

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HISTÓRIA SOCIAL**

RAFAEL LUIS DOS SANTOS DALL'OLIO

***CARTE DU CIEL* E O USO DA FOTOGRAFIA CIENTÍFICA
NO SÉCULO XIX**

Versão Corrigida

São Paulo

2023

RAFAEL LUIS DOS SANTOS DALL'OLIO

***CARTE DU CIEL* E O USO DA FOTOGRAFIA CIENTÍFICA
NO SÉCULO XIX**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós- Graduação em História Social do Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em História Social.

Área de concentração: História Social

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Solange Ferraz de Lima

Versão Corrigida

São Paulo

2023



ENTREGADO EXEMPLAR CORRIGIDO DA DISSERTAÇÃO/TESE

Termo de Anuência do (a) orientador (a)

Nome do (a) aluno (a): Rafael Luis dos Santos Dall'olio

Data da defesa: 08/03/2023

Nome do Prof. (a) orientador (a): Solange Ferraz de Lima

Nos termos da legislação vigente, declaro **ESTAR CIENTE** do conteúdo deste **EXEMPLAR CORRIGIDO** elaborado em atenção às sugestões dos membros da comissão Julgadora na sessão de defesa do trabalho, manifestando-me **plenamente favorável** ao seu encaminhamento ao Sistema Janus e publicação no **Portal Digital de Teses da USP**.

São Paulo, 04/05/2023

**(Assinatura do (a)
orientador (a))**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte

Catalogação na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

D144	<p>Dall'olio, Rafael Luis dos Santos</p> <p>Carte du Ciel e o uso da Fotografia Científica no século XIX / Rafael Luis dos Santos Dall'olio; orientador Solange Ferraz de Lima - São Paulo, 2023.</p> <p>220 f.</p> <p>Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.</p> <p>1. Fotografia Científica. 2. História da Astronomia. 3. Cultura Visual. 4. História das Ciências. I. Lima, Solange Ferraz de, orient. II. Título.</p>
------	---

DALL'OLIO, Rafael Luis dos Santos. *Carte du Ciel e o uso da Fotografia Científica no século XIX*. Tese (Doutorado) apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em História Social.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Dedico este trabalho à minha esposa Fernanda, cuja companhia constante nos momentos alegres e tristes possibilitaram uma vida mais leve e prazerosa; aos meus filhos Clara e Lino, que trouxeram uma alegria imensurável e um novo compromisso com a vida; aos meus pais Luiz e Elizabeth, que sempre me apoiaram nas escolhas ao longo do caminho; e aos amigos e familiares que, indiretamente, ajudaram na elaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Profª Drª Solange Ferraz de Lima, que desde a orientação durante o mestrado muito me ensinou, contribuindo para meu crescimento científico e intelectual. Sua paciência, competência e dedicação para a pesquisa científica foi um exemplo a ser seguido durante minha jornada.

Ao Prof. Dr. Gildo Magalhães dos Santos Filho, pela atenção e apoio durante o Programa de Aperfeiçoamento do Ensino (PAE) e pelas discussões na história das ciências.

Aos Professores Amâncio e Rudhener, por comprovarem que a interdisciplinaridade não é apenas desejável, mas possível de ser alcançada de forma competente e científica.

À Professora Rosana, por ter dado contribuições precisas bem no início dessa jornada.

Ao Professor Ivan, pelas indicações na área de história das ciências.

À Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, pela oportunidade de realização do curso, bem como de todo o suporte material disponibilizado na execução da pesquisa.

Ao Grupo de Estudos de Cultura Visual do Museu Paulista. Embora nem sempre a presença física foi possível, pude acompanhar à distância as discussões e ideias do grupo, que me auxiliaram bastante na elaboração da presente pesquisa.

RESUMO

DALL'OLIO, Rafael Luis dos Santos. ***Carte du Ciel e o uso da fotografia científica no século XIX***: 2023. 212 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

A presente pesquisa teve como objetivo verificar em que medida o uso da fotografia foi problematizada no projeto de astrofotografia desenvolvido pelo observatório de Paris e executado a partir de 1887, por diversos observatórios astronômicos localizados principalmente na Europa, mas com participações de observatórios da América do Sul, América do Norte, África e Oceania. Esse projeto ficou conhecido como *Carte du Ciel*. Além disso, buscou-se verificar como ocorreu a construção e o desenvolvimento desse projeto em relação aos agentes políticos e sociais que o engendraram. Para tanto, utilizou-se como documentação principal os relatórios e boletins do comitê permanente, órgão executivo da *Carte du Ciel*, emitidos pela academia de ciências francesa, além de estudos teóricos e metodológicos relacionados aos estudos visuais das ciências e à produção do dado científico na rotina do laboratório. Concluiu-se que para considerar a fotografia como um instrumento científico que garantisse a confiabilidade dos dados obtidos era necessário seguir uma série de protocolos científicos definidos nas reuniões do comitê permanente. Dessa forma, a crítica à fotografia ocorreu antes da obtenção da mesma, embasada numa objetividade mecânica em voga no final do século XIX. Por outro lado, constatou-se que houve uma interferência direta do Estado Francês na execução do projeto, por meio da academia de ciências, cujo objetivo desta era transformar Paris no centro das discussões científicas mundiais. Pode-se considerar que tal objetivo foi parcialmente atingido, uma vez que no período pós Primeira Guerra Mundial, a *International Astronomic Union* (IAU) foi fundada com sede em Paris, no prédio da academia de ciências francesa. Observou-se assim que a prática científica está estritamente vinculada ao contexto social e político, cuja análise deve extrapolar os limites do laboratório e considerar os interesses dos agentes que constroem um determinado projeto científico.

Palavras-chave: Fotografia científica. História da astronomia. Cultura visual. História das ciências. *Carte du Ciel*

ABSTRACT

DALL'OLIO, Rafael Luis dos Santos. ***Carte du Ciel e o uso da fotografia científica no século XIX***: 2023. 212 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

This research aimed to verify to what extent or use of photography was problematized in the astrophotography project developed by the Paris observatory and carried out from 1887 onwards by several astronomical observatories located mainly in Europe, but with participation from observatories in South America, North America, Africa and Oceania. This project became known as Carte du Ciel. In addition, we sought to verify how the construction and development of this project occurred in relation to the political and social agents that engendered it. For this purpose, the reports and bulletins of the permanent committee, the executive body of the Carte du Ciel, issued by the French Academy of Sciences, were used as the main documentation, in addition to theoretical and methodological studies related to the visual studies of science and the production of scientific data in routine from the laboratory. It was concluded that in order to consider photography as a scientific instrument that would guarantee the reliability of the data obtained, it was necessary to follow a series of scientific protocols defined in the standing committee meetings. In this way, the criticism of photography occurred before obtaining it, based on a mechanical objectivity in vogue at the end of the 19th century. On the other hand, it was found that there was direct interference by the French State in the execution of the project, through the academy of sciences, whose objective was to transform Paris into the center of world scientific discussions. It can be considered that this objective was partially achieved, since in the post-World War I period, the International Astronomic Union (IAU) was founded with headquarters in Paris, in the building of the French Academy of Sciences. It was thus observed that scientific practice is strictly linked to the social and political context, whose analysis must go beyond the limits of the laboratory and consider the interests of the agents that build a certain scientific project.

Keywords: Scientific photography. History of astronomy. Visual culture. History of sciences. Carte du Ciel

