

**Uma análise sónica das cores representativas e aprimoradas
na astrofotografia científica de espaço profundo**

*A sign analysis of representative and enhanced colors
in deep-sky astrophotography*

Larissa de Lima FAVACHO¹

Mylena Braga de SOUZA²

Tércia Montenegro LEMOS³

Resumo

O presente artigo objetiva investigar a astrofotografia de céu profundo por meio do *Telescópio Espacial Hubble* em termos de aplicação de cores representativas e aprimoradas sob os elementos capturados, tais como nebulosas e aglomerados estelares. Diante disso, o trabalho, além de abordar a importância das astrofotografias policromáticas para o estudo científico, propõe-se a explorar o processo de comunicação por trás de tais cores, com base em uma análise sónica. No que concerne à fundamentação teórica, foram consultados alguns estudiosos das áreas envolvidas nesta pesquisa, entre eles Landowski (2004), Müller (2016), Ribeiro (2011), Saussure (2012) e Vogt (2001). Em conclusão, foi possível observar que as cores consideradas “falsas”, apesar de não serem o objeto em sua realidade, são signos dele, e isso pode impactar, inclusive, no próprio gênero fotográfico.

Palavras-chave: Astrofotografia. Cores falsas. Signo linguístico. Arbitrariedade.

Abstract

The present article aims to investigate deep-sky astrophotography via the *Hubble Space Telescope* concerning the addition of representative and enhanced colors to the captured elements, such as nebulae and star clusters. Accordingly, this article, in addition to addressing the importance of polychromatic astrophotographs for scientific study, aims to explore the process of communication behind such colors based on a sign analysis. Regarding theoretical framework, some scholars of areas that concern this article were consulted, such as Landowski (2004), Müller (2016), Ribeiro (2011), Saussure (2012), and Vogt (2001). In conclusion, we could observe that the colors regarded as “false”,

¹ Graduanda em Letras Português/Inglês pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Integrante do Grupo de Investigação do Texto Visual (VISADA). E-mail: larisfavacho@gmail.com

² Graduanda em Letras Português/Inglês pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Bolsista de Tradução e Revisão do projeto LETRARE/UFC. E-mail: mylenabragadesouza@gmail.com

³ Doutora em Linguística pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora Associada (nível II) do curso de Letras da UFC. Coordenadora do Grupo de Investigação do Texto Visual (VISADA). E-mail: literatercia3@gmail.com

although not being the object in their reality, are signs thereof, which can cause an impact even on the photographic genre itself.

Keywords: Astrophotography. False colors. Linguistic sign. Arbitrariness.

Introdução

Entre as variadas formas de fotografia, aquelas que ilustram elementos astronômicos compõem o que é chamado de astrofotografia. Dentro dessa temática, então, estão os seguintes grupos: astrofotografia de grande campo, de céu profundo, planetária, lunar e solar (MÜLLER, 2016, p. 1). Essa divisão tem como função o estudo científico específico, como a utilização de astrofotografias planetárias para o estudo de outros planetas do sistema solar. Além disso, esses grupos são comumente utilizados para a astrofotografia artística, uma perspectiva pouco explorada neste trabalho.

Tendo essa categorização em mente, o presente artigo tem como objetivo investigar a astrofotografia de céu profundo (ou DSO, do inglês *Deep-Sky Object*) no que tange à comunicação das cores aplicadas sob os elementos capturados, tais como nebulosas e galáxias. A aplicação de cores faz-se importante na medida em que o artigo trará a análise de imagens referentes ao *Telescópio Espacial Hubble* (pertencente à NASA) que, de modo geral, é utilizado para fotografar o céu profundo.

Como é padrão para esse tipo de astrofotografia, o Hubble faz uso do que é chamado de dispositivo de carga acoplada (ou CCD, do inglês *Charge-Coupled Device*). Tal dispositivo pode ser tanto monocromático quanto policromático, porém o Hubble opera apenas com um conjunto de CCDs monocromáticos, em que as cores são posteriormente adicionadas, isso motivado pelo fato de o uso de dispositivos monocromáticos possibilitar manter uma maior qualidade das imagens.

