

O ESTUDO DO PATRIMÔNIO RECENTE DE C&T COMO SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO NA ÁREA: o caso do desenvolvimento de instrumentação astronômica

Tânia P. Dominici*

Resumo

O valor histórico e documental de objetos de uso científico do fim do século XIX e, notadamente, daqueles construídos a partir do século XX, começou a ser reconhecido enquanto patrimônio apenas a partir da década de 1980, em um processo que ainda busca sua consolidação e adequação metodológica. Neste trabalho, discuto através de dois exemplos a complexidade para o reconhecimento e registro desses objetos. Argumento que o estudo do chamado patrimônio recente - e da cultura material a ele associada, pode vir a constituir uma ferramenta relevante para o planejamento estratégico em diferentes áreas da ciência. Em particular, são discutidos dois instrumentos astronômicos que, à primeira vista, não foram bem sucedidos em seus objetivos primários: o JET-X, telescópio espacial de raios-X que jamais foi ao espaço, cuja construção foi liderada pelo Reino Unido e hoje compõe o acervo do *Science Museum* (UK), e o espectrógrafo de campo integral *Eucalyptus*, que foi construído no Brasil como protótipo do SIFS, um instrumento de maior porte para ser instalado no telescópio SOAR (norte do Chile) e que no momento da escrita acumula um atraso de mais de dez anos no início de suas operações científicas. O *Eucalyptus* atualmente faz parte do acervo de objetos de valor histórico do Laboratório Nacional de Astrofísica (MCTI/LNA, Itajubá, MG), por sua vez constituído a partir de uma parceria com o Museu de Astronomia e Ciências Afins (MCTI/MAST, Rio de Janeiro, RJ). A análise dos problemas e desafios enfrentados no desenvolvimento de instrumentação astronômica nas últimas décadas, através da pesquisa sobre o patrimônio material, pode colaborar para guiar a comunidade astronômica na decisão sobre novos investimentos e no gerenciamento da concepção e construção de futuros instrumentos.

Palavras-chave: patrimônio recente, astronomia, planejamento estratégico, cultura material

* Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) - Rua Gal. Bruce 586, São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 20921-030; taniadominici@mast.br. É Bacharel em Física, com Mestrado e Doutorado em Astrofísica pela Universidade de São Paulo, e pesquisadora da Coordenação de Museologia, do MAST.

Abstract

The historical and documentary value of objects of scientific use of the end of nineteenth century and, in particular, those built from the twentieth century, began to be recognized as heritage only from the 1980s, in a process that is still seeking its consolidation and methodological adequacy. In this work, I discuss through two examples the complexity for the recognition and registration of these objects. I argue that the study of the so called recent heritage - and material culture associated with it, may prove to be an important tool for strategic planning in different areas of science. In particular, two astronomical instruments are discussed. At first, they were not successful in their primary objectives: JET-X, Space Telescope X-ray that has ever been to space, whose construction was led by the UK and today make up the Science Museum collection (UK), and the integral field spectrograph *Eucalyptus*, which was built in Brazil as SIFS's prototype. SIFS is a larger instrument planned to be installed on the SOAR telescope (northern Chile), which already has accumulated a delay of more than ten years for the beginning of its science operations. *Eucalyptus* is now part of the collection of objects with historical value of the National Astrophysics Laboratory (MCTI/LNA, Itajubá, MG). That collection was identified from a partnership with the Museum of Astronomy and Related Sciences (MCTI/MAST, Rio de Janeiro, RJ). The analysis of problems and challenges faced in the development of astronomical instrumentation in recent decades, through the research on the material heritage, can contribute to guide the astronomical community in the decisions about new investments and in the management of the design and construction of future instruments.

Key words: recent heritage, astronomy, strategic planning, material culture

Sobre o patrimônio recente de C&T

No cenário internacional, de acordo com Brenni (2007, p. 162), o valor histórico e documental de objetos de uso científico do século XIX e, notadamente, daqueles construídos a partir do século XX, começou a ser reconhecido apenas a partir da década de 1980, em um processo que ainda busca sua consolidação e adequação metodológica.

Instrumentos fabricados em séculos anteriores tinham uso híbrido, entre a pesquisa científica, prestação de serviços como a determinação da hora e o uso por apreciadores e colecionadores destes objetos enquanto artefatos de lazer e decorativos. Por conta do último aspecto citado, os instrumentos usualmente possuíam grande apelo estético. É particularmente importante ressaltar que os aprimoramentos tecnológicos ocorriam lentamente, sendo comum que leigos e profissionais tivessem acesso aos mesmos modelos de artefatos. Oficinas especializadas na fabricação comercial espalhavam-se pela Europa.

O cenário começa a se modificar no final do século XIX, quando elementos estéticos são descartados em detrimento das funções técnicas e da necessidade de absorver inovações tecnológicas, cujo desenvolvimento foi acelerado principalmente a partir do século XX. Foi quando muitos instrumentos deixaram de ser integralmente produzidos por oficinas comerciais, tendo em vista o aumento de complexidade e as necessidades

específicas que surgem dos grandes avanços do entendimento humano acerca do Universo, das leis e propriedades físicas, da medicina e do meio ambiente.

Assim, no sentido contrário da sociedade de consumo, cujo início foi a partir da Revolução Industrial e a consolidação se deu após a segunda grande guerra, onde produtos diversos começaram a ser produzidos em série e tornam-se questionáveis enquanto objetos de valor individual, muitos instrumentos científicos foram obtendo características únicas. Os seus projetos, cada vez mais complexos, começaram a exigir a articulação de colaborações, frequentemente internacionais, entre grupos de pesquisa focados em diferentes aspectos e técnicas específicas. Empresas especializadas na produção de elementos diversos com alta precisão se unem aos esforços de universidades e centros de pesquisa no desenvolvimento de equipamentos com alto valor de inovação tecnológica agregado. Brenni (1997) coloca, “[no século XX] a produção teve que ser racionalizada devido à crescente complexidade dos instrumentos. Ao mesmo tempo, o ultrapassado método de tentativa e erro, projeto por projeto, precisou dar lugar a um modo mais sistemático de projetar instrumentos” (BRENNI, 1997, p. 752).

A vida útil dos instrumentos científicos também começa a diminuir consideravelmente, dada a rapidez com que os novos problemas da ciência vão sendo identificados, exigindo equipamentos tecnologicamente mais avançados. Além disso, a maior parte dos instrumentos sofre intervenções durante o seu tempo de uso ou têm suas partes reaproveitadas em novos projetos e compondo a estrutura de laboratórios de pesquisa. Neste contexto, como identificar o que pode e deve ser retirado de uso e incorporado a um acervo histórico? E como dizer quais partes ou instrumentos completos realmente podem testemunhar, enquanto documentos, sobre os problemas e avanços do conhecimento humano?

No sentido de avançar na investigação de questões como estas, a UNIVERSEUM¹, rede europeia voltada ao patrimônio universitário, criou um grupo de trabalho em patrimônio recente² que, por sua vez, elaborou um documento com orientações sobre como identificar e selecionar os objetos a serem preservados³, considerando apenas aqueles produzidos a partir do final da Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Entre as recomendações está uma análise da relevância histórica do objeto, o que não é trivial considerando a sua contemporaneidade, do avaliador e do contexto científico; a viabilidade de sua conservação e preservação tendo em vista, por exemplo, a existência

¹ Disponível em: <<http://universeum.it/>>. Acesso em: mar. 2015.

² Disponível em: <http://universeum.it/working_groups.html>. Acesso em: mar. 2015.

³ Disponível em: <<http://universeum.it/docs/Universeum-Selection-criteria-recent-heritage-2014.pdf>>, redigido por Roland Wittje, então presidente do grupo de trabalho, em 17 de janeiro de 2014. Acesso em: mar. 2015.

de espaço físico disponível para abrigar o aparato; a qualidade da documentação a ele associada e a análise de critérios relativos à pertinência do objeto ser incorporado a uma coleção em particular. Um segundo documento lista as condições mínimas para preservar e dar acesso a este tipo de acervo⁴, considerando que ele deve ser mantido *in situ* sempre que possível.

Nas novas perspectivas que se apresentam ao estudar o patrimônio recente de C&T, também é preciso considerar que o desenvolvimento da computação, da internet e a crescente digitalização de dados mudam a maneira como os pesquisadores se relacionam com os instrumentos. Isso sem contar os custos crescentes e a demanda por profissionais super especializados para projetar, construir e operar equipamentos cujo custo, ao menos nas áreas de fronteira das ciências exatas, já ultrapassou a fronteira dos bilhões de dólares.