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Capa do <i>Siderius Nuncius</i> .	20
Figura 2 – Diagrama do universo, com base no modelo de Ptolomeu.	26
Figura 3 – Astrolábio Planisférico, datado do século XIV, provavelmente de Toledo.	27
Figura 4 – Instrumentos astronômicos desenvolvidos por Tycho Brahe: Quadrante menor, Esfera Armilar Zodiacal, Sextante, Quadrante Mural.	28
Figura 5 – Diagrama do universo de Copérnico.	29
Figura 6 – Luneta típica utilizada na Itália entre os séculos XVII e XVIII.	32
Figura 7- Registros de Galileu, obtidos com o auxílio da luneta: Nebulosa Órion, Nebulosa Presépio e o planeta Vênus.	36
Figura 8 – <i>Selenographia</i> de Johannes Hevelius, 1647.	38
Figura 9 – Telescópio refrator kepleriano com distância focal de 45m, construído pelo astrônomo Johannes Hevelius.	40
Figura 10 – Comparação entre um telescópio refrator e um telescópio refletor	41
Figura 11- William Herschel, Caroline Herschel e John Herschel.	42
Figura 12 - Os telescópios refletores de William Herschel de 20 e 40 pés. William, Herschel Sir.	44
Figura 13 - Observatório de Uraninburg, prédio principal.	47
Figura 14 - Real observatório de Greenwich, (1667), gravura de Francis Place (1647-1728).	48
Figura 15 - Observatório de Paris (1667).	48
Figura 16 - Fotografia da Grande Cometa de 1882	51
Figura 17- Exemplos de imagens que representam cada uma das objetividades: verdade à natureza; objetividade mecânica e objetividade crítica.	54
Figura 18 - Telescópio fotográfico utilizado no Observatório de Harvard.	74
Figura 19 - <i>The Moon</i> . Albumen silver print, Warren de la Rue, 1856	76
Figura 20 - <i>The Moon</i> , New York. Albumen silver print. Lewis Morris Rutherford, 1865.	77
Figura 21- Primeiro Daguerreotipo do Sol. Fizeau e Foucault, 1845	78
Figura 22 - Primeiro registro de daguerreótipo de um eclipse total.	79
Figura 23 - Fotografia de um espectro solar completo. Henry Draper, 1872	80
Figura 24 - Cometa de Brook e meteoros, 1893	81
Figura 25 - Primeiro registro fotográfico da Grande Nebulosa de Órion por Henry Draper em 1880	83
Figura 26 - Fotografia do Trânsito de Vênus de 1882, registrada por um dos observatórios norte-americanos, sem definição exata do local.	88
Figura 27- Placa fotográfica de vidro do levantamento <i>Carte du Ciel</i> , Observatório de Potsdam	94
Figura 28 - Participantes do Congresso de 1887.	105
Figura 29 - Retrato de Amédée Ernest Barthélemy Mouchez.	110
Figura 30 - Anúncio da Grande Luneta – litografia de Georges Paul Leroux, 1900.	138
Figura 31 - Detalhes da grande luneta exibida na Exposição Universal de 1900 em Paris.	138
Figura 32 - Exemplo de heliogravura de uma placa fotográfica da Carta do Céu, Observatório de Paris.	140
Figura 33 - Parte da constelação de Cassiopeia.	161
Figura 34 - Instrumento de medição de fotografias celestes construído pelos Irmãos Henry.	161
Figura 35 - Fac-Símile de fotografias obtidas no observatório de Paris de crateras lunares pelos Irmãos Henry em 1886	162
Figura 36 - Mapa da Exposição Universal de Paris em 1889.	164
Figura 37 - Vista do IORJ no Morro do Castelo.	167
Figura 38 - Pavilhão construído no novo campus do Observatório Nacional em São Cristóvão, construído entre 1913 e 1921, para abrigar a equatorial fotográfica. Fonte: Teresinha Rodrigues, Observatório Nacional 185, 2012, p. 35.	169
Figuras 39a e 41b - Observatório de La Plata e equatorial fotográfica de Gauthier, encomendada para o projeto <i>Carte du Ciel</i> . Fonte: CHINNICI, 1999, p.113.	170

Figuras 40a e 43b - Observatório de Cordoba e equatorial fotográfica de Gauthier, encomendada para o projeto Carte du Ciel. Fonte: CHINNICI, 1999, p.114. _____ 171

Figuras 415a e 45b - Observatório de Santiago do Chile e equatorial fotográfica de Gauthier, encomendada para o projeto Carte du Ciel. Fonte: CHINNICI, 1999, p.115. _____ 173

Figura 42a e 45b - Observatório de Tacubaya e equatorial fotográfica de Gauthier, encomendada para o projeto Carte du Ciel. Fonte: CHINNICI, 1999, p.115. _____ 174

Sumário

INTRODUÇÃO: A IMAGEM COMO UM CONCEITO CIENTÍFICO	14
CAPÍTULO 1: A ASTRONOMIA E O TELESCÓPIO	20
1.1 IMAGEM E CIÊNCIAS	21
1.2 A ASTRONOMIA E SEUS INSTRUMENTOS ATÉ O SÉCULO XVI	24
1.2.1 <i>Revolução Científica ou Revoluções Científicas?</i>	31
1.3 APROXIMAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE NO DESENVOLVIMENTO DO TELESCÓPIO	32
1.3.1 <i>Os primeiros registros de Galileu: recepção e controvérsias</i>	34
1.3.2 <i>O aperfeiçoamento do telescópio por Kepler e Newton</i>	38
1.3.3 <i>Os grandes telescópios do século XVIII – Willian Herschel</i>	41
1.4 A ORGANIZAÇÃO MATERIAL DA ASTRONOMIA ENTRE OS SÉCULOS XVI-XVIII.....	45
EPÍLOGO: INSTRUMENTOS AMPLIANDO O VISÍVEL	49
CAPÍTULO 2: A ASTRONOMIA E A FOTOGRAFIA NO SÉCULO XIX	51
2.1 A FOTOGRAFIA NO SÉCULO XIX	57
2.1.1 <i>Breves considerações sobre a história técnica da Fotografia</i>	66
2.1.2 <i>O uso da fotografia nas Ciências Naturais</i>	69
2.2 O USO DA FOTOGRAFIA NA ASTRONOMIA.....	71
2.2.1 <i>Principais usos e áreas de aplicação na astronomia no século XIX</i>	74
2.2.2 <i>Um estudo de caso: o uso da fotografia nos Trânsitos de Vênus de 1874 e 1882</i>	85
EPÍLOGO: O IMPACTO DA FOTOGRAFIA NA ASTRONOMIA	90
CAPÍTULO 3: A CULTURA MATERIAL DE UM PROJETO CIENTÍFICO	94
3.1 <i>Reorganização do Observatório de Paris e as fotografias dos Irmãos Henry</i>	95
3.1.1 <i>Correspondências entre David Gill e Ernest Mouchez</i>	96
3.1.2 <i>A Conferência do Meridiano Internacional em Washington de 1884</i>	100
3.2 O PROJETO CARTE DU CIEL.....	103
3.3 CONGRESSOS DE ASTROFOTOGRAFIA (1887-1909)	108
3.3.1 <i>Apresentação e organização</i>	108
3.3.2 <i>Comitê Técnico</i>	112
3.3.3 <i>Comitê de Astrofotografia</i>	115
3.3.4 <i>Comitê de Astronomia</i>	117
3.3.5 <i>O Comitê Permanente</i>	119
3.3.6 <i>Desenvolvimento do projeto: as reuniões do Comitê Permanente (1889-1909)</i>	123
3.4 ANÁLISE DOS RELATÓRIOS	144
EPÍLOGO: O USO DA FOTOGRAFIA NA PRODUÇÃO DA CARTA E DO CATÁLOGO CELESTE	149
CAPÍTULO 4: O LUGAR DO PROJETO CARTE DU CIEL NA SOCIEDADE CIENTÍFICA INTERNACIONAL	152
4.1 COOPERAÇÕES ACADÊMICAS INTERNACIONAIS NO SÉCULO XIX	153
4.2 FORMAS DE LEGITIMAÇÃO: ACADEMIAS, PERIÓDICOS, EXPOSIÇÕES UNIVERSAIS.....	155
4.3 RESISTÊNCIAS E DESISTÊNCIAS DO PROJETO.....	165
4.4 LEGADOS POLÍTICO E CIENTÍFICO	176
4.4.1 <i>Legado Político</i>	176
4.4.2 <i>Legado Científico</i>	178
EPÍLOGO: O LUGAR DA CARTE DU CIEL NO CAMPO DE SABER ASTRONÔMICO	180
CONCLUSÃO: A FOTOGRAFIA COMO UM DADO CIENTÍFICO	182
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	186

FONTES PRINCIPAIS	186
FONTES COMPLEMENTARES	189
ANEXO A - PERFIL DETALHADO DOS PARTICIPANTES DE 1887	195
ANEXO B - PERFIL DOS PARTICIPANTES DOS CONGRESSOS DE 1889 – 1909	202
ANEXO C - RESOLUÇÕES APROVADAS NOS CONGRESSOS	208

*La photographie est la rétine du savant*¹

A técnica fotográfica foi desenvolvida em um campo interdisciplinar entre arte, química e física, em um momento onde essas ciências passavam por um período de reorganização. Desde as afirmações de François Arago em 1839 a fotografia se associou ao campo científico, com destaque para a fotografia microscópica entre 1850 e 1870; a fotografia topográfica e geológica – com Félix Nadar (1820 – 1910) sobrevoando Paris a partir de 1858; a fotografia aplicada à história natural, a partir de 1853 com Louis Rousseau (1787 – 1856) e mais especificamente a fotografia aplicada às ciências médicas, com Guillaume Benjamin Amand Duchenne (1806 – 1875) em 1852 (ROUILLE, 1998, p.48).

Esse período, balizado entre o advento da fotografia em 1839 e o início da Primeira Guerra Mundial em 1914, foi caracterizado como um período de desenvolvimento e sistematizações no campo da fotografia científica, como constatamos ao longo da pesquisa.