No entanto, o procedimento conhecido como *Foco Primário*, isto é, procedimento no qual, por meio de um software específico, as diversas imagens capturadas por meio dos CCDs são unidas e a coloração é acrescentada (ALMEIDA; SANTOS; LEÃO, 2012, p. 119), traz questionamentos sobre qual seria a motivação das cores escolhidas posteriormente e a legitimidade dessas cores que implicam principalmente na representação arbitrária dos elementos astronômicos em detrimento do realismo. Além disso, ainda em relação ao aspecto da arbitrariedade, há também a

discussão no que concerne ao pertencimento das imagens de céu profundo à categoria de retrato ou de paisagem.

Nesse sentido, a fim de lidar com os questionamentos expostos, a análise das cores artificiais na astrofotografia de céu profundo será feita por meio da perspectiva sobre a natureza do signo a partir de Ferdinand de Saussure (2012) e da investigação dos aspectos que definem uma imagem como retrato ou como paisagem. Serão analisadas quatro imagens distintas do céu profundo por meio do Hubble em termos de escolha de cores e pertencimento a determinado gênero fotográfico. Assim, a relevância do trabalho justifica-se por meio do esclarecimento sobre a escolha e importância dessas cores na astrofotografia científica, bem como o que elas comunicam aos estudiosos e curiosos da área.

Fundamentação teórica

Posto que a análise das cores será feita a partir de imagens capturadas por meio do *Telescópio Espacial Hubble*, o qual é equipado com CCDs monocromáticos, faz-se necessário, primeiramente, tratar do funcionamento de CCDs. De acordo com informações presentes em “Space-Based Astronomy” (2001), guia educativo da NASA cuja autoria pertence a Gregory L. Vogt, um CCD consiste em um chip que contém um sistema computacional para captura de fótons; tal dispositivo passou a ser utilizado por proporcionar a captura de dados imagéticos em alta qualidade, sendo capaz de reter os detalhes dos registros de forma quase completa. Além disso, por registrar pequenas partes do céu de cada vez, o CCD tornou-se ideal para a astrofotografia de céu profundo (VOGT, 2001, p. 54).

Por conseguinte, há a questão da teoria das cores. Em uma perspectiva física, existe uma relação direta entre a luz e a percepção de tons dos objetos (GOMEZ, 2014, p. 7), ou seja, a cor seria uma sensação provocada a partir da luz refletida nos objetos. Ligado a tal perspectiva, Luciano Ribeiro (2009, p. 23) expõe que o sistema de cor relativo desenvolvido por Albert Munsell “(...) consiste na disposição das cores de forma precisa num espaço tridimensional, possibilitando uma determinação numérica das cores baseada nas variações do matiz, da luminosidade e da saturação (...)”.

A percepção das cores, então, é justificada por meio da teoria tricromática de Young-Helmholtz, a qual considera que as cores são percebidas a partir da combinação

de fotorreceptores que condizem ao vermelho, ao verde e ao azul, segundo a breve explicação de Maria Ribeiro (2011, p. 30). Em outras palavras, a teoria postula que somos capazes de captar apenas essas três cores primárias e, a partir delas, formamos as demais cores.

Ainda no que concerne à coloração de imagens na astrofotografia de céu profundo, a escolha por conduzir a análise a partir do trabalho de Saussure lida com o entendimento das cores como signos, logo, é primordial que sejam apresentadas as noções de signo, significado/significante e arbitrariedade. O *Curso de Linguística Geral* parte da noção de signo, que é o elemento mais amplo e compreende todos os conceitos seguintes. Entende-se signo a partir da união de significado, que compreende a noção de conceito, e significante, que compreende a noção de imagem acústica. No entanto, tal união pressupõe o aspecto da arbitrariedade; a arbitrariedade lida com o caráter flexível da relação entre significado e significante, contrariamente a uma espécie de caráter imutável (SAUSSURE, 2012, p. 107-108). Assim, “(...) um signo pode desfazer a sua união, (...) um significante pode unir-se a outro significado qualquer, reciprocamente. Dessa forma, a união que resulta num signo não é eterna, um significante não está colado a um significado (...)” (CUNHA, 2008, p. 04).