Tomemos a Astronomia como exemplo. Norris (2010), em uma interessante reflexão sobre o desenvolvimento do trabalho do astrônomo nos vinte anos seguintes, destaca as mudanças fundamentais na prática científica, por ele vislumbradas. De fato, o cenário descrito (apresentado originalmente em um congresso de 2009) já reflete (em 2016) a rotina de pelo menos duas gerações de doutores:

Em um intervalo de cerca de 20 anos, é muito provável que a maioria dos astrônomos jamais irá até um telescópio de última geração, que será mais eficientemente operado no modo de serviço⁵. Eles raramente analisarão os dados, uma vez que todos os telescópios de vanguarda possuirão *pipelines*⁶ para o processamento. E, ao invés de competirem para observar um objeto particularmente interessante, será mais frequente aos astrônomos se agruparem em grandes consórcios para observar enormes áreas do céu em levantamentos cuidadosamente planejados, gerando pentabytes de dados diariamente... Estudantes de doutorado garimparão gigantescas bases de dados usando ferramentas sofisticadas, fazendo correlações cruzadas com dados em diferentes comprimentos de onda cobrindo grandes áreas [do céu], e produzindo resultados astronômicos de ponta poucos meses depois de iniciarem o desenvolvimento de suas teses. A experiência que agora vai para o planejamento de uma observação, em vez disso, será dedicada ao planejamento de uma incursão pelas bases de dados (NORRIS, 2010, p. 1, tradução livre).

O autor se refere a este cenário como “a era de ouro da astronomia” em termos de produtividade (ou seja, de produção de artigos científicos publicados em revistas

⁴ Disponível em: <http://universeum.it/docs/UNIVERSEUM-WG-RHS_MinimumRequirements.pdf>, redigido por Marta C. Lourenço, em 17 de junho de 2014. Acesso em: mar. 2015.

⁵ Neste modo de operação, as observações são realizadas por pessoal técnico especializado do próprio observatório. Posteriormente, o astrônomo apenas recebe os arquivos com os dados, sem ter tido nenhum contato direto com a(s) noite(s) de observação e a instrumentação.

⁶ Chamamos de *pipeline* a uma sequência de algoritmos para processamento automático de dados, com mínima ou nenhuma interferência humana.

arbitradas), mas segue sua reflexão levantando os perigos desses novos paradigmas do fazer científico:

Por outro lado, ... apenas os mais brilhantes [estudantes de doutorado] realmente entenderão como um telescópio funciona. A maioria irá falhar no reconhecimento de artefatos nos dados e, assim, a literatura estará salpicada de resultados espúrios.

...

É, quando os meus estudantes se doutorarem e, eventualmente, se tornarem astrônomos de pleno direito, com orçamentos e responsabilidades, a sua falta de familiaridade com instrumentação os impedirá de pensar criativamente sobre como desenhar a próxima geração de telescópios⁷. Assim, devemos aproveitar ao máximo a era de ouro, porque podemos nunca evoluir para a de platina (NORRIS, 2010, p. 8, tradução livre).

Pelo colocado por Norris (2010), sendo inevitável o aumento de complexidade da instrumentação científica, e considerando o fato de que a infraestrutura de pesquisa muitas vezes precisa ser instalada em sítios de difícil acesso, é possível imaginar um cenário no qual os únicos locais onde as pessoas poderão ter contato direto com os instrumentos contemporâneos e toda a sua complexidade serão os museus de ciências e tecnologia ou centros de memória associados aos observatórios e instituições de pesquisa, que devem estar preparados para reconhecer como acervo e receber esses equipamentos imediatamente após o descomissionamento. Esta problemática é generalizável para as áreas afins da Astronomia, tais como Física (também em suas aplicações em medicina, biologia, química, entre outras), Geofísica, Meteorologia e Ciências da Computação.

A ideia de que o museu de ciência e tecnologia é um local que - além de resguardar, pesquisar e exibir instrumentos de consolidado valor histórico -, também deve colocar o público em contato com objetos que reflitam inovações mais recentes está, de fato, na origem desta tipologia de museu. Como lembra Handfas (2013):

Os museus de ciência e técnica surgem com a preocupação de promover os avanços científicos e tecnológicos por meio da exposição de suas coleções que explicam o funcionamento de artefatos presentes no cotidiano das pessoas. São espaços construídos, muitos deles, de acordo com a concepção das grandes exposições internacionais ocorridas a partir da segunda metade do século XIX, e os seus objetivos concorrem para as demonstrações do desenvolvimento das nações (HANDFAS, 2013, p. 22).

No entanto, projetos de construção de instrumentos científicos podem não ser bem sucedidos, ao menos em seus objetivos científicos iniciais e requerimentos técnicos primários. Se for este o caso, o instrumento tem algo a comunicar que justifique sua

⁷ Quando falamos em novos telescópios, estamos também e principalmente nos referindo à instrumentação periférica, que são os equipamentos através dos quais os dados são efetivamente obtidos e onde os maiores investimentos tecnológicos costumam ser necessários.

resignificação como patrimônio histórico de C&T? Certamente sim, pois o fracasso é relativo, visto que podem existir outras informações relevantes oriundas de seu desenvolvimento, ainda que não sejam apenas nos aspectos técnicos. Isso porque a decisão pela construção de um dado instrumento é também política, e o desenrolar do projeto é sujeito a questões econômicas e redes de relação social. Recorrendo novamente a Paolo Brenni: “A produção, o uso, a difusão e a afirmação do instrumento [científico], como o seu fracasso, estão ligados de modo indissociável aos contextos científicos, social, econômico, tecnológico e industrial no qual são utilizados” (BRENNI, 2007, p. 164).

O objetivo deste trabalho é demonstrar a complexidade para a identificação, salvaguarda e pesquisa do patrimônio recente de C&T. Além disso, argumento que o estudo deste patrimônio, incluindo os projetos que não foram totalmente bem sucedidos, pode colaborar para guiar a comunidade científica na decisão sobre novos investimentos e no gerenciamento da concepção e construção de futuros instrumentos. Por fim, busco destacar a importância de oferecer acesso a estes objetos. Para tanto, são discutidos dois exemplos de instrumentos astronômicos: o JET-X, telescópio espacial de raios-X que jamais foi ao espaço, cuja construção foi liderada pelo Reino Unido e hoje compõe o acervo do *Science Museum* (UK), e o espectrógrafo de campo integral *Eucalyptus*, que integra o acervo de objetos de valor histórico do Laboratório Nacional de Astrofísica (MCTI/LNA, Itajubá, MG).

As valiosas conquistas do telescópio espacial que nunca foi ao espaço

Um exemplo interessante de sucesso tecnológico e científico obtido através daquilo que poderia vir a ser considerado como fracasso é o telescópio espacial de raios-X *Joint European Telescope for X-Ray astronomy* (JET-X). Construído por um consórcio de países europeus liderados pelo Reino Unido, ele faria parte de um observatório espacial cuja responsabilidade de lançamento, operação e fabricação do veículo condutor eram da então União Soviética - o SPECTRUM-X- γ .

Com 4,4 metros de comprimento e, de fato, comportando dois telescópios idênticos, o JET-X foi concluído em 1994 e mantido refrigerado até 2009 em uma sala limpa, especialmente construída na Universidade de Leicester (Inglaterra) para seu desenvolvimento e integração. Naquele ano, o maior telescópio espacial até então já construído pelo Reino Unido foi incorporado ao acervo do *Science Museum* (Londres) e à

exposição “*Cosmos & Culture: how astronomy has shaped our world*”⁸ (Figura 1), inaugurada como parte das atividades de comemoração do centenário do Museu e do Ano Internacional da Astronomia⁹. Ou seja, apesar de ter sido finalizado com sucesso do ponto de vista tecnológico, através do investimento britânico de 13 milhões de libras esterlinas (ABBOTT, 1999), o JET-X nunca foi ao espaço e acabou por ser musealizado.

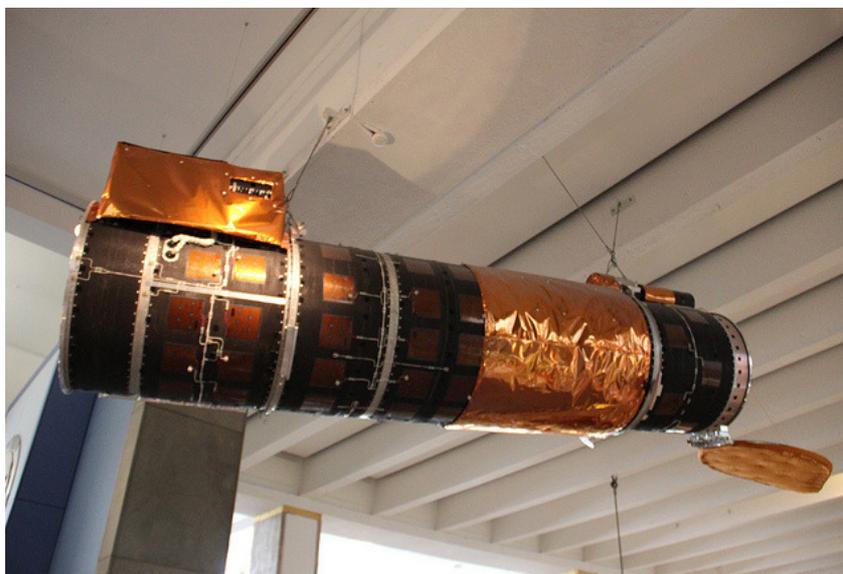


Figura 1 - JET-X, o telescópio espacial de raios-X que nunca foi ao espaço, em exposição no *Science Museum* (2013, Londres, Reino Unido). Crédito da imagem: Tânia Dominici.