Os primeiros processos fotográficos usavam chapas muito pouco sensíveis à luz, o que dificultava a observação da maior parte dos objetos astronômicos, com exceção dos corpos celestes mais brilhantes, como o Sol e a Lua. Contudo, com o constante desenvolvimento das técnicas fotográficas, em especial a partir da década de 1870, seu uso como um instrumento científico foi intensificado nas pesquisas envolvendo não apenas a representação de corpos celestes, mas também a própria localização destes, por meio das cartas e catálogos estelares.

À medida que as técnicas de fotografia foram sendo aprimoradas, foi possível registrar objetos mais tênues e difusos. O primeiro astrônomo a propor a fotografia como instrumento científico para observação foi o astrônomo francês Hervé Faye (1814-1902), com base nos resultados obtidos por um oficial de engenharia chamado A. Laussedat (1819-1907), na observação de eclipses solares na década de 1860.

Neste contexto, destacamos o Congresso Internacional de Astrofotografia de 1887, ocorrido em Paris, ponto de partida da presente pesquisa. Neste congresso foram decididos, por meio de votação de seus membros, quais parâmetros os astrônomos deveriam adotar

¹ “A fotografia é a retina do cientista”, expressão cunhada por Jules Janssen a respeito do revólver fotográfico. SICARD, 2006, p.183.

para a realização de uma carta e de um catálogo celeste, utilizando como principal instrumento o telescópio refrator com uma câmera fotográfica.

Tal projeto foi considerado pelo Almirante Ernest Amédée Barthélemy Mouchez (1821 – 1892), diretor do Observatório de Paris e da Academia de Ciências de Paris, como “*the greatest venture yet undertaken by astronomy*” (GALISON & DASTON, 2008, p. 303), pois seu principal objetivo era o mapeamento fotográfico completo do céu, incluindo todas as estrelas até a 14^a magnitude. Definido como um “*imperishable monument*”, um registro fotográfico do “*authentic state of the universe visible from the Earth at the close of the nineteenth century*”, contava com a participação de dezoito observatórios dos hemisférios Norte e Sul e produziu um catálogo que ainda não tinha sido concluído em 1964 (GALISON & DASTON, 2008, p.304). As reuniões permanentes do comitê seguiram pelos anos de 1889, 1891, 1896, 1900, 1909 tendo sido concluída oficialmente em 1970, pois seus membros consideraram que o objetivo havia sido cumprido (WEIMER, 1987, p.26).

Esse mapeamento do céu seguia uma lógica do século XIX em determinar as dimensões e tamanho da Terra: a navegação pelo oceano ocorria intensamente, a delimitação rigorosa das fronteiras políticas estava sendo questionada e novos mapas da Europa e territórios além eram uma preocupação prioritária. Trilhos de trem e mineradores queriam excelentes mapas, tanto na Europa quanto nas colônias. Além da parte prática, o formato e o tamanho da Terra seriam importantes para o entendimento da lei da gravidade e da distância solar. Além disso, segundo Daston e Galison, esse projeto juntamente com as Expedições de Vênus e a *Internationale Gradmessung*, foram os precursores das primeiras tentativas de cooperação científica internacionais no século XIX.

Das resoluções gerais desse Congresso, destacamos aquelas relacionadas ao instrumento fotográfico: a obrigatoriedade de todos os observatórios participantes utilizarem o telescópio refrator; a fotografarem estrelas até a 14^a magnitude; a utilizar a abertura dos objetos de vidro de 0m,33 e a distância focal de 3m,43 (para que o arco representado seja aproximadamente de 0m.001); com a ressalva de que os diretores dos observatórios eram livres para utilizarem os objetos de vidro dos ópticos de preferência, desde que atendesse aos requisitos gerais estipulados pelo congresso. Houve uma tentativa de padronizar as chapas fotográficas, sendo produzidas pelo mesmo produtor, mas tal proposição foi considerada impraticável (WINTERHALTER, 1889, p.215). O instrumento utilizado nesse projeto² foi

² “The debate over the kind of telescope were sometimes purchased”. P.305. Os autores discutem sobre o pioneirismo de fotografias estelares com o uso de telescópios refletores pelos astrônomos ingleses Andrew Ainslie Common and Isaac Roberts e, ao contrário dos telescópios refratores, os refletores poderiam ser usados para observação visual e fotográfica. Contudo, estes aceitaram os telescópios refratores, pois acreditavam que nem todos os astrônomos desse projeto teriam condições de operar os telescópios refletores, dada a dificuldade

oriundo de estudos anteriores realizados pelos irmãos Paul-Pierre Henry (1848 – 1905) e Prosper-Mathieu Henry (1849 – 1903), astrônomos do observatório de Paris.

Tal definição configura-se como um importante marco, pois implicou a escolha de um determinado método científico, a partir da definição das características dos instrumentos fotográficos que se tornaram obrigatórios para esse tipo de produção científica, em detrimento de outras possibilidades.

Dessa forma, ao eleger para a análise um estudo de caso específico – a *Carte du Ciel* – vislumbramos a possibilidade de compreender como e se as ciências de observação reforçaram a concepção da fotografia como “espelho do real”, ao considerarem a fotografia como um dado válido, consolidando um imaginário que se estendeu ao longo do século XX. Consideramos ainda que o projeto *Carte du Ciel*, dada sua grandeza (18 observatórios dos hemisférios Norte e Sul), possivelmente possuiu outros interesses além da catalogação do céu, como a construção dos telescópios, a formação dos técnicos e a divulgação dos dados científicos, atividades para as quais era necessária uma quantia considerável de recursos. Quais órgãos eram financiadores desse projeto? Quem eram os mediadores/agentes? Como era a forma de divulgação e de legitimação de seus trabalhos?

A partir das questões acima, consideramos como hipótese inicial da pesquisa a legitimidade dada à fotografia como um registro fiel dos objetos naturais observados, embasada pela objetividade mecânica característica da sociedade industrial do século XIX. Tal ideologia do progresso das ciências, contudo, exigia um alto custo de implementação do maquinário científico, motivo pelo qual países periféricos como o Brasil não conseguiram executar a parte do projeto *Carte du Ciel* que lhes competia.

Corroboramos essa hipótese, a princípio, com base nas pesquisas realizadas no campo dos estudos visuais da ciência, onde a discussão acerca da realidade fotográfica não possui grandes recorrências, podendo caracterizar, ainda na discussão atual, uma permanência da consolidação da fotografia-documento do século XIX no século XXI.

Uma segunda hipótese de pesquisa é a relação entre ciência, política e industrialização (que permeou as nações europeias na segunda metade do século XIX) e sua influência no direcionamento do projeto *Carte du Ciel*. Verificamos em que medida a escolha por um determinado tipo de instrumento óptico (tipo de telescópio, lentes, placas, emulsões) pode ser relacionado a interesses de agentes específicos na produção desses bens. Vale ressaltar que a Grã-Bretanha e a França eram as regiões mais industrializadas da Europa na

em operá-los, a despeito de ser considerado o melhor instrumento em todos os aspectos para esse tipo de fotografia. Essas tensões foram discutidas no Congresso entre os defensores da identidade perfeita e entre os defensores dos melhores métodos e instrumentos: Janssen e Folie apelaram para que instrumentos mais poderosos, mas não padronizados como o telescópio de Meudon fossem permitidos nesse mapeamento.

segunda metade do século XIX e os telescópios refratores obrigatórios para a participação dos observatórios no *Carte du Ciel* eram produzidos nesses dois países.

Para tanto, adotamos como marco cronológico o ano de 1887, data do 1º Congresso de Astrofotografia até 1909, quando ocorreu a última reunião do Conselho antes da Primeira Guerra Mundial. Este recorte contempla os encontros de 1889, 1891, 1896, 1900 e 1909, quando a Comissão Permanente discutiu e avaliou os procedimentos até então adotados.

Nossa principal fonte documental para a pesquisa são os *Bulletin du Comité international permanente pour l'exécution photographique de la carte du ciel* (1887-1915), documentos de caráter informativo do projeto e os relatórios da *Réunion du Comité international pour l'exécution de la carte photographique du ciel à l'Observatoire de Paris* (1889-1891), documentos de caráter avaliativo do projeto³.

Os boletins são, em sua maioria, divididos em fascículos, com formatação semelhante: preâmbulo, escrito pelo presidente do projeto; relatos científicos sobre as técnicas utilizadas e os resultados obtidos, sendo a maior parte dos escritos; correspondências relatando algum tipo de problema ou situação experimentada e respostas a essas cartas, por outros membros do comitê ou mesmo de astrônomos convidados.