Finalmente, em relação aos gêneros fotográficos, o retrato é entendido como a fotografia cuja concentração está no sujeito. Em “Flagrantes delitos e retratos” (2004), Eric Landowski apresenta dimensões que postula como específicas do retrato; mimética, hermenêutica, cosmética e estética. Partindo do testemunho objetivo da realidade apresentada com a dimensão mimética, o retrato pode, a partir da ordem hermenêutica, apresentar a diversidade de um mesmo sujeito, engrandecer ou normalizar o sujeito fazendo uso da representação cosmética e, por fim, esteticamente, apresentar o que seria a não-realidade do sujeito (LANDOWSKI, 2004, p. 32; p. 47-48; p. 59). A paisagem, por sua vez, caracteriza-se por apresentar uma concentração no espaço e, embora não implique necessariamente na ausência do sujeito, o cenário é o fator que constrói este tipo de fotografia. Há também, na paisagem, uma tendência maior para a preservação do topológico.

Assim, enquanto no retrato, como visto, existem tendências de modificação ou alteração completa do real, na paisagem, como coloca Antônio Oliveira Júnior (2007, p. 8): “(...) A proposta de grande parte da expressão fotográfica paisagística é a de evitar

produzir nas imagens um estranhamento perceptivo entre o percebido e o construído imageticamente, o que poderia dificultar a transmissão do seu sentido (...)”.

Do monocromático à coloração: a importância científica

Um possível questionamento sobre os processos adotados pelo telescópio aqui analisado diz respeito à possibilidade de capturar imagens coloridas, ou seja, aquelas que trazem informações científicas com as cores reais dos fenômenos astronômicos. Sendo assim, há a provável indagação: se existe uma maneira de obter fotos com as cores reais dos objetos, por que tirar imagens monocromáticas e acrescentar cores artificiais meramente representativas? Em primeira instância, uma resposta para essa dúvida está na consideração de que, como já dito, fotos monocromáticas tendem a reter mais detalhes e qualidade de um modo geral.

Em adição a isso, vale também evidenciar questões relacionadas ao envolvimento da teoria das cores ou, nesse caso, a configuração da cor como uma interpretação sensorial, ou sensação visual, da luz refletida em diferentes objetos. Em outras palavras, a cor é considerada a partir de seu aspecto fisiológico, evidenciando sua caracterização como uma onda luminosa que pode ser medida a partir do espectro eletromagnético visível.

Diante disso, segundo Da Silva e Oliari (2013, p. 3) as cores necessitam da luz para existirem, uma vez que o objeto atingido por raios luminosos os reflete em direção aos indivíduos e, dependendo da quantidade de luz presente nesse processo, determinará a sensação visual. Todavia, no que concerne ao espaço profundo, esse procedimento sofre com a vasta escuridão do universo e a pouca luz visível exposta. Basicamente, algumas ondas luminosas não se apresentam no espectro eletromagnético visível dos seres humanos como, por exemplo, a radiação infravermelha (IV) e a radiação ultravioleta (UV). Apesar de a câmera fotográfica assimilar-se ao olho humano em múltiplos aspectos, sua capacidade de capturar diferentes luzes é muito maior do que a faculdade da visão. Com isso, as câmeras do *Hubble* conseguem imagens com detalhes que o olho não permitiria perceber, devido à sua capacidade de obter fotos em (IV) e (UV). Esses detalhes posteriormente serão revelados com a implementação das cores no pós-processamento. Por essa razão, faz-se de extrema importância a coloração das imagens monocromáticas.

Considerando o que foi exposto, as cores inseridas nas imagens obtidas pelo Hubble não seriam as mesmas que um ser humano enxergaria se tivesse a possibilidade de ir ao espaço profundo observar com seus próprios olhos. No entanto, elas são valiosas para a pesquisa científica dos eventos astronômicos, já que podem destacar detalhes despercebidos e/ou permitir visualizar um objeto que jamais poderia ser visto. Portanto, a inclusão de cores artificiais na fotografia espacial original não apenas serve para tornar a imagem mais agradável aos olhos em termos estéticos, mas também para fins da própria pesquisa no campo científico.