Isso porque o lançamento da missão deveria ter ocorrido em 1993 e foi adiado para 1996, quando novamente não aconteceu. A dissolução da União Soviética, ocorrida em 1991, comprometeu o financiamento necessário à construção de suas contrapartidas no projeto (entre eles, o próprio veículo que carregaria os instrumentos para o espaço; veja detalhe da interface na Figura 2). Ainda considerou-se remarcar o lançamento para 2001 (ABBOTT, 1999, p.95), mas a missão foi finalmente cancelada em 2002¹⁰. Em 1999, dois telescópios de raios-X, com características complementares entre si, haviam sido colocados em órbita com imenso sucesso: o Chandra¹¹ e o XMM-Newton¹². São dois exemplos de instrumentos que tiveram seu desenvolvimento fortemente influenciado pelas soluções tecnológicas criadas para a construção do JET-X.

⁸ Disponível em: <http://www.sciencemuseum.org.uk/educators/things-to-do/galleries/cosmos_and_culture>. Acesso em março de 2015.

⁹ Disponível em: <<http://www.le.ac.uk/ebulletin-archive/ebulletin/news/press-releases/2000-2009/2009/06/nparticle.2009-06-20.html>>. Acesso em: mar. 2015.

¹⁰ A ideia do projeto foi retomada alguns anos depois, sendo agora uma colaboração entre Rússia e Alemanha. Tem previsão de lançamento em 2017. Disponível em: <<http://hea.iki.rssi.ru/SRG/en/index.php>>. Acesso em: jul. 2016.

¹¹ Disponível em: <<http://chandra.harvard.edu/>>. Acesso em: mar. 2015.

¹² Disponível em: <<http://xmm.esac.esa.int/>>. Acesso em: mar. 2015.

Antes da incorporação ao acervo do *Science Museum*, em 2008 os módulos de voo (*Flight Modules*, FMs) foram desmontados do JET-X e reenviados ao Observatório Astronômico de Brera, uma vez que a responsável pela construção destes componentes foi a Agência Espacial Italiana (ASI). Para o JET-X foram construídos três FMs - dois deles seriam usados em voo e o terceiro ficaria em solo (procedimento usual em telescópios espaciais, para que eventuais problemas com o equipamento no espaço possam ser verificados em terra). Os FMs consistem em uma série de espelhos organizados em “conchas”, com um segmento parabólico seguido por um hiperbólico, sendo todas as camadas reflexivas de ouro. Este arranjo óptico, específico para telescópios de altas energias, é conhecido como telescópio de Wolter, por ter sido proposto pelo físico alemão Hans Wolter em 1952 (por exemplo, KITCHIN, 1991, p. 117).

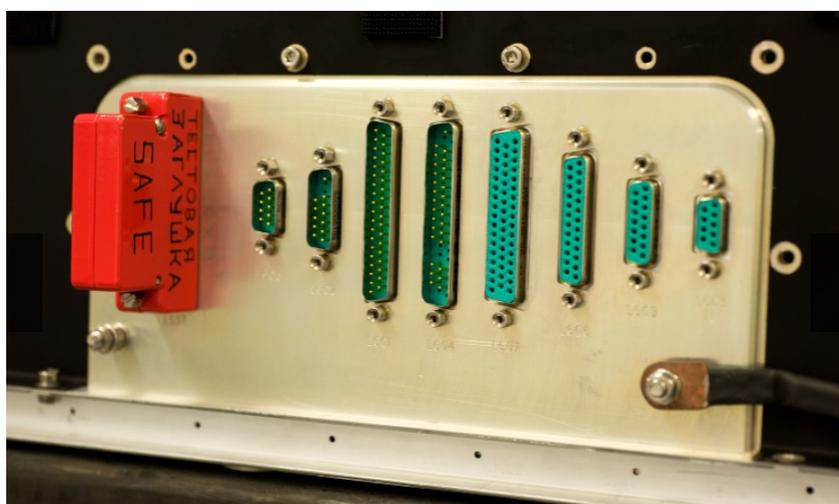


Figura 2 - Detalhe do JET-X, que mostra elementos de interface com indicações escritas em russo, refletindo as ligações com o veículo lançador, que nunca chegaram a ocorrer. Crédito da imagem: *Science Museum*; disponibilizada sob a licença CC-BY-NC-ND 2.0¹³.

Os módulos foram mantidos resfriados para evitar a deterioração das superfícies reflexivas, e pelo menos dois deles já puderam ser aproveitados em outros projetos: o FM que originalmente ficaria em solo está em pleno funcionamento a bordo do telescópio espacial SWIFT¹⁴, lançado em 2004. Um FM dos que seriam lançados com o JET-X é hoje utilizado para testes de laboratório buscando desenvolver a técnica de polarimetria em raios-X, essencial para a investigação de alguns dos fenômenos energeticamente mais extremos do Universo (SPIGA *et al.*, 2014).

¹³ Disponível em: <<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/>>. Acesso em: set. 2016.

¹⁴ Disponível em: <<http://swift.gsfc.nasa.gov/>>. Acesso em: mar. 2015.

Portanto, o telescópio espacial em exposição no *Science Museum* não é o instrumento completo. Ainda assim, como teríamos chance de ter um contato tão próximo com um objeto contemporâneo como esse, de alto valor agregado de inovação tecnológica e feito para operar em condições ambientais tão distintas da Terra, se ele não tivesse sido integrado ao acervo do Museu? A informação sobre a incompletude do instrumento não é fornecida no registro¹⁵ do objeto no acervo do Museu e nem mesmo na etiqueta que o acompanha na exposição e possui o seguinte texto (tradução livre):

Visualizando o cosmos a partir do espaço
Joint European X-Ray Telescope (JET-X), 1994

Este é um telescópio espacial real, o maior já construído na Grã-Bretanha. Foi construído para estudar raios-X provenientes de eventos cósmicos de altas energias. Estes são absorvidos pela nossa atmosfera, assim cientistas os estudam a partir do espaço.

O JET-X foi projetado como parte de um observatório espacial internacional liderado pela União Soviética. A agitação política fez com que ele nunca voasse, mas os avanços do seu projeto têm sido utilizados com sucesso em outras missões¹⁶.

Enquanto a literatura científica fornece informações sobre o uso das partes que foram reaproveitadas, pouco se pode deduzir a respeito daquelas partes do JET-X que hoje pertencem ao *Science Museum* sem uma pesquisa dedicada, que inclua o acesso aos documentos de desenvolvimento do projeto, trabalho que foge ao escopo deste texto.

Os principais fatores que atuaram para que o JET-X não fosse ao espaço - a dissolução da União Soviética e seu impacto nas diferentes áreas da sociedade - eram riscos difíceis de serem identificados e, portanto, gerenciados. No entanto, o reaproveitamento de partes do telescópio para outros projetos, incluindo a ida ao espaço de um FM a bordo de outro telescópio espacial (SWIFT), demonstra que houve um forte senso de oportunidade, fazendo não apenas com que o investimento no desenvolvimento e construção do JET-X não tenha sido perdido, mas assegurando um legado duradouro através da atual e da próxima geração de telescópios de raios-X¹⁷. O desdobramento da história do JET-X possivelmente foi tão ou mais bem sucedido do que seriam os

¹⁵ Disponível em:

<http://www.sciencemuseum.org.uk/online_science/explore_our_collections/objects/index/smxg-8184286>.
Acesso em: ago. 2016.

¹⁶ "Viewing the cosmos from space - Joint European X-Ray Telescope (JET-X)", 1994.

This is a real space telescope, the largest ever constructed in Britain. It was built to study X-rays from high-energy cosmic events. These are absorbed by our atmosphere, so scientists study them from space.

Jet-X was designed as part of an international space observatory led by the Soviet Union. Political upheaval meant it never flew, but its design advancements have been successfully used on other missions".

¹⁷ Há muita expectativa da comunidade científica em torno do lançamento de telescópios espaciais que possam realizar observações com as ainda incipientes técnicas polarimétricas em raios-X. Tais dados são essenciais para a compreensão de, por exemplo, discos de acreção e jatos relativísticos relacionados a buracos negros supermassivos.

resultados científicos obtidos diretamente de suas observações, caso tivesse sido lançado ao espaço.