As reuniões são específicas às propostas e discussões ocorridas durante os encontros da Comissão Permanente, com transcrição dos discursos dos membros do comitê bem como de astrônomos convidados. Novamente, a presença de cientistas que não fazem parte do projeto *Carte du Ciel* pode ser vista, num caráter hipotético, como uma estratégia do Comitê de agregar cientistas e observatórios que, a princípio, não quiseram ou puderam participar desse projeto.

Consideramos que tais fontes – relatórios da Comissão Permanente e os boletins são constituídos de dados, debates e orientações fundamentais para a proposta de pesquisa em questão.

Pela interdisciplinaridade do tema, nossa abordagem teórico-metodológica foi dividida entre a relação fotografia – ciência e sobre os aspectos sócio-políticos da ciência. Consideramos no primeiro eixo a materialidade da fotografia proposta por Elizabeth Edwards e a relação entre fotografia e ciência utilizada por Kelley Wilder.

Os estudos de Edwards (2004, 2009) trazem a questão da materialidade como um ponto central para a fotografia. Considerada como um objeto, esta ocupa um espaço, medidas, pesos, ocupando um lugar real em coleções, arquivos e museus. Ultrapassa, dessa forma, os limites de sua compreensão apenas como imagem, passando a ser entendida como um objeto.

³ Documentos digitalizados disponíveis em <www.gálica.fr>. Acesso em 5 de fev. 2020.

Wilder (2009) discute as relações entre fotografia e ciência, acompanhando o desenvolvimento de ambas. Defende que a fotografia foi utilizada pela ciência por utilizar conceitos-chave como objetividade, registro, imparcialidade, ao mesmo tempo em que influenciou as práticas científicas em campos como medicina, astronomia e biologia.

No segundo eixo, consideramos importante a contribuição de Bruno Latour sobre a produção do fato científico, associando este a uma tessitura social que ultrapassa os limites do laboratório científico. Para Latour (2012, edição original 1990) não é possível dissociar a ciência produzida dentro do laboratório do cientista dos diversos fatores que o circundam, desde a própria aceitação de um determinado fato científico por meio da comunidade de pares bem como os agentes envolvidos no suporte financeiro e material disponibilizado ao cientista para produzir um determinado conhecimento.

No primeiro capítulo tratamos da relação entre a astronomia e um instrumento científico que alterou significativamente essa ciência: o telescópio. Para tanto analisamos uma história sucinta da astronomia considerando seus instrumentos até o advento do telescópio no século XVII. Constatamos que para a execução dessa ciência o apoio do Estado foi fundamental, posto que os observatórios eram custosos e demandavam uma grande quantidade de recursos humanos e de infraestrutura. Verificamos, também, como o campo de saber denominado *Visual Studies of Science* compreendeu a relação entre imagem e ciência no século XIX.

No segundo capítulo, tratamos da relação entre astronomia e fotografia no século XIX. Após um breve histórico da astronomia e dos instrumentos utilizados, abordamos principalmente o impacto da fotografia na astronomia e nas ciências naturais. Procuramos demonstrar neste capítulo como a astronomia detinha um conhecimento acumulado sólido para o qual a fotografia contribuiu para alcançar a exatidão na produção de dados, sem, contudo, promover uma revolução, posto que devia ser compatível com o que já havia sido descoberto. Discutimos ainda neste capítulo um quadro sucinto das ciências naturais e um quadro mais específico para a astronomia levando em conta a sua constituição como uma disciplina científica, organizada em um campo de saber específico.

No terceiro capítulo, discutimos a cultura material de um projeto científico. A intenção neste capítulo foi historicizar o projeto de astrofotografia *Carte du Ciel*, destacando quem foram seus protagonistas, como foi originado, quais foram as principais resoluções votadas. Utilizamos as fontes principais – os relatórios e os boletins do Comitê Permanente para essa análise. Essa caracterização forneceu um quadro preciso sobre o que era esse projeto do ponto de vista do investimento nas condições materiais e de recursos humanos e financeiros.

No quarto capítulo situamos o lugar do Projeto *Carte du Ciel* na sociedade científica internacional. Buscamos, nesse momento, mensurar o impacto desse projeto em um contexto mais amplo, por meio da análise da influência das academias e das sociedades científicas, para compreender o grau de relevância desse projeto no cenário científico internacional. Além disso, foram analisados os agentes políticos envolvidos na construção do projeto, em especial o papel das academias de ciências do Reino Unido e da França, além do caso específico do Observatório Imperial do Rio de Janeiro.

Por fim, concluímos o trabalho retomando as duas hipóteses iniciais do projeto – a fotografia como evidência e a construção sociopolítica de um projeto científico – onde buscamos respondê-las de acordo com o apresentado ao longo da pesquisa, destacando questões que não puderam ser respondidas e novos caminhos necessários para a pesquisa.

Retomamos a questão da imagem como um conceito que é construído, cientificamente e socialmente, a partir da imagem fotográfica, e como esta foi considerada como um instrumento neutro e objetivo, capaz de extrair dados considerados precisos, sendo legitimada pela comunidade científica do período.

Pretendemos, portanto, contribuir com uma aproximação analítica pouco comum para o campo de estudos visuais das ciências: o questionamento do uso da fotografia-documento na produção de dados científicos, por meio da captura e do registro dessas imagens, do tratamento e do armazenamento, da publicação e da validação pelos pares científicos.

Capítulo 1: A astronomia e o telescópio

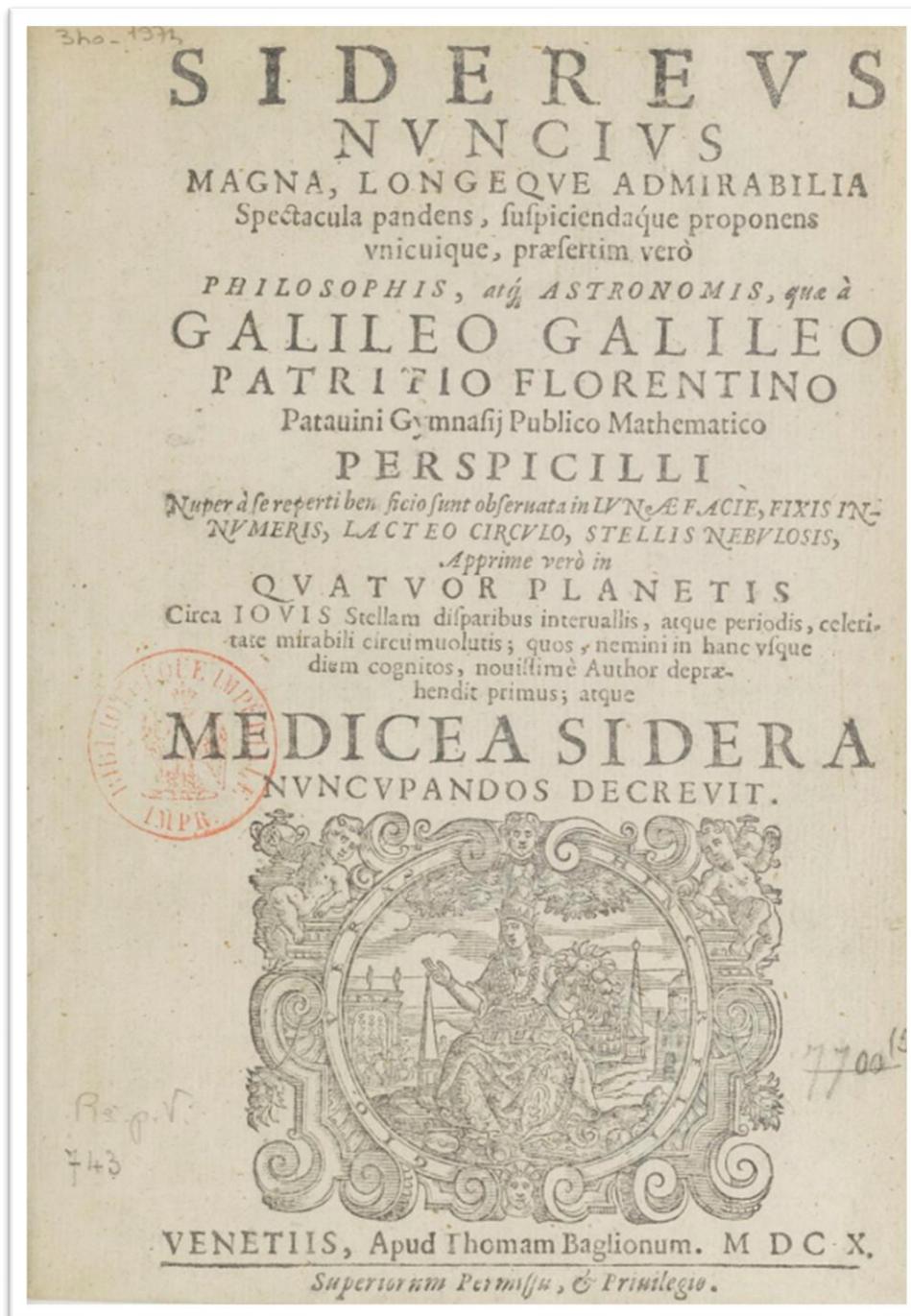


Figura 1 - Capa do Siderius Nuncius.