Isso dito, o modo com que o Hubble inclui cores na astrofotografia monocromática parte da divisão em: cor natural, cor representativa e cor aprimorada. Como o próprio nome sugere, a cor natural é aquela que se aproxima do que o olho humano perceberia ao visualizar uma galáxia, por exemplo. Entretanto, para fins desta pesquisa, o interesse está focado nas cores representativas e aprimoradas, uma vez que ambas se distanciam do realismo e são apresentadas de forma arbitrária, denotando a conceituação vinculada ao comprimento de ondas eletromagnéticas.

Com relação aos métodos utilizados no pós-processamento das cores, a edição seleciona várias fotos com diferentes escalas de cinza, cada uma ligada a um tipo de luminosidade diferente. Dessa forma, cada comprimento de onda corresponde a um tipo de luminosidade e, portanto, a um tipo de cor diferente. Por fim, todas as fotos monocromáticas com suas respectivas cores são unidas e juntas formam uma imagem policromática. Os tipos de cor são distribuídos em três radiações básicas – ultravioleta, visível e infravermelha.

Dessa forma, as ondas menores em comprimento estão dentro do matiz mais frio, do azul mais escuro ao violeta, ao passo que as ondas mais longas estão no matiz mais quente, que vai do laranja escuro ao vermelho. As ondas curtas são do tipo ultravioleta, enquanto as mais longas são do campo da radiação infravermelha. Há, ainda, ondas eletromagnéticas mais curtas que as ultravioletas, sendo elas as que representam a radiação X, que, por sua vez, é maior que a radiação gama. Devido à limitação do espaço deste texto, esses detalhes metodológicos não puderam ser discutidos com profundidade, sendo restringidos às noções (UV) e (IV).

O tópico adiante diz respeito ao processo de escolha das cores representativas em (UV) e (IV) não somente por uma perspectiva científica, como também à luz do signo linguístico de Saussure (2012), uma vez que consideramos pertinente a utilização

de uma teoria linguística para entender o processo de comunicação científica que as astrofotografias científicas de espaço profundo trazem para os estudiosos da área.

Análise sígnica das cores na astrofotografia de espaço profundo

Até agora, a importância das cores “falsas”, ou representativas e aprimoradas, para o estudo científico dos objetos astronômicos foi discutida sem considerar sua significação como um todo. Neste tópico, o caráter arbitrário das cores será discutido para complementar a investigação por trás de sua escolha na astrofotografia de espaço profundo, paralelamente ao seu valor para os estudos científicos. A análise está dividida em pontos cruciais para o entendimento da perspectiva sígnica das cores, que vão desde a concepção da cor como signo até a influência delas sobre o gênero fotográfico.

Ao considerar a significação, as cores possuem por si só um sentido formado. Como visto anteriormente, elas servem para representar e/ou aprimorar detalhes e são estipuladas com base no comprimento de onda eletromagnética. Contudo, no que tange à dicotomia entre real e irreal, elas não são o referente propriamente dito, pois o ser humano não consegue enxergá-las. Na verdade, as cores representativas e aprimoradas servem para significar o objeto ao qual se referem.

Com isso, a escolha delas abrange os conceitos de significado e significante: no significado, há a captação de diversas luzes que, no significante, são representadas por cores visíveis. Segundo Saussure (2012, p. 107) torna-se comum no uso corrente colocar o signo apenas em termos do significante, mas isso faz com que se esqueça de que a ideia da parte sensorial resulta no total. Em analogia ao que foi exposto, as cores são tidas como representações fisiológicas e psíquicas que podem ser atribuídas a múltiplos objetos. Dessa forma, os objetos são conceitos que serão acessados virtualmente por meio das cores.

Não obstante, o signo é arbitrário e, portanto, um significante pode estar vinculado a diferentes significados, bem como um significado pode ter mais de um significante. Isso ocorre também com as cores nas astrofotografias de espaço profundo, pois como não se sabe ao certo o que está por trás de uma radiação ultravioleta, por exemplo, a ideia pode ser representada por qualquer cor desde que possua comprimento menor que o espectro visível.

Para isso, a possível cor é colocada nos termos do que se pode observar. Como é de conhecimento científico que a cor vermelha possui onda com comprimento longo, por conseguinte, a representação sígnica de (IV) deve ser de mesma natureza. No entanto, dentro do matiz da cor vermelha há diversos tons, e a luz (IV) poderia ser representada por qualquer um deles ou até mesmo por outra cor próxima ao vermelho. A figura 2 possui foco na cor vermelha e em seus diferentes tons, portanto tem-se um exemplo da visão infravermelha do telescópio Hubble.