Portanto, o JET-X não precisa ser visto como um simples objeto "canibalizado", como é comum se referir a instrumentos científicos que sofreram um processo de desmonte e reaproveitamento de partes ao longo do tempo. Ele é, sobretudo, o reflexo do desenvolvimento da astronomia em raios-X ao longo da segunda metade do século XX e um exemplo, ainda que não intencional, de realinhamento do projeto de um instrumento científico de alta complexidade para fazer frente aos impedimentos externos e, de certo modo, imprevisíveis.

As reflexões aqui apresentadas foram motivadas pela observação das reminiscências do telescópio espacial em exposição, enquanto acervo de museu, durante uma visita normal. O interesse foi despertado pela presença física do instrumento e o encantamento por um objeto que foi construído para ser utilizado no espaço em uma viagem sem volta, em um ambiente muito distinto do Museu. Assim, ressalta-se a importância de oferecer acesso público aos objetos identificados como patrimônio material recente de C&T.

O caso do espectrógrafo *Eucalyptus* e o desenvolvimento de instrumentação para a astronomia óptica no Brasil

O desenvolvimento da astronomia óptica moderna no Brasil é intrinsecamente ligado ao projeto do Observatório Astrofísico Brasileiro. Idealizado por Muniz Barreto e Abrahão de Moraes na década de 1960, a construção do "observatório de montanha" em território brasileiro foi um impulso decisivo para a formação de uma massa crítica de profissionais na área (BARBOZA; LAMARÃO; MACHADO, 2015, p. 83). Em operação desde 1980 no sul de Minas e renomeado como Observatório do Pico dos Dias (OPD), ele hoje é operado pelo Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA/MCTI), instituição que também gerencia a participação brasileira em observatórios internacionais instalados no norte do Chile e em Mauna Kea, no Havaí (EUA).

Entre 2011 e 2015, o Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST/MCTI) realizou em conjunto com o LNA um trabalho de registro do acervo de valor histórico desta última instituição, através de um acordo técnico-científico entre as duas unidades de pesquisa do MCTI. A descrição detalhada do trabalho de identificação, documentação e caracterização do acervo do LNA, atualmente majoritariamente constituído por objetos

provenientes do OPD, pode ser encontrada em DOMINICI *et al.* (2014). O acervo¹⁸ é composto por objetos produzidos principalmente a partir da década de 1960.

Os sessenta artefatos identificados até o momento estão sendo classificados entre sete categorias: “registros fotográficos de imagens e espectros”; “medidas fotoelétricas”; “aquisição digital de imagens e espectros”; “controle de telescópios”; “elementos ópticos”; “objetos comemorativos” e “outros”, esta última para aqueles objetos que parecem não se encaixar em nenhuma das outras categorias criadas até o momento. Neste caso enquadra-se o espectrógrafo *Eucalyptus*, instrumento já do século XXI.

O *Eucalyptus* é um espectrógrafo de campo integral (*Integral Field Unit*, IFU), tipo de instrumento desenhado para obter espectros espacialmente resolvidos de objetos astronômicos. A luz é coletada por uma matriz constituída pelo arranjo de 512 fibras ópticas com núcleo de 50µm de diâmetro cada. Microlentes, fabricadas em um único substrato óptico, foram coladas às extremidades das fibras que ficam na óptica de entrada (*foreoptics*) para otimizar o aproveitamento da luz captada pelo telescópio. A luz é transmitida através das fibras ópticas ao longo de 12 metros, até a bancada onde fica o espectrógrafo propriamente dito, mostrado na Figura 3. Nesta extremidade, as fibras são arranjadas linearmente para constituir uma falsa fenda, que ilumina o elemento óptico colimador sobre a bancada. A luz é então dispersa por uma rede de difração para revelar suas diferentes componentes espectrais que são focalizadas e, finalmente, registradas por um detector semicondutor do tipo dispositivo de carga acoplada (*Charged Coupled Device*, CCD).

Dependendo do ponto de vista, o *Eucalyptus* não representaria exatamente uma história de sucesso. Operou entre 2003 e 2010, e apenas três artigos arbitrados foram publicados com base, ainda que parcial, em dados obtidos com aquele instrumento (DOMINICI *et al.*, 2014, p.21). A ideia inicial por trás da construção do *Eucalyptus* é que ele seria o protótipo para o SOAR *Integral Field Spectrograph* (SIFS¹⁹, para detalhes sobre o instrumento, veja LEPINE *et al.*, 2003), instrumento de primeira geração para o telescópio SOAR e cuja construção faz parte da contrapartida brasileira no consórcio para utilizar este telescópio com espelho primário de 4,1m de diâmetro, instalado em Cerro Pachón, norte do Chile²⁰. No final do século XX, quando o SIFS foi proposto, ainda não existiam - em nenhum observatório do planeta - instrumentos astronômicos com uma quantidade de fibras ópticas tão grande quanto a que estava sendo proposta para o SOAR (1300 fibras).

¹⁸ Os objetos do acervo podem ser acessados através de uma página web especialmente desenvolvida: <<http://www.lna.br/~museuvirtual/>>.

¹⁹ Disponível em: <<http://www.lna.br/~sifs/index.html>>. Acesso em: mar. 2015.

²⁰ Disponível em: <<http://www.ctio.noao.edu/soar>>. Acesso em: ago. 2016.

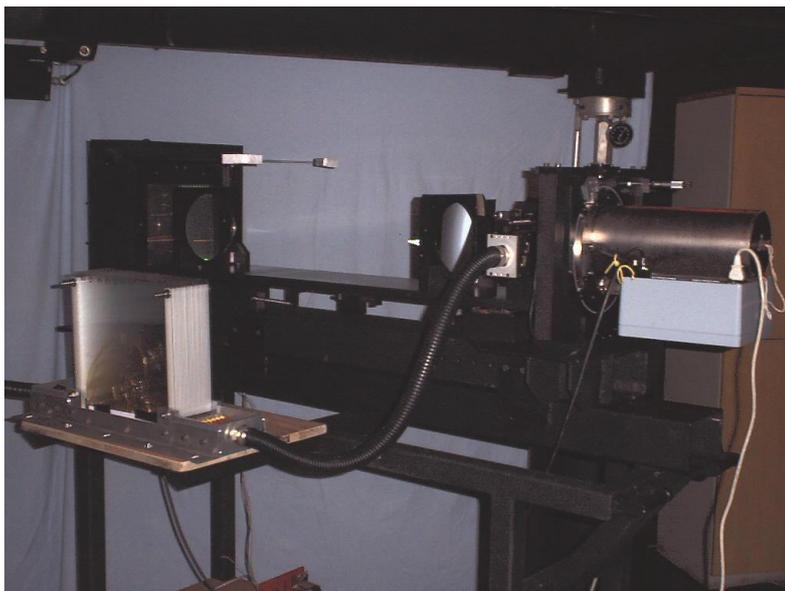


Figura 3 - Vista da bancada óptica do espectrógrafo *Eucalyptus*. Crédito da imagem: Carlos Erli (MCTI/LNA).

Na realidade, um instrumento como o *Eucalyptus* nunca seria planejado especificamente para o OPD devido à qualidade do céu no local, comprometida pela alta umidade do ar, baixa altitude (1.864 metros) e o aumento do brilho de fundo do céu devido à poluição luminosa gerada pela iluminação de baixa qualidade das cidades nos seus arredores. Em outras palavras, no OPD não existiriam casos científicos suficientes para justificar o investimento em um instrumento IFU, visto que ele é utilizado principalmente para o estudo de fontes extensas, como galáxias, nebulosas ou estrelas rodeadas por discos de gás e poeira. Assim, a motivação principal era buscar capacitação para o desenvolvimento do SIFS. Devido a atrasos nos dois projetos, o *Eucalyptus* foi deixado inacabado no OPD. A equipe técnica de operações do Observatório improvisou soluções para que ele pudesse ser oferecido à comunidade astronômica. Isso pode ser verificado através do exame visual do objeto onde, por exemplo, uma caixa de papel foi improvisada para abrigar uma fonte de iluminação utilizada para medidas de calibração do detector (Figura 4). Além disso, a automatização e acionamento remoto dos movimentos do espectrógrafo - foco, *tilt* do CCD e posição do ângulo da rede de difração, descritos em Oliveira e colaboradores (2003, p.1442), não chegaram a ser realizados.

O resultado foi um instrumento muito pouco eficiente, de instalação e operação complexas. Os dados obtidos não eram de fácil processamento e interpretação, e vários pesquisadores que usaram o instrumento não foram capazes de produzir resultados científicos publicáveis. Por conta de todas estas dificuldades e da necessidade de otimizar as operações do OPD, tendo em vista as crescentes limitações de mão de obra,

o *Eucalyptus* foi descomissionado em 2010, seguindo a recomendação do grupo de trabalho interinstitucional que elaborou um documento com orientações para o futuro do OPD²¹.