Primeira obra na astronomia que utilizou o telescópio adaptado para a observação celeste. Fonte: <<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9907264/f5.item.r=Sidereus%20Nuncius#>>. Acesso em 16/10/2022.

1.1 Imagem e ciências

As imagens fazem parte do conhecimento científico, seja como forma de produção de dados, análise de informações, ou como forma de divulgação em veículos próprios (jornais, periódicos científicos, livros). Mas esse entendimento é relativamente recente.

Até a segunda metade do século XX, as imagens eram compreendidas e utilizadas principalmente como forma de vulgarização do conhecimento científico ou como demonstração de algum cálculo matemático, usadas de forma mais recorrente com a modernização das técnicas de publicação e imprensa a partir do século XV. Serviam como suporte ao conteúdo escrito, não sendo objeto próprio de análise.

Esse quadro mudou com uma proliferação de estudos relacionados à Cultura Visual, onde as imagens em suportes físicos variados – pinturas, fotografias, desenhos – passaram a ser analisadas como documentos, e não mais ilustrações que corroborassem o documento escrito. Essa perspectiva passou a ser adotada em diversos campos de conhecimento, incluindo a história das ciências.

Podemos afirmar que o interesse pela visualidade no campo científico teve início no artigo *The Emergence of a Visual Language for Geological Science 1760-1840*, de Martin Rudwick⁴, publicado em 1976 no periódico *History of Science*, quando este se interessou pela representação visual aplicada à prática científica no campo da geologia. Neste artigo, Rudwick questiona o tratamento dado por muitos cientistas naturais à *imagery*, discutindo como estas devem ser utilizadas para se tornarem fontes históricas. A obra de Samuel Edgerton⁵ (1976) sobre as interligações entre técnicas de pintura e descobertas científicas na Europa Renascentista também indica a formação de um novo campo de estudos.

Em 1983, os sociólogos das ciências Bruno Latour e Michael Lynch apresentaram em um seminário denominado *Visualização e Cognição*, realizado na Escola de Minas (França), mapas, figuras e outras formas de representação visual (bem como os instrumentos que produziam essas imagens) oriundas do trabalho feito dentro dos laboratórios que influenciavam diretamente na dinâmica envolvendo aceitação e circulação de um determinado dado científico. Posteriormente Lynch e Steve Woogar publicaram uma obra de referência sobre essa temática: *Representation in Scientific Practice* (1988).

Lynch ressalta que no final da década de 1970 foram desenvolvidas etnografias sobre laboratórios científicos, destacando os trabalhos de Knorr-Cetina (1981), Latour e Wolgar (1979) e Lynch (1985a). Esses estudos demonstraram que a visualização não é um tipo único

⁴ Martin Rudwick, "The Emergence of a Visual Language for Geological Science, 1740–1840," *History of Science* 14 (1976): 149–95.

⁵ Samuel Edgerton, "Renaissance Rediscovery of Linear Perspective", New York: Harper & Row, 1976.

de prática ou processo, mas geralmente está associada ao ato de expor, revelar, descobrir, divulgar, fenômenos que estavam escondidos da visão:

Optical instruments like microscopes, telescopes, and specialized cameras enable images to be made of things that are too small, too far away, too slow moving, or too fast developing to be seen or noticed with naked eyes, but while such images may provide prototypes for one widely recognized mode of scientific visualization, they do not exhaust the field⁶ (LYNCH, 2006, p.30).

Ao considerar as imagens e sua força retórica na representação científica, esse novo campo de estudos esqueceu-se, contudo, de analisar o conteúdo das próprias imagens científicas.

Não apenas os sociólogos passaram a discutir a representação visual na prática científica, mas também historiadores da arte, como Svetlana Alpers, Barbara Stafford e Jonathan Crary⁷. Destacamos também o artigo de Ian Hacking⁸ (1981) que discute a questão do realismo e dos instrumentos de visualização nas ciências.

Dada a multiplicidade de formas de representação visual, uma seção especial intitulada *Ciência e Cultura Visual*, organizada por Norton Wise⁹ no periódico acadêmico *Isis*, em 2006, voltou a abordar essa temática. Neste artigo, Norton discute as diversas categorias visuais tais como diagramas, métodos matemáticos, métodos gráficos, pinturas, fotografias, desenhos, dentre outros, defendendo a capacidade epistemológica dessas representações visuais, ou seja, a sua participação ativa na construção do conhecimento científico.

Outros dois estudos de referência que refletem abordagens distintas no campo de Estudos Visuais das Ciências devem ser destacados. A obra de Lorraine Daston e Peter Galison *Objectivity* (2007) trouxe questões essenciais sobre a construção de imagens científicas, como sua legitimação na comunidade científica por meio da objetividade e a tentativa de “eliminação” da interferência humana na produção dessas imagens. Esse e outros

⁶ “Instrumentos ópticos como microscópios, telescópios e câmeras especializadas permitem que imagens sejam feitas de coisas que são muito pequenas, muito distantes, muito lentas ou se desenvolvem muito rápido para serem vistas ou percebidas a olho nu, mas embora tais imagens possam fornecer protótipos para um modo amplamente conhecido de visualização científica, eles não esgotam o campo” (LYNCH, 2006, p.30, tradução nossa).

⁷ Svetlana Alpers, *The Art of Describing* (Chicago: University of Chicago Press, 1983); Barbara Maria Stafford, *Body Criticism: Imaging the Unseen in Enlightenment Art and Medicine* (Cambridge, MA: MIT Press, 1991); Jonathan Crary, *Techniques of the Observer: On Vision and Modernity in the Nineteenth Century* (Cambridge, MA: MIT Press, 1990).

⁸ Ian Hacking, “Do We See Through a Microscope?”, *Pacific Philosophical Quarterly* 62 (1981): 305–22.

⁹ M. Norton Wise, “Making Visible”, *Isis* 97 (2006): 75–82.

estudos similares se preocupam com a questão da imagem enquanto representação visual, ou seja, procuram questionar a construção da imagem dentro de um contexto específico e as formas – teóricas e materiais – de como obtê-las.

Outra vertente que nos interessou não se preocupa tanto com a imagem, mas sim com o processo anterior: o olho e os estudos ligados à visão. Destaca-se o estudo de Jutta Schickore, *The Microscope and the Eye*, onde a autora propõe o estudo sobre o olho humano e a natureza da visão no século XIX.

Atualmente, o campo de estudos visuais da ciência está bem consolidado, principalmente em decorrência do grande número de publicações de livros, artigos e dossiês, em especial os veiculados aos periódicos científicos de referência, como *Isis* e *Osiris*.

As principais características dos estudos de visualização, nesse contexto, são sobre práticas que tornam coisas visíveis e contáveis. Lynch destaca ainda que essa ênfase difere de um interesse discreto no domínio de representações visuais, ou mesmo das interpretações de representações visuais como superfícies, mas sim como ordens metafísicas, cognitivas, ideológicas e culturais, onde essas representações estariam escondidas. Para o autor: “*But, while much can be said for the idea that graphs, photographs and so forth do not simply reflect natural properties, much can be said for the idea that they do not simply reflect properties of mind, society, or culture*”¹⁰ (LYNCH, 2006, p. 37).

Hoje, para muitos historiadores sociais e sociólogos das ciências, as imagens não são tão relevantes por si só, mas sim pelas práticas que compõe e estabelecem o significado de evidência destas imagens. Tais práticas incluem a definição e preparação dos materiais e campos de observação, equipamentos observatórios de operação, processamento e reprocessamento de imagens, elaborando e selecionando material para apresentações e publicações, e discutindo o que essas exposições mostram ou revelam.

Partindo dos pressupostos de Lynch, a visualização não deve ser equiparada com a percepção dos sentidos ou com a cognição. Os termos relacionados à visualização como materialização, ilustração, descrição, referência, demonstração e indexação não podem ser reduzidos a processos sensoriais, ou seja, os estudos de visualização são sobre a produção da realidade científica.