Figura 1 - Aglomerado estelar – *Westerlund 2*: Detalhe 4



Fonte: Hubblesite (2015)

A imagem do aglomerado estelar *Westerlund 2* mostra múltiplas estrelas recém-formadas, sendo os pontos vermelhos os detalhes capturados pela visão infravermelha do telescópio, e os pontos azuis resquícios oriundos de outro tipo de luz. Entretanto, o mesmo aglomerado pode ser também representado do ponto de vista da combinação (IV) e (UV), como na figura 3:

Figura 2 - Aglomerado estelar – Westerlund 2: Detalhe 3



Fonte: Hubblesite (2015)

A figura 3 mostra como um mesmo objeto astronômico pode apresentar cores diferentes dependendo do tipo de detalhe que se queira obter. Nesse caso, os tons de azul representam a radiação ultravioleta, e as cores verdes representam ambos os tipos de luz. Em síntese, nesse caso, um mesmo conjunto astronômico – ou significado – pode ser representado por diferentes cores visíveis – ou significantes, dependendo assim do detalhamento que se pretende com a imagem.

Levando em consideração o que foi exposto sobre a cor como signo – ou, mais especificamente, um significante intrínseco a um significado –, uma outra questão envolvendo arbitrariedade entra em pauta: as imagens de espaço profundo são caracterizadas como paisagem ou como retrato? De início, fica evidente que elas pertencem ao campo da paisagem, pois concentram-se no espaço, e o cenário toma o papel de protagonista. No entanto, nem sempre essa certeza aparecerá de imediato. Isso porque, ao observar um determinado objeto em algumas astrofotografias, parece que o foco está nele, e que ele é um elemento à parte do cenário.

Mais do que observar os planos da imagem, as cores podem influenciar na dualidade do processo de caracterização do gênero. Considerando o que foi enunciado por Landowski em “Flagrantes delitos e retratos” (2004), o foco do gênero fotográfico retrato está no sujeito. Apoiada nessa conceituação, a noção de “sujeito”, em primeira

instância, parece apontar para um ser animado, que é suscetível a uma manipulação em sua essência. Entretanto, enquadrando esse princípio aos objetos inanimados, torna-se viável encontrar imagens cujo montante relaciona-se ao retrato, não mais a paisagem. As figuras 4 e 5 são exemplos das distinções aqui discutidas dentro de um mesmo tipo de objeto capturado: as nebulosas.

Figura 3 - Nebulosa da Águia (M16)



Fonte: Hubblesite (2015)

Figura 4 - Nebulosa Laguna



Fonte: Hubblesite (2018)

Na figura 4, a composição da imagem concernente às cores parece resultar no destaque do objeto, distanciando-o do cenário em tons de azul, que está logo atrás. Diante disso, a Nebulosa da Águia pode ser colocada como o sujeito da astrofotografia, pois seus tons mais escuros, bem como o aspecto luminoso visível ao seu redor

separam-no das cores frias ao fundo. Retomando a noção de pós-processamento de cores no telescópio Hubble, este sujeito/objeto está na luz visível, mas poderia também aparecer em tons avermelhados, caso estivesse na luz (IV) ou nos tons mais frios puxados para o violeta ou o azul, na luz (UV). Dito isso, a diversidade de um mesmo sujeito é praticável, e, portanto, as imagens podem ir para além da caracterização de paisagem.

Ainda assim, a figura 5 distingue-se da figura anterior, pois seu resultado final parece estar mais focalizado no âmbito da paisagem; as cores estão em harmonia formando um cenário gasoso, comumente relacionado à poeira cósmica da nebulosa. Em adendo, a policromia aproxima o objeto ao real, evidenciando o caráter topológico da paisagem, isso fica claro em ambas as figuras. Não obstante, as cores presentes na figura 5 não destacam um sujeito, apesar de representar o mesmo tipo de objeto da outra imagem.