O projeto do *Eucalyptus*, por sua vez, foi baseado no SPIRAL (*Segmented Pupil/Image Reformatting Array of Lenslets*, KENWORTHY; PARRY; TAYLOR, 2001), também um protótipo, com 37 fibras, construído para o telescópio Anglo-Australiano (*Anglo-Australian Telescope*, AAT; espelho primário de 3,9 metros de diâmetro; instalado em Coonabarabran - Austrália). O objetivo principal era desenvolver novas técnicas e tecnologias para espectroscopia de campo integral baseada em fibras ópticas. Até aquele ponto do desenvolvimento de instrumentos com a técnica (anos 1990), os cabos de fibras eram construídos para alimentar espectrógrafos pré-existentes e originalmente feitos para receber a luz proveniente de fendas comuns. No caso do SPIRAL, o espectrógrafo foi projetado e construído especialmente para ser alimentado pelas fibras, o que exige um projeto óptico que leve em consideração o efeito de degradação da razão focal das mesmas (*Focal Ratio Degradation*, FRD). A FRD é decorrente do fato de que, nas fibras ópticas, o feixe de luz de entrada é mais concentrado do que o de saída. Assim, o sistema óptico colimador (pelo qual a luz passa antes de incidir no elemento óptico dispersor do espectrógrafo, a rede de difração) precisa ser calculado de modo a minimizar a perda de luz devido ao maior espalhamento desta na saída das fibras, quando comparado com uma fenda simples. Como o objetivo do investimento no *Eucalyptus* era testar o desenvolvimento e performance do cabo de fibras, o espectrógrafo construído para ele segue o arranjo *quasi Littrow*²² utilizado para o SPIRAL e não o projeto óptico de espectrógrafo elaborado para o SIFS.



²¹ Disponível em: <http://www.lna.br/opd/Grupos_de_trabalho_do_OPD_2011_final.pdf>. Acesso em: fev. 2015.

²² A *quasi Littrow* é uma configuração óptica compacta, na qual um mesmo conjunto óptico serve tanto de colimador para a luz que incide no elemento dispersor quanto de focalizador para a luz dispersada que deve incidir sobre o detector.

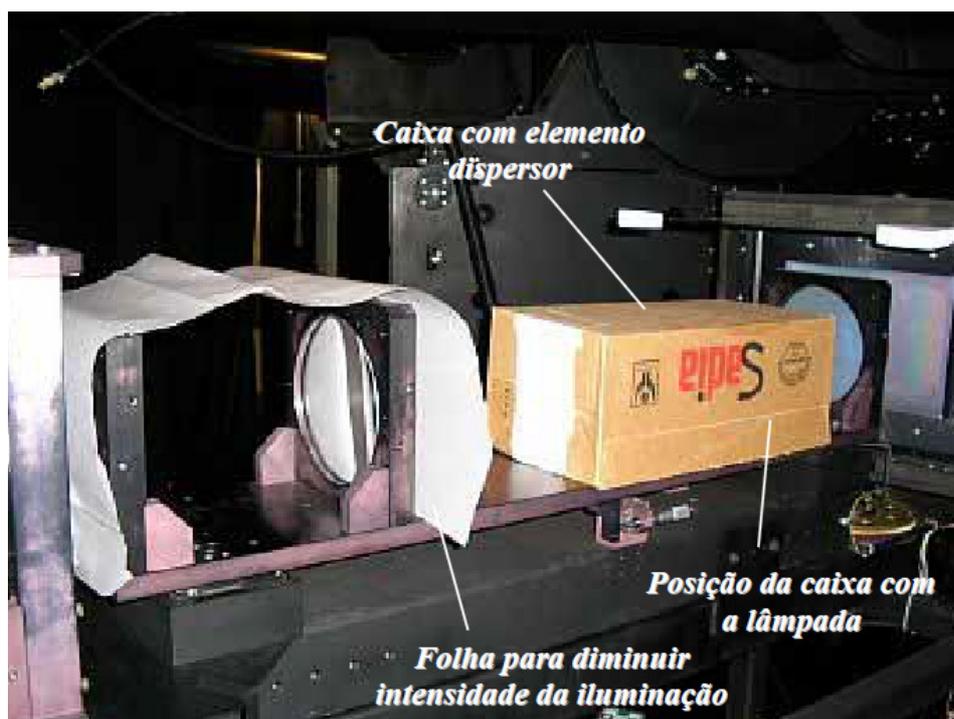


Figura 4 – Para oferecer o *Eucalyptus* à comunidade astronômica, a equipe técnica do Observatório do Pico dos Dias improvisou algumas soluções técnicas, como as caixas de papelão mostradas na figura, que eram utilizadas para obter imagens de calibração necessárias ao processamento das observações. Figuras extraídas de Scarano Jr. (2005, p.43).

Outro ponto no qual foi importante basear o desenvolvimento do *Eucalyptus* no SPIRAL foi a opção pelo uso de fibras ópticas com núcleo de 50 μ m de diâmetro para o SIFS. A maioria dos espectrógrafos de campo integral alimentados por fibras utilizam 100 a 200 μ m de núcleo e, quando o SIFS e *Eucalyptus* foram propostos (1998²³), o SPIRAL era o único instrumento em operação que utilizava fibras de 50 μ m. A principal motivação para esta escolha era minimizar o tamanho do arranjo linear de fibras que alimentaria o espectrógrafo. Isso porque, quanto mais longo ele fosse, maior teriam que ser as lentes sobre a bancada, o que tornaria a fabricação mais complexa, encareceria o instrumento e implicaria em instrumentos maiores e mais pesados, comprometendo a adequação a alguns requerimentos técnicos. No entanto, as fibras excessivamente finas representavam - e ainda representam -, um desafio pela dificuldade de manipulá-las e polir suas extremidades sem ocasionar quebras. Por outro lado, quanto menor for o núcleo da fibra utilizada, melhor será a resolução espacial resultante do instrumento. Para o *Eucalyptus*, o uso da fibra de 50 μ m implicava em uma resolução espacial de 0.93 segundos de arco, superior às condições médias do sítio do OPD²⁴. Apesar das

²³ "High-Spatial Resolution (IFU) Optical Spectrograph - Proposal for SOAR", outubro de 1998. Disponível em: <<http://www.lna.br/~sifs/docs/proposal.pdf>>. Acesso em: ago. 2016.

²⁴ Veja discussão no documento "Elaboração de estratégias para o futuro do OPD", p. 17-20. Disponível em: <http://www.lna.br/opd/Grupos_de_trabalho_do_OPD_2011_final.pdf>. Acesso em: ago. 2016.

dificuldades, quando o instrumento foi comissionado no telescópio, apenas duas das 512 fibras ópticas estavam quebradas (OLIVEIRA *et al.*, 2003, p. 1427). A eficiência estimada do cabo de fibras durante as noites de comissionamento (entre 2000 e 2001) foi de 53%. Para comparação, a eficiência do cabo de fibras do SPIRAL foi estimada durante o comissionamento em $(57 \pm 3)\%$ (KENWORTHY; PARRY; TAYLOR, 2001, p. 223). Ou seja, com base neste dado, a construção do cabo de fibras do *Eucalyptus* a partir da experiência com o SPIRAL parece ter sido bem sucedida em termos de eficiência, embora não sejam oferecidos detalhes sobre a metodologia para comparar os resultados obtidos com os dois cabos de fibras.

Por sua vez, o SIFS deveria estar disponível na primeira luz de ciência do telescópio SOAR, que ocorreu em 2005. O instrumento foi enviado do Brasil ao Chile em 2009 e, no momento da escrita deste texto, ainda não está operacional. A previsão atual é que venha a ser oferecido à comunidade a partir do primeiro semestre de 2017 (FRAGA, 2015, p. 1). Entre os problemas encontrados e comunicados ao público interessado após a instalação do SIFS no telescópio SOAR está o descolamento do bloco de microlentes da extremidade de entrada das fibras ópticas, o desalinhamento dos blocos de fibras que formam a fenda na outra extremidade do cabo e a identificação de avarias em um conjunto óptico. As causas não estão bem estabelecidas e poucos detalhes técnicos a respeito destas dificuldades foram oferecidos à comunidade científica, mas acredita-se que um dos fatores que desencadearam os problemas tenha sido a exposição do instrumento a grandes variações de temperatura e, em particular, a ocorrência de temperaturas mais baixas do que o esperado no sítio do SOAR (OLIVEIRA, 2010, p. 2; FRAGA, 2015, p.1).