Contudo, não há um consenso sobre métodos e questões que devam ser colocados para os historiadores que se debruçarem nesse campo. Pang sugere três aspectos, ao menos, que devem ser considerados pelos historiadores: o processo de publicação dos originais; a interação entre materiais, tecnologias e observação; e a colaboração entre artistas, autores

¹⁰ “Mas, enquanto muito pode ser dito sobre a ideia de que gráficos, fotografias e assim por diante não refletem simplesmente propriedades naturais, muito pode ser dito sobre a ideia de que eles não refletem simplesmente propriedades da mente, sociedade ou cultura.” (LYNCH, 2006, p. 37, tradução nossa).

de gravuras e pintores (PANG, 1997, p. 157). Diante desse quadro, interessa considerar a interação entre as imagens, compreendidas aqui como objetos materiais, e os instrumentos usados para a obtenção delas, traduzindo uma relação entre a tecnologia disponível e a visualidade de sua época são fundamentais para compreendermos o papel dos instrumentos ópticos nos Estudos Visuais das Ciências.

No presente capítulo, nosso objetivo é, por um lado, discutir a relação entre uma ciência (astronomia) e um instrumento (telescópio), buscando evidenciar como a história das ciências compreendeu essa relação. Por outro, buscamos inserir tal discussão na historiografia relativa aos Estudos Visuais das Ciências.

Esses objetivos são complementares, indissociáveis para o nosso estudo de caso, uma vez que as imagens do projeto Carta do Céu, eram obtidas por meio de um telescópio fotográfico. Buscaremos, dessa forma, situar os usos e as referências ao telescópio dentro das obras de astrônomos e demais estudiosos entre os séculos XVI e XVIII, período de intenso desenvolvimento da astronomia e de seus instrumentos.

Essa perspectiva de análise situa o desenvolvimento do telescópio a partir de um contexto científico mais amplo, influenciado por uma filosofia mecanicista que perdurou na Europa entre os séculos XVI e XVII. O telescópio era principal instrumento de astronomia utilizado no período, daí nosso interesse em compreender como foi a construção, a utilização e o impacto desse instrumento na ciência astronômica e o papel de alguns astrônomos que aperfeiçoaram esse instrumento, como Galileu Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571 – 1630) e Isaac Newton (1643-1727).

Por outro lado, nossa atenção também se volta para a materialidade da produção do conhecimento astronômico, que deve ser levada em consideração. Da mesma forma que a imagem, o instrumento ocupa um determinado lugar no espaço, bem como possui um custo de produção e utilização. As estruturas físicas e os seus custos também são importantes para a compreensão do lugar da astronomia no âmbito das ciências naturais nesse período.

1.2 A astronomia e seus instrumentos até o século XVI

Dada a complexa e rica história da astronomia, seria impossível traçar aqui um sucinto quadro dessa ciência. Preferimos, de acordo com a proposta da pesquisa aqui realizada, concentrarmos nossos esforços nos instrumentos utilizados para as observações feitas pelos astrônomos bem como o produto físico dessas observações, em especial a elaboração de catálogos e mapas estelares.

O conhecimento construído na astronomia até a invenção dos telescópios se baseou principalmente nas observações a olho nu. Dessa forma, esse tipo de conhecimento foi construído apenas com base naquilo que se podia ver, no visível. E ainda que tal conhecimento tenha sido radicalmente modificado ao longo dos séculos, essas formulações são extremamente bem elaboradas, possuindo uma lógica compatível com o que poderia ser observado.

Uma das grandes preocupações do ser humano presente desde a Antiguidade, e que caracterizou séculos depois o método científico, foi a mensuração e a quantificação – do tempo, do espaço (distâncias) e dos objetos naturais. No caso da astronomia, a preocupação era mensurar quantidades e movimentos dos planetas.

Mais do que uma simples curiosidade sobre o mundo e o Universo, o conhecimento astronômico possuía uma finalidade muito prática: controle do tempo, incluindo o controle agrícola sobre as estações, localização e transporte terrestre e marítimo.

Nos estudos de história das ciências¹¹, é comum afirmar que uma das maiores contribuições dos estudos da Antiguidade foram os estudos do filósofo grego Aristóteles (384 a.C.- 322 a.C.) e suas concepções sobre o conhecimento do mundo. De fato, podemos observar que sua Filosofia Natural perdurou por séculos, até sua derrocada frente a uma nova concepção de ciência no século XVII. Em relação à astronomia, Aristóteles defendia a ideia de um Universo perfeito, imutável, esférico e finito. Sua concepção sobre as esferas sublunares se tornou referência para o estudo dos céus.

Outra grande contribuição para a astronomia na Antiguidade Clássica foram os estudos de Cláudio Ptolomeu (c.85-165 a.C.). Ptolomeu foi um compilador de informações no campo da astronomia. Essa compilação de informações foi publicada na obra *Almagesto*, contendo treze volumes sobre astronomia, considerada uma grande síntese do conhecimento astronômico nesse período. A tradução para a língua latina foi realizada apenas no século XV.

¹¹ Cf. Jones, A., & Taub, L. (Eds.). (2018). *The Cambridge History of Science (The Cambridge History of Science)*. Cambridge: Cambridge University Press.

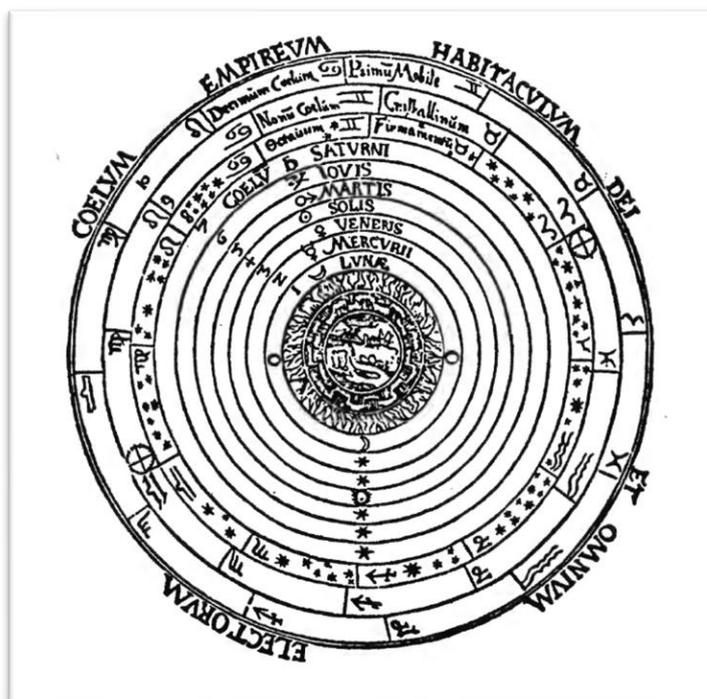


Figura 2 – Diagrama do universo, com base no modelo de Ptolomeu.
 Fonte: Peter Aspian, *Cosmographia*, 1539.

Ao longo da Idade Média, não houve uma mudança radical no conhecimento astronômico, utilizando-se como referência a Filosofia Natural Aristotélica. Contudo, o movimento de tradução dos manuscritos gregos, iniciado nas universidades europeias a partir do século XII, aliada às transformações na organização social, como a ascensão de uma burguesia mercantil, configuraram um contexto que posteriormente se mostrou propício para o desenvolvimento científico.

Desse período, em especial a partir do século XI, podemos ressaltar a introdução de três instrumentos de precisão de origem árabe que auxiliaram os estudos no campo da astronomia: a esfera celestia (círculo abstrato onde os objetos celestes poderiam ser medidos a partir de sua projeção na superfície inferior da esfera), o *equatorium* (usado para achar as posições da Lua, do Sol e dos planetas sem a necessidade de cálculos, usando um modelo geométrico que representava os corpos celestes) e o astrolábio (utilizado para diversos cálculos na astronomia, em especial a medição da latitude acima do horizonte de um objeto celestia). Este foi de grande importância, pois permitia a observação, cálculo e demonstração de objetos celestes. Apesar de ser conhecido desde a Antiguidade Clássica, foi aperfeiçoado pelos povos árabes¹².

¹² Convém destacar a importância da tradução dos textos clássicos gregos e árabes na região islâmica da Espanha, sendo divulgados posteriormente nos demais países europeus.

