R. (2006). *A Integração Social dos Portadores de Deficiência: uma Reflexão*. 2ed., Rio de Janeiro: Sette Letras.

Glat, R. e M.L.L. Nogueira (2002). Políticas educacionais e a formação de professores para a educação inclusiva no Brasil. *Revista Integração*, 24, 14, 22-27.

Góes, M.C.R. (1993). Os modos de participação do outro nos processos de significação na criança. *Temas de Psicologia*, 1, 1-5.

Langhi, R. (2004). *Um estudo exploratório para a inserção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista 'Júlio Mesquita Filho', Bauru.

Langhi, R. e R. Nardi (2005). Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 2, 75-92.

Langhi, R. e R. Nardi (2007). Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24, 1, 87-111.

Ministério da Educação Brasil (2008). *Censo escolar*. Brasília: Inep. Em: <http://www.inep.gov.br/basica/censo/Escolar/Sinopse>

Mourão, R.R.F. (1998). *Da Terra às galáxias – uma introdução à astrofísica*. Rio de Janeiro: Vozes.

Nuernberg, A.H. (2008). Contribuições de Vigotsky para a Educação de pessoas com deficiência visual. *Psicologia em Estudo*, 13, 2, 307-316.

Paula, A.S.P. e H.J.Q. Oliveira, (2002). *Análises e propostas para o ensino de Astronomia*. Em: <http://cdcc-gwy.cdcc.sc.usp.br/cda/erros-no-brasil/index.html>

Sá, E.D. de; Campos, I.M. e M.B.C. Silva (2007). *Atendimento educacional especializado: deficiência visual*. Brasília: SEESP/ SEED/ MEC.

Santos, C.R. e V.P.B.B. Manga (2009). *Deficiência visual e ensino de Biologia: pressupostos inclusivos*. Monografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

Sassaki, R.K. (1999). *Inclusão: construindo uma sociedade para todos*. 5.ed. Rio de Janeiro: WVA.

Siqueira, K.D. e R. Langhi (2011). Contribuições de Vygostsky no ensino de Astronomia para deficientes visuais. Em 1º Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, Rio de Janeiro.

Tavares Jr., E. e J.C. Klafke (2003). Uso de modelos mecânicos em curso informal de Astronomia para deficientes visuais.: resgate de uma experiência. *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, 23.

Vygotsky, L.S. (1997). *Los problemas fundamentales de La defectología contemporánea*. Madrid: Visor.