Assim, neste texto coloca-se que o *Eucalyptus* pode não ser visto como uma história de sucesso baseado no fato de que não foi um instrumento produtivo no OPD (do ponto de vista de gerar artigos científicos publicados em revistas arbitradas) e também não implicou na entrega do SIFS operacional dentro dos prazos. No entanto, o desenvolvimento daquele espectrógrafo foi de importância vital para tentar qualificar pessoas e estabelecer uma infraestrutura de laboratórios e oficinas no LNA, fundamental quando se pretende conquistar um envolvimento significativo em projetos de instrumentos de alta tecnologia para telescópios de médio e grande porte.

É preciso ressaltar que o desenvolvimento de instrumentação científica, mesmo por grupos, instituições e países com tradição na área, está sempre sujeito a grandes atrasos por conta de novos desafios técnicos que não podem ser previstos, ainda com todo o detalhamento inerente a estes projetos. No caso do Brasil, é marcante a burocracia associada à importação de peças e equipamentos, as severas restrições do atual marco

legal²⁵ para aquisições, limitações de mão de obra especializada e a ausência de uma cultura de planejamento e gerenciamento de projetos. Assim, as análises das motivações, problemas e desafios envolvidos na construção do *Eucalyptus* podem resultar em uma experiência frutífera para a avaliação e o planejamento estratégico de novos investimentos da comunidade astronômica brasileira. Inclusive porque o *Eucalyptus* reflete um modelo de participação em consórcios astronômicos internacionais e é este o ponto em particular que este texto pretende destacar.

O acordo que constituiu o consórcio SOAR foi firmado em 1999, após cinco anos de discussões entre a comunidade astronômica nacional. Ele estabeleceu a contribuição financeira do Brasil em 34,1% dos custos (BARBOZA; LAMARÃO; MACHADO, 2015, p. 105), assegurando 30,9% do tempo de observação com o telescópio (BARBOZA; LAMARÃO; MACHADO, 2015, p. 107). Os outros parceiros do atual acordo (válido até 2018) são instituições norte-americanas: *University of North Carolina* em Chapel Hill (UNC), *Michigan State University* (MSU) e o *National Optical Astronomy Observatory* (NOAO). Além disso, segundo Barbuy (2014, p. 264): “o contrato entre as partes exigia também que cada país se responsabilizasse pela construção de um instrumento [da primeira geração]. Ao Brasil coube o espectrógrafo de campo integral SIFS (SOAR *Integral Field Unit Spectrograph*)”. Ou seja, a comunidade astronômica brasileira se propôs a começar a desenvolver a área de instrumentação astronômica para telescópios de médio/grande porte já assumindo toda a responsabilidade pelo desenvolvimento e construção de um equipamento pensado para ser pioneiro, por exemplo, na quantidade de fibras ópticas.

O SOAR foi uma grande oportunidade para a ciência brasileira, configurando-se desde o início como a mais importante infraestrutura nacional da astronomia observacional para as décadas seguintes. Deste modo, o mérito da decisão da entrada no consórcio não está em discussão, mas sim o fato de que, enquanto acervo histórico de C&T, o *Eucalyptus* representa o desafio assumido pela comunidade de sozinha construir um instrumento caro, de grande porte e alto valor tecnológico agregado, sem suficiente experiência prévia e com o mínimo de suporte dos parceiros internacionais.

Isso porque aquele telescópio nunca possuiu a mesma relevância estratégica para os parceiros norte-americanos que, diferentemente dos astrônomos brasileiros, são

²⁵ Um novo Marco Legal de C&T foi sancionado em janeiro de 2016 e aguarda regulamentação (Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13243.htm>. Acesso em: ago. 2016). Uma das expectativas é a adoção de um regime diferenciado de aquisições para a área de C&T, atualmente submetida à Lei nº 8.666, que trata de compras e contratos para toda a administração pública e dificulta a aquisição de partes produzidas por um único fornecedor (como é usual em ciência), em pequenas quantidades e em tempo hábil para o desenvolvimento científico e tecnológico. (Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666compilado.htm>. Acesso em: ago. 2016).

detentores de um conjunto tecnologicamente avançado e diversificado de infraestrutura observacional em todos os comprimentos de onda, em terra e no espaço. O SOAR foi originalmente proposto pelas duas universidades (UNC e MSU) como ferramenta de ensino avançado, divulgação e para as atividades de pesquisa de seus colaboradores. A parcela de participação nacional norte-americana, através do NOAO, sobretudo foi uma necessidade a fim de viabilizar o uso do sítio e a operação do Observatório. Ou seja, o SOAR não foi para os EUA o grande projeto nacional, como era para o Brasil. Assim, o programa de instrumentação do SOAR pode não ter corrido com o mesmo nível de exigência do consórcio em relação ao cumprimento de cronogramas, orçamentos e requerimentos técnicos que são usuais em consórcios de maior impacto científico no cenário internacional, como é o caso do Gemini.

O consórcio Gemini era, até então, a única experiência brasileira na participação em observatórios ópticos internacionais. O acordo de adesão foi firmado em 1993, sendo naquele momento formado pela participação nacional dos Estados Unidos, Grã Bretanha, Canadá, Chile e Argentina. O Gemini é constituído por dois telescópios com espelho primário de 8 metros de diâmetro e, graças à sua cobertura de prata, otimizado para observações no infravermelho próximo. Um dos telescópios, o chamado Gemini Sul (início das operações em 2002), está instalado em Cerro Pachón, próximo ao SOAR, e o segundo, o Gemini Norte (início das operações em 1999), está em Mauna Kea. O Brasil inicialmente adquiriu o acesso a 2,3% do tempo de observação, porcentagem que foi sendo aumentada ao longo dos últimos anos através de reformulações do consórcio e refletindo os bons resultados obtidos por pesquisadores brasileiros no uso daqueles telescópios, até chegar aos atuais 6,9%²⁶. Neste consórcio, são abertas chamadas públicas de concorrências internacionais para a construção de novos instrumentos, baseadas nas necessidades de pesquisa dos parceiros. Ou seja, mesmo grupos em países que não participam do consórcio podem vir a desenvolver e construir instrumentos para o Gemini, com o financiamento sendo proveniente de um fundo constituído por uma parcela da contribuição financeira dos participantes do consórcio. Neste modelo de participação em observatórios internacionais, o Brasil pode participar das concorrências e, se vencedor, o investimento financeiro viria do consórcio, o que ajudaria a contornar parte das dificuldades que a burocracia brasileira impõe ao desenvolvimento tecnológico.

De fato, equipes brasileiras participaram de concorrências para a construção de dois instrumentos: o *Wide Field Multi-Object Spectrograph* (WFMOS), cancelado por conta do

²⁶ Esta é a porcentagem da contribuição brasileira atual no consórcio. A porcentagem efetiva de tempo de observação pode variar a cada semestre, dependendo, por exemplo, do tempo de observação concedido para comissionamento de novos instrumentos, ou observação de alvos de oportunidade. (Disponível em: <http://www.lna.br/gemini/documentos/AcordoGemini_2016-2021.pdf>. Acesso em: ago. 2016).

alto investimento financeiro necessário (BARBOZA; LAMARÃO; MACHADO, 2015, p. 162), e o *Colorado University - Gemini High Resolution Optical Spectrograph* (CU-GHOS; FRONING *et al.*, 2013), que não foi a proposta vencedora para a chamada visando a construção de um espectrógrafo óptico de alta resolução. O desenvolvimento destas propostas, por si só e ainda que os instrumentos nunca venham a ser construídos, implica em ganho de qualificação, investimento em infraestrutura de laboratórios e oficinas e na criação de novas soluções tecnológicas. A participação em concorrências internacionais é, portanto, um passo importante também para buscar crescente maturidade no desenvolvimento de instrumentação científica e, em particular, astronômica. A adesão ao modelo de consórcio que criou o SOAR e atribuiu ao Brasil a responsabilidade pela construção plena de instrumentos complexos foi realizada antes que pesquisadores brasileiros pudessem se organizar em torno deste tipo de oportunidade. Outro modelo comum de consórcio para instrumentação científica de grande porte contempla o desenvolvimento dos equipamentos através de colaborações entre equipes dos seus países-membros, compartilhando as responsabilidades e tirando proveito das áreas de maior especialização de cada parceiro. É assim, por exemplo, no caso do Observatório Europeu do Sul (*European Southern Observatory, ESO*²⁷).

É claro que as dificuldades enfrentadas para o desenvolvimento do *Eucalyptus* não são associadas unicamente ao modelo de adesão ao SOAR. No entanto, esta é uma das informações que emergem da análise crítica do instrumento quando ele é resignificado como acervo histórico de C&T. É uma das “caixas-pretas” que se abrem (LATOURE, 2000, p.43). A experiência de construção do *Eucalyptus* pode assim ser utilizada como subsídio na avaliação das capacidades, condições e conveniências da comunidade astronômica brasileira para assumir compromissos em futuros novos projetos de instrumentação.