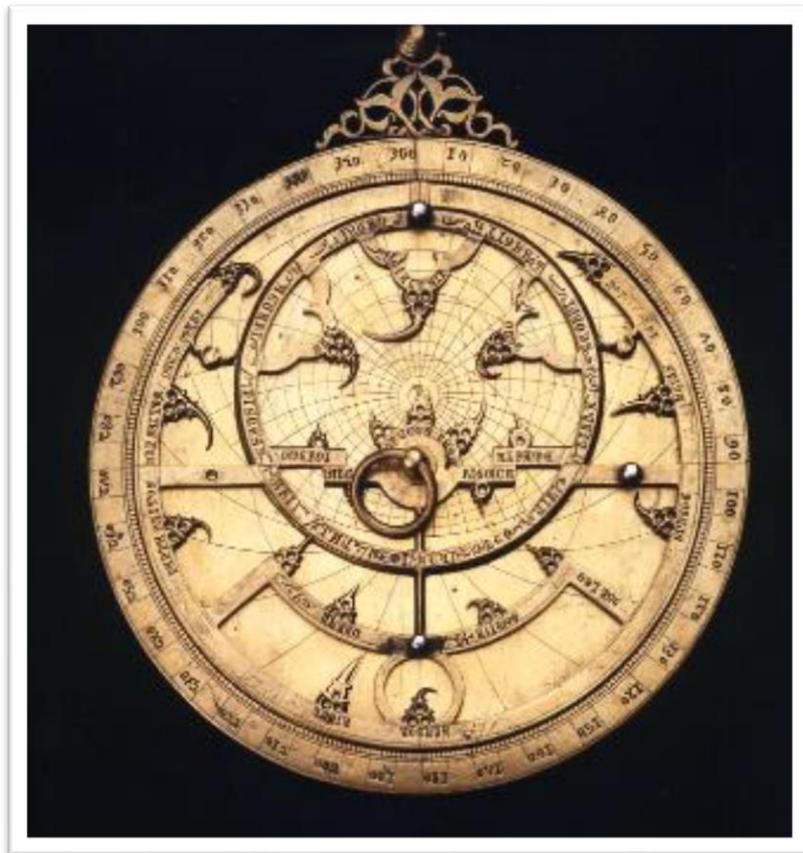


Figura 3 – Astrolábio Planisférico, datado do século XIV, provavelmente de Toledo.
Fonte: <https://archnet.org/collections/798/media_contents/87179>. Acesso em 20/08/2020.

Um astrônomo de profunda relevância foi o dinamarquês Tycho Brahe (1546- 1601), considerado um dos maiores observadores nesse campo. Em seu observatório *Uraniborg*, na Dinamarca, prestou serviços para o imperador Frederico II, que patrocinava seus estudos, destacando suas observações quanto às posições dos planetas e das estrelas. Além disso, desenvolveu instrumentos de precisão para a observação astronômica, dos quais se destacam o Quadrante (mede a altura de um objeto celeste) e o Sextante (determina as posições – distâncias dos astros no céu). Houve, com Brahe, uma renovação metodológica envolvendo técnicas e instrumentos de observação celeste.

Com a invenção de novos instrumentos e o aperfeiçoamento de instrumentos antigos, foi possível para os astrônomos ampliar seus conhecimentos sobre a posição e sobre o movimento dos corpos celestes, uma vez que esse tipo de ciência de observação depende da capacidade de percepção visual de objetos cada vez mais distantes. Tal inovação não significou uma nova concepção na organização do espaço celeste, mas sim uma maior precisão sobre o que já era conhecido.

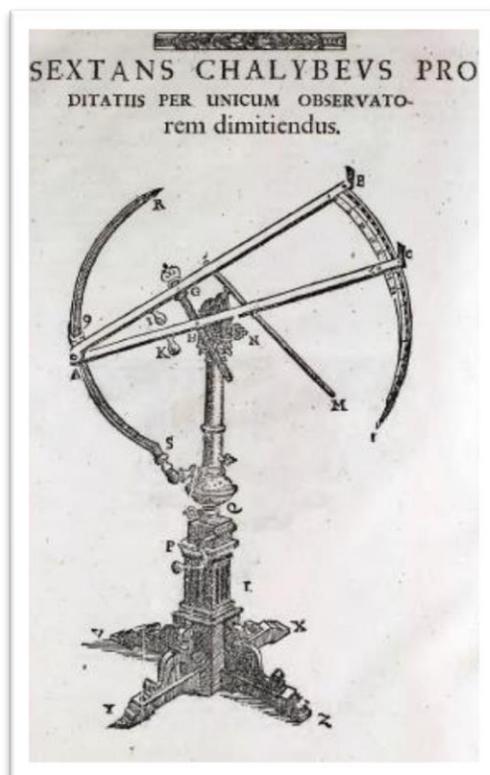
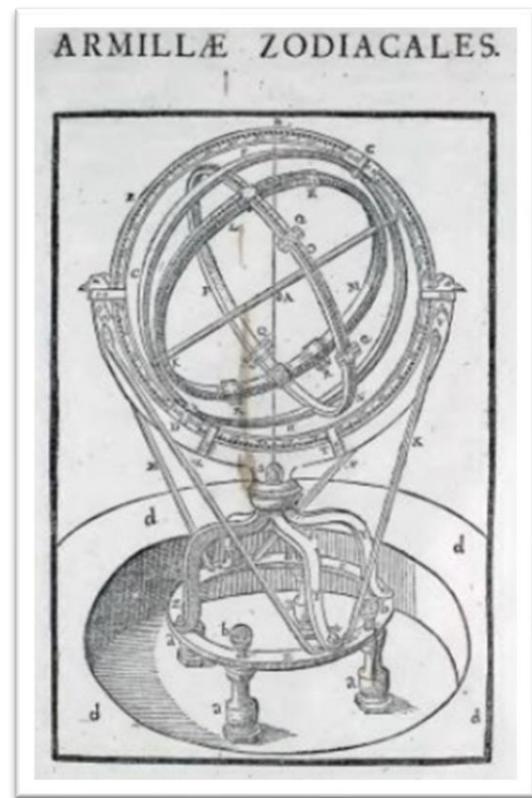
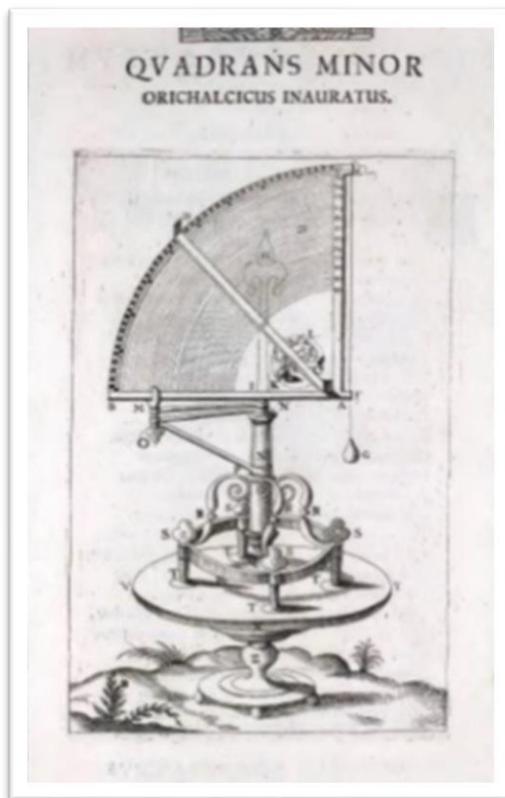


Figura 4 – Instrumentos astronômicos desenvolvidos por Tycho Brahe: Quadrante menor, Esfera Armilar Zodiacal, Sextante, Quadrante Mural.
Fonte: Tycho Brahe, astronomiae instaurata mecânica, 1598.

Atribui-se à obra do astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) o início de uma grande transformação no campo científico, ao apresentar a tese da teoria heliocêntrica, concepção onde o planeta Terra não seria o centro do Universo, contradizendo a teoria geocêntrica, sedimentada desde a Antiguidade Clássica. Em 1510, Copérnico expôs pela primeira vez sua teoria heliocêntrica na obra *Commentariolus*. Contudo, foi apenas em 1543 que ele publicou sua tese completa na obra *De revolutionibus orbium coelestium*, no mesmo ano em que faleceu. Essa obra foi colocada no *Index Librorum Proibitum* em 1616, o índice de livros proibidos pela Igreja Católica Romana, permanecendo até 1820. Tal revolução, segundo a filósofa Hannah Arendt, foi a mãe de todas as revoluções¹³.

A nova concepção alterou profundamente as estruturas do conhecimento, considerando que houve uma passagem de um mundo aristotélico estático e finito para um mundo infinito (KOYRÉ, 1957).

Contudo, a nova concepção de universo não havia sido fruto apenas do pensamento copernicano, pois teorias semelhantes, que deslocavam a Terra do centro do universo, já vinham sendo formuladas.



Figura 5 – Diagrama do universo de Copérnico.
 Fonte: Thomas Digges, *A Perfit Description of the Caelestiall Orbes*, 1576.

¹³ ARENDT, Hannah. *On the Revolution*. New York: Viking, 1965.