Considerações finais

A astrofotografia científica de espaço profundo remonta a uma série de procedimentos quanto à coloração de suas imagens. O presente trabalho focou no pós-processamento de cores representativas e aprimoradas e, a partir disso, elaborou uma análise sógnica sobre a escolha arbitrária dessas cores. Mais adiante, a pesquisa também abordou a dualidade na caracterização desse gênero fotográfico.

Sendo assim, as cores consideradas “falsas”, apesar de não serem o objeto em sua realidade, são signos dele. A escolha delas não é aleatória, mas, considerando sua natureza sógnica, é arbitrária. Essa arbitrariedade impactará, então, no próprio gênero fotográfico: por um lado será tomado como paisagem, por outro como retrato de um sujeito/objeto.

Diante do que foi abordado, esse tipo de fotografia não se limita somente à sua importância para o estudo científico, ela também elenca uma análise da sua significação geral no contexto ao qual está inserida, bem como a lógica envolvida no processo de escolha delas, diferentemente da explicação científica contida no site do Hubble.

Vale notar que os estudos sobre astrofotografia e as suas implicações no processo de comunicação tanto para estudiosos quanto para leigos são muito pouco explorados. Esse artigo buscou facilitar e, até mesmo, detalhar o entendimento das fotos

capturadas por um dos telescópios da NASA, tratando, mais especificamente, da comunicação por trás das cores, já que podem ser interpretadas como verdadeiras em todos os casos ou negligenciadas por serem “falsas”.

Devido aos limites deste artigo, ainda incipiente, não foi possível adentrar numa discussão sobre a contextualização e a simbologia envolvida nas cores dos objetos astronômicos, nem numa distinção mais detalhada entre a astrofotografia científica e artística, sendo a manipulação de cores desta última ainda mais evidente ao considerar a estética. Portanto, essas pontuações ficarão para futuras investigações sobre o tipo de imagem aqui estudado.

Referências

ALMEIDA, L.; SANTOS, J.; LEÃO, J. R. de. S. Astrofotografia e processamento básico de imagens. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA**, 2., 2012, São Paulo.

CUNHA, R. B. da. A relação signifiante e significado em Saussure. In: **ReVEL**, Porto Alegre, edição especial, n. 2, p. 1-14, 2008.

DA SILVA, G. V.; OLIARI, D. E. Cromatizando: A Influência e a Aplicação da Cor Como Signo Visual na Cultura e na Produção de Vendas. In: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 36., 2013, Manaus. **Anais...** Manaus: INTERCOM, 2013. p. 1-15.

GOMEZ, R. S. **Cor e Percepção: um estudo da interpretação do meio urbanístico-arquitetônico, baseado na obra ‘Noturnos’, de Cássio Vasconcellos.** 2013-2014. 77 f. Relatório final (Estudos de representação e linguagem no Grupo de Pesquisa N. ELAC) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, São Carlos, 2013-2014.

LANDOWSKI, E. Flagrantes delitos e retratos. In: **Galáxia**, São Paulo, n. 8, p. 31-69, out. 2004.

MÜLLER, S. D. Astrofotografia – aspectos introdutórios. In: **SIMPÓSIO CATARINENSE DE ASTRONOMIA**, 5., 2016, Chapecó.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. R. de. Paisagem na fotografia: sentidos e plasticidades. In: **Conexão: Comunicação e Cultura**, Caxias do Sul, v. 6, n. 12, p. 97-110, jul./dez. 2007.

RIBEIRO, L. S. Cultura de cor: **Reflexões sobre a cor na arquitectura portuguesa.** 2009. 215 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2009.

RIBEIRO, M. da. C. S. **As cores e a Visão e a Visão das Cores.** 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Optometria em Ciências da Visão) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2011.

SAUSSURE, F. de. Curso de linguística geral. 28. ed. São Paulo: Cultrix, 2012. 312p.

THE Meaning of Color in Hubble Images. **Hubblesite**, Fortaleza, 2 mai. 2019. Disponível em: <<http://www.hubblesite.org>>. Acesso em: 2 mai. 2019.

VOGT, G. L. **Space-Based Astronomy: An Educator Guide with Activities for Science, Mathematics, and Technology Education.** 1. ed. Washington: NASA, 2001, 103p.