O desafio de documentação do patrimônio recente em C&T

Instrumentos como o JET-X e o *Eucalyptus* são, além do mais, um desafio quanto ao seu registro e documentação enquanto acervo de C&T. No caso do *Eucalyptus*, mesmo sem investigações mais profundas, é possível apontar que o espectrógrafo é montado sobre uma estrutura especialmente projetada, assim como os suportes para a óptica; as fibras ópticas utilizadas foram fabricadas pela norte-americana Polymicro²⁸; a matriz de

²⁷ Organização européia que opera e gerencia quatro observatórios astronômicos no norte do Chile (La Silla, Cerro Paranal, Cerro Armazones e Chajnator). Possui atualmente 15 países-membros, sendo que o Brasil pode vir a ser o 16º e primeiro membro não europeu, caso o processo de ratificação do acordo de adesão assinado em dezembro de 2010 seja finalizado. Veja Barbuy (2014) para uma discussão mais detalhada. <<http://www.eso.org>>. Acesso em: set. 2016.

²⁸ Disponível em:

microlentes da *foreoptics* foi produzida pela empresa alemã LIMO²⁹. A câmara CCD que era utilizada também é aproveitada em outros periféricos e, estando em funcionamento, não foi incorporada ao acervo. Por sua vez, foi produzida pela empresa britânica *Wright Instruments*, não mais existente. Do mesmo modo, as redes de difração que eram utilizadas pelo *Eucalyptus* pertencem originalmente a um espectrógrafo Coudé, ainda em operação. Partes mecânicas diversas precisaram ser projetadas e fabricadas localmente. A óptica foi produzida pelo *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Eletronica* do México (INAOE; CASTILHO, 2014, p. 209). Adicionalmente, um *software* foi desenvolvido no Brasil exclusivamente para a análise das observações obtidas com o *Eucalyptus*. A existência de vários fabricantes e o fato de que algumas partes estão em uso dificultam a documentação e preservação do espectrógrafo. Assim como o JET-X no *Science Museum*, o objeto que foi incorporado ao acervo do LNA não está completo.

Tendo em vista a complexidade descrita, Brenni (1997, p. 755) propõe que talvez seja mais adequado se referir a um objeto como o *Eucalyptus* (ou o JET-X) como um “sistema instrumental”, ao invés de chamá-lo de instrumento, palavra que remete à imagem de um aparato único e mais simples. Outra possibilidade de nomenclatura seria se referir a estes objetos como “suíte instrumental”, buscando paralelo com o sentido musical, onde cada parte possui seu mérito individual, mas é potencializada quando opera em um conjunto harmoniosamente constituído.

No acervo do LNA, o *Eucalyptus* foi inicialmente registrado em duas partes: a bancada óptica, sobre a qual fica o espectrógrafo *quasi Littrow* (número de registro: LNA 2014/054³⁰) e a óptica de entrada (*foreoptics*), incluindo o cabo de fibras ópticas com 12 metros de extensão (LNA 2014/055³¹). Este foi o primeiro enfoque para o registro do instrumento, mas não seria o único possível e não está livre de ambiguidades. Um exemplo disto é o fato de que não é trivial separar fisicamente o cabo de fibras da bancada do espectrógrafo, uma vez que nela está a caixa de alívio de tensão das fibras. Falta nas fichas de registro a descrição de todas as partes que compõem o instrumento (como delineado de maneira simples no parágrafo anterior). Além disso, nota-se a ausência da identificação de outros objetos avulsos relacionados ao uso do *Eucalyptus*. Um exemplo é a máscara de furos (Figura 4). Como as fibras têm uma separação pequena entre elas no arranjo linear que corresponde à fenda, ocorre sobreposição da

http://www.molex.com/molex/products/family?key=polymicro_optical_fibers&channel=products&chanName=family&pageTitle=Introduction. Acesso em: ago. 2016.

²⁹ Disponível em: <http://www.limo.de/en/products-solutions/micro-optics/micro-lens-arrays/>. Acesso em: set. 2016.

³⁰ Disponível em: <http://www.lna.br/~museuvirtual/incertos.html#LNA_2014_054>. Acesso em: ago. 2016.

³¹ Disponível em: <http://www.lna.br/~museuvirtual/incertos.html#LNA_2014_055>. Acesso em: ago. 2016.

distribuição da luz resultante em cada uma delas. A máscara era utilizada para isolar grupos de fibras e medir a resposta individual antes de cada noite de observação, passo essencial para a visualização rápida dos dados obtidos durante a noite e o seu posterior tratamento e análise. Sendo um objeto de pequenas dimensões e utilizado unicamente com o *Eucalyptus*, a ausência do registro pode implicar na sua perda.

Como colocado anteriormente, entre as sete categorias adotadas para classificar o acervo do LNA, o *Eucalyptus* foi incluído na categoria “outros”, criada para acolher objetos que não puderam ser relacionados em nenhuma das outras opções e refletindo, mais uma vez, a dificuldade em se estudar um objeto tão complexo. De fato, dependendo da interpretação, a bancada óptica poderia ser incluída em “aquisição digital de imagens e espectros”, uma vez que o espectrógrafo foi desenhado exclusivamente para aquisição de espectros através de um CCD, e o cabo de fibras em “elementos ópticos”. Ou a bancada e seus componentes individuais também podem ser classificados como “elementos ópticos” por se tratar majoritariamente de um conjunto de lentes e de suportes optomecânicos. Por outro lado, o próprio conjunto de categorias inicialmente proposto para aquele acervo possui inconsistências e, idealmente, deve ser modificado ao longo do tempo a fim de melhor acolher novos itens e o aumento de conhecimento sobre os objetos já identificados, como o próprio *Eucalyptus*. Sobre instrumentos contemporâneos, Brenni aponta: “a complexidade de tais instrumentos, infinitamente superior àqueles do passado, desafia as modalidades de catalogação adotadas para os instrumentos clássicos” (BRENNI, 2007, p. 175).



Figura 4 - Máscara de furos do *Eucalyptus*. Exemplo de parte ainda não documentada do instrumento. Figura extraída de SCARANO JR. (2005, p.15).

O LNA disponibilizou uma pequena sala, na sua sede em Itajubá (MG), para servir de reserva técnica e acondicionar os objetos de menor porte que foram identificados para constituir o acervo da instituição e puderam ser retirados do Pico dos Dias. Devido às suas dimensões, até o momento do registro (2014), o *Eucalyptus* permanecia posicionado do mesmo modo que durante o seu período de operações científicas, com a bancada instalada no interior da sala do espectrógrafo coudé e o cabo de fibras ópticas chegando à plataforma do telescópio de 1,60m através de um orifício especialmente feito na parede que separa os dois ambientes. Sobre a plataforma, a *foreoptics* era mantida em um estojo especialmente construído. Nestas condições, é difícil assegurar que partes do instrumento não sejam perdidas ou reaproveitadas. Risco que o JET-X já não corre por ter sido musealizado, e terem suas partes não reaproveitadas em novos projetos integradas ao acervo de um museu. Enquanto o JET-X pode ser visto pelo público em geral, ao menos enquanto fizer parte da exposição *Cosmos & Culture*, do *Science Museum*, o acesso ao *Eucalyptus* permanece sendo possível unicamente pela página web³² criada para divulgar o acervo da instituição.

Comentários finais

Ao longo deste texto, buscou-se demonstrar que os instrumentos considerados patrimônio de C&T refletem, além das técnicas, dos resultados científicos eventualmente obtidos através deles e da atuação de cientistas, as estratégias de investimento das comunidades científicas em novas facilidades de pesquisa. Este último aspecto é particularmente importante no patrimônio recente, dada a complexidade técnica e a tendência crescente de internacionalização das equipes envolvidas na construção de instrumentos, marcadamente a partir da década de 1980. Isso porque, como colocam Barbuy, Bruch e Janot-Pacheco (2011, p. 361): “A complexidade da pesquisa moderna faz que esforços isolados de indivíduos ou pequenos grupos raramente tenham um impacto significativo e, portanto, não representam a forma mais eficaz do progresso da ciência”. Analisar os acordos que deram origem aos instrumentos, tenham sido estes bem sucedidos em seus objetivos primários ou não, pode ajudar no processo de decisão sobre novos investimentos em infraestrutura de pesquisa científica.