O astrônomo grego Aristarco de Samos (310 a.C.- 230 a.C.) estudou principalmente os tamanhos e distâncias entre o Sol e a Lua e defendeu que a Terra girava em torno do Sol, e não o contrário. Pela falta de evidências perceptíveis aos sentidos, sua teoria não foi considerada válida em seu contexto. Um astrônomo mais contemporâneo de Copérnico, o cardeal italiano Nicolau de Cusa (1401-1464) não defendeu exatamente que a Terra não era o centro do Universo, mas sim que era impossível haver um centro no Universo. Em seu tratado *Da Doutra Ignorância* (1440) argumenta que se Deus é infinito, o Universo é intérmino¹⁴, posto que está em Deus. Dessa forma, no infinito, não é possível haver um centro.

A obra de Copérnico não foi aceita de forma rápida e ampla, uma vez que a filosofia aristotélica ainda era predominante na astronomia nesse período. Mas ainda assim possibilitou que novos questionamentos ao aristotelismo fossem realizados.

Um desses questionamentos foi o de Giordano Bruno (1548-1600) que, segundo Koyré, foi o principal propagador dessa ideia de descentralização do Universo. Em seu diálogo, *De l'infinito universo e mundi* (1584), Bruno defende a infinitude do mundo e a impossibilidade de se atribuir um centro. Koyré bem destaca os argumentos usados por Bruno, em especial a limitação da percepção sensorial humana para a compreensão do infinito, o que enquanto que como construção intelectual pode ser considerada como um conceito simples e seguro (KOYRE, 1957, p .42).

Esse tipo de argumentação se baseava principalmente na teoria e naquilo que era possível de se ver e de se conhecer, o que era limitado pela capacidade da visão humana. A retina do olho humano consegue captar tanto os raios de luz focalizados pelas lentes do olho, quanto transmitir sinais neurais para o córtex visual, área do cérebro responsável pela luz. Contudo, dada à sua própria natureza, há uma limitação clara quanto ao seu poder de observação, sendo impossível observar objetos muito pequenos ou muito rápidos, de forma que muitos fenômenos naturais ficaram invisíveis ao conhecimento humano.

Esse era o estado da arte no campo da astronomia quando a luneta astronômica foi introduzida na observação dos céus: a concepção geocêntrica do universo, estática, finita e imutável ainda gozava de predomínio, mas já passava a ser contestada. Faltavam, ainda, dados e informações que pudessem corroborar esses argumentos – obtidos, num primeiro momento, pelas observações feitas pelo astrônomo italiano Galileu Galilei.

¹⁴ Koyré destaca que o termo “infinito” usado por Cusa pode ser atribuído somente a Deus (KOYRE, 1957, p. 10).

1.2.1 Revolução Científica ou Revoluções Científicas?

A discussão sobre como a teoria heliocêntrica defendida por Copérnico alterou as estruturas do conhecimento humano, resultando em uma Revolução Científica, já citada anteriormente, é um bom ponto de partida para discutirmos a própria história das ciências.

Autores como Alexandre Koyré, Thomas Kuhn e Rupert Hall defendem que houve uma ruptura na forma como o conhecimento era realizado quando o universo deixou de ser considerado finito e estático, tirando a Terra do centro do Universo e colocando-a como mais um corpo celeste. Tal visão foi definida como uma abordagem descontinuísta das ciências, onde há uma diferença irreconciliável entre duas formas de conhecimento, que não podem se colocar como relacionadas.

Por outro lado, autores como Steven Shapin, Pérez Tamayo e Edward Grant defendem uma continuidade na construção do conhecimento, de modo que não poderia existir uma única Revolução, mas sim, Revoluções Científicas. Dessa forma, considera-se, por exemplo, que as mudanças provocadas pela teoria heliocêntrica poderiam ser retomadas até, pelo menos, o século XII, com as traduções realizadas das obras gregas, conforme citamos anteriormente. Trata-se de uma visão continuísta das ciências.

Parece-nos mais interessante o segundo ponto de vista, pois além de se caracterizar como uma forma não tão arbitrária para definir uma ruptura histórica, é possível considerar o desenvolvimento não-linear do conhecimento. Dessa forma, consideramos que a astronomia possui uma longa trajetória de conhecimentos produzidos desde a Antiguidade Clássica, com forte influência do Oriente Próximo, assim como dos árabes ao longo da Idade Média. Esses conhecimentos foram retomados a partir do século XI possibilitando, em um contexto social e cultural propício, o desenvolvimento de novos instrumentos e de novas teorias que resultaram em diferentes formas de conhecimento dos corpos celestes¹⁵.

Tal percepção será importante para considerarmos como uma visão eurocentrista da produção científica, em especial em relação às ferramentas e ao conhecimento produzido, balizaram a organização e execução do projeto *Carte du Ciel*.

¹⁵ Novamente é interessante destacar que, apesar de nossa perspectiva ser alinhada com uma visão menos evolucionista e eurocêntrica, uma vez que nosso estudo de caso é baseado em um projeto da astronomia francesa (europeu), acabamos por concentrar nossos estudos nessa linha. Contudo, outros estudos com viés decolonial têm questionado, atualmente, justamente esse tipo de concepção de ciência centrada no hemisfério Norte e europeu, destacando as formas de conhecimento científico produzidas por outros povos.

1.3 Aproximações entre ciência e arte no desenvolvimento do telescópio



Figura 6 – Luneta típica utilizada na Itália entre os séculos XVII e XVIII.

Fonte: <https://catalogue.museogalileo.it/object/Telescope_n01.html>. Acesso em 12/05/2021.

A explicação científica sobre o funcionamento de uma luneta astronômica ou telescópio refrator é bem simples: um tubo composto onde em uma extremidade há uma lente convexa (objetiva) responsável pela captura dos raios luminosos e na outra extremidade há uma lente ocular responsável por ampliar essa imagem.

A relação entre a explicação do funcionamento desse instrumento e o impacto decorrente de seu uso, não somente na história das ciências, mas na própria concepção do Universo, é inversamente proporcional. A partir do momento em que este instrumento foi utilizado para observação celeste, houve uma mudança radical na forma de se conceber o conhecimento humano.

Para entendermos o desenvolvimento do telescópio no século XVI, contudo, não podemos focar apenas na história das ciências, mas também na questão do olhar e da representação, fornecidos pela história da arte.

As inter-relações entre a história da arte e a história das ciências, ou mais precisamente, a história do Renascimento e a história da astronomia, estiveram indissociáveis

nos séculos XVI e XVII, período de desenvolvimento e de consolidação de uma nova forma de ser conceber não apenas a ciência e a arte, mas a própria concepção do mundo.

Erwin Panofsky¹⁶ precisamente ressaltou:

O pensamento abstrato consumava publicamente e de maneira decisiva a ruptura, até então velada, com a visão aristotélica do mundo abandonando a noção de um cosmos edificado em torno do centro da Terra, considerada como um centro absoluto, e encerrado na esfera do céu, que era o limite absoluto (PANOFSKY, 1927 apud THUILLER, p. 83).

Segundo Panofsky, essa perspectiva linear constituiu um importante episódio na história das ciências.

Para o historiador da arte Samuel Y. Edgerton¹⁷, Galileu e outros foram diretamente influenciados pela perspectiva linear do Renascimento. Os princípios ópticos de construção do telescópio eram os mesmos aplicados nos experimentos pictóricos dos pintores florentinos Filippo Brunelleschi (1377 – 1446) e Leon Battista Alberti (1404 – 1472) que utilizaram, respectivamente, um espelho e uma janela para demonstrar suas teses de profundidade, onde os objetos se situavam de maneira organizada e sistêmica¹⁸. Edgerton chama a atenção para que a luneta de Galileu já foi denominada anteriormente de tubo perspectivo.

Da mesma forma, Pang (1997) defende que a arte e a ciência durante o Renascimento foram entrelaçadas, pois a primeira permitiu, por meio da perspectiva linear e do desenvolvimento de métodos de pintura realistas, que houvesse um registro e observação mais precisos no método científico (PANG, 1997, p.144).

Dessa forma, Pang considera que não apenas a perspectiva, mas também o conhecimento sobre a pintura renascentista auxiliou os desenhos da Lua feitos por Galileu, onde se percebe uma grande preocupação sobre a representação da luz refletida da Terra na Lua em uma superfície rugosa. Edgerton compara esses desenhos de Galileu com os desenhos de outro astrônomo, Thomas Harriot, que utilizava um telescópio similar ao de Galileu, mas produziu desenhos diferentes pois, segundo esse autor, não era familiarizado com a pintura Renascentista¹⁹. Thullier (1997) corrobora essa afirmação ao citar a

¹⁶ E. Panofsky, *La perspective comme forme symbolique*, trad. francesa, Ed. de Minuit, Ed. Original: 1927.

¹⁷ Samuel Y. Edgerton, "The Mirror, the Window, and the Telescope: How Renaissance Linear Perspective Changed Our Vision of the Universe", Ithaca, NY: Cornell University Press, 2009.

¹⁸ Erwin