O aumento de complexidade dos instrumentos também se reflete no trabalho de identificação, documentação e pesquisa destes objetos (aos quais seria mais adequado se referir como sistemas ou suítes instrumentais) quando retirados de operação, em seu

³² O Museu Virtual do LNA pode ser acessado em <<http://www.lna.br/~museuvirtual/>>, sendo que o *Eucalyptus* em particular encontra-se em <<http://www.lna.br/~museuvirtual/incertos.html>>. Acesso em: ago. 2016.

processo de reconhecimento enquanto patrimônio histórico de C&T. Esta questão foi aqui exemplificada através da discussão do JET-X, telescópio espacial da década de 1990 que nunca foi ao espaço, e do *Eucalyptus*, espectrógrafo de campo integral da década de 2000. Enquanto o primeiro já está musealizado e compõe o acervo do *Science Museum* de Londres, o acesso público ao segundo só é possível através de uma página na internet e não há garantias de que a integridade do *Eucalyptus*, em relação ao momento em que foi registrado como acervo histórico do LNA, continuará sendo mantida no longo prazo.

O acesso do público ao patrimônio recente de C&T é uma questão que deve ser vista com crescente importância. Grandes infraestruturas de pesquisa científica, como observatórios astronômicos, são construídos em locais de difícil acesso, e cada vez mais os cientistas recebem os dados para seus trabalhos sem operar de fato os instrumentos. Assim, museus de ciência e centros de memória de instituições científicas podem vir a ser os únicos locais onde as pessoas não especializadas terão acesso aos sistemas instrumentais contemporâneos e inclusive os próprios cientistas e seus pós-graduandos. A exibição do patrimônio recente também incita a reflexão sobre a ciência que está sendo feita agora, em contrapartida ao discurso mais comum do museu, baseado em fatos científicos como sendo definitivamente estabelecidos, ou acabados. Segundo Hine e Medvecky: “O que o sistema existente de museus de ciência falha ao concentrar suas exposições em ciência acabada, de livro texto, é em reconhecer a sua capacidade para educar os visitantes no processo de investigação científica” (HINE; MEDVECKY, 2015, p.7, tradução livre). Lembrem os mesmos autores que, de fato, a ciência nunca é acabada. Sobre o mesmo assunto, Delicado coloca:

...é essencial assegurar e promover a imbricação dos museus com a ciência que lhes dá origem: garantir o rigor dos conteúdos das exposições e actividades, incorporar o trabalho de profissionais qualificados, usar o espaço do museu como forma de divulgação da ciência que é actualmente produzida, rentabilizar os recursos dos museus na formação dos investigadores, fomentar o papel dos museus como fóruns de contacto e debate entre cientistas e cidadãos (DELICADO, 2008, p.75).

Tendo em vista o alto investimento financeiro necessário para o avanço da ciência, a promoção do patrimônio recente de C&T pode vir a ser uma importante estratégia para justificar junto à sociedade o uso destes recursos. Na pesquisa apresentada neste texto buscou-se colaborar neste sentido ao abrir algumas das “caixas-pretas” (LATOURET, 2000, p. 43) dos dois sistemas instrumentais em análise (JET-X e *Eucalyptus*) e delineando aquelas que ainda estão para ser desvendadas. É claro que os instrumentos científicos

históricos anteriores ao século XX também são importantes neste contexto e ainda demandam esforços de pesquisa para a abertura de suas próprias caixas-pretas.

Agradecimentos

A autora agradece ao *Science Museum* (Londres, Reino Unido) e, em particular, a Rory Cook, por oferecer informações sobre o telescópio JET-X, pertencente ao acervo daquele Museu, permitindo aprofundar e abrir novas perspectivas para a discussão aqui apresentada. Agradecimentos também à Cláudia Penha dos Santos, da Coordenação de Museologia do MAST, pelas muitas discussões e indicação de referências.

Referências

- ABBOTT, Alison. Future of Spectrum X mission still cloudy, *Nature*, v. 399, p. 95, 1999.
- BARBOZA, Christina Helena da Motta; LAMARÃO, Sérgio Tadeu de Niemeyer; MACHADO, Cristina de Amorim. *Da serra da Mantiqueira às montanhas do Havaí: a história do Laboratório Nacional de Astrofísica*. Rio de Janeiro: Laboratório Nacional de Astrofísica e Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2015.
- BARBUY, B.; BRUCH, A.; JANOT-PACHECO E.. Grandes telescópios da próxima década e Astronomia Espacial: a necessidade de participação em consórcios internacionais. *Parcerias Estratégicas*, v. 16, n. 32, p. 361-369, 2011.
- BARBUY, Beatriz. Participação do Brasil em consórcios internacionais. In: MATSUURA, Oscar T. (Org.), *História da Astronomia no Brasil*. Recife: MAST/MCTI, Cepe Editora e Secretaria de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, v. 2, 2014. p. 258-275.
- BRENNI, Paolo. Physics Instruments in the Twentieth Century. In: KRIGE, John; PESTRE, Dominique (ed.) *Science in the Twentieth Century*. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 1997. p. 741-757.
- BRENNI, Paolo. Trinta anos de atividade. Instrumentos científicos de interesse histórico, In: ANDRADE, Ana Maria (Org.), *Caminho para as estrelas: reflexões de um museu*, Rio de Janeiro: MAST, 2007. p. 162-179.
- BASTILHO, Bruno V.. Desenvolvimento de instrumentação óptica e infravermelha no Brasil (1980-2013). In: MATSUURA, Oscar T. (Org.), *História da Astronomia no Brasil*. Recife: MAST/MCTI, Cepe Editora e Secretaria de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, v. 2, 2014. p. 196-225.
- DELICADO, Ana. Produção e reprodução da ciência nos museus portugueses. *Análise Social*, v. XLIII, p. 55-77, 2008.
- DOMINICI, Tânia P.; SANTOS, Cláudia P.; LOUREIRO, Maria Lúcia N.M.; BELLO, Kátia; BRASIL, Zenilda F.. Pico dos Dias Observatory and its instrumentation: witnesses of astronomical revolutions in the last four decades. *eRittenhouse*, v. 25, p. 1-21, 2014. Disponível em: <<http://www.erittenhouse.org/collections/pico-dos-dias-observatory-and-its-instrumentation/>>. Acesso em: set. 2016.
- FRAGA, L.. SIFS volta a ser testado no céu. *LNA em Dia*, n. 41, p. 1. 2015.
- FRONING, Cynthia S.; OSTERMAN, Steven; BURGH, Eric; BEASLEY, Matthew; SCOWEN, Paul, *et al.*. A conceptual design for a Cassegrain-mounted high-resolution optical spectrograph for large-aperture telescopes. *Optomechanical Engineering*. Edited by Alson E. Hatheway. *Proceedings of the SPIE*, 8836, 88360Y, 2013.

HANDFAS, Ethel R., *Políticas públicas de C&T e museus de ciência: o Museu de Astronomia e Ciências Afins. Dissertação (Mestrado)*, Programa de Pós-graduação em Museologia e Patrimônio, UNIRIO/MAST, Rio de Janeiro, 2013. Orientadora. Maria Esther A. Valente.

HINE, A.; MEDVECKY, F.. Unfinished Science in Museums: a push for critical science literacy. *Journal of Science Communication*, v. 14, n.02, A04, p. 1-14, 2015.

KENWORTHY, M.A.; PARRY, I.R. & TAYLOR, K.. SPIRAL Phase A: A Prototype Integral Field Spectrograph for the Anglo-Australian Telescope. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 113, p. 215–226, 2001.

KITCHIN, C.R., *Astrophysical Techniques*, 2ª edição, IOP Publishing Ltd, EUA, 1991.

LATOUR, B.. *Ciência em Ação - Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LEPINE, J.R.D.; OLIVEIRA, A. C.; FIGUEREIDO, M.V.; et al.. SIFUS: SOAR integral Field unit spectrograph. Instrument Design and Performance for Optical/Infrared Ground- based Telescopes. Edited by Iye, M., Moorwood, A.F.M., *Proceedings of the SPIE*, 4841, p.1086-1095, 2003.

NORRIS, Ray P.. Next-generation astronomy. SPS5 - IAU XXVII General Assembly, Rio de Janeiro, Brasil, *Proceedings of Science*, PoS(sps5)034, 2010.

OLIVEIRA, A.C.; BARBUY, B.; CAMPOS, R.P.; et al.. The Eucalyptus spectrograph. Instrument Design and Performance for Optical/Infrared Ground- based Telescopes. Edited by Iye, M., Moorwood, A.F.M., *Proceedings of the SPIE*, 4841, p.1417-1428, 2003.

OLIVEIRA, A.C.. IFU/SIFS Entre a Primeira e a Segunda Luz. *LNA em Dia*, n. 14, p. 2. 2010.

SCARANO JR., S., *Manual de Operação do Espectrógrafo Eucalyptus*, 2005. Disponível em: <<http://www.lna.br/opd/instrum/manual/Manual-eucalyptus.pdf>>. Acesso em: ago. 2016.

SPIGA, Daniele; TAGLIAFERRI, Gianpiero; SOFFITA, Paolo; et al.. Re-testing the JET-X Flight Module No. 2 at the PANTHER facility. *Experimental Astronomy*, v. 37, n. 1, p. 37-53, 2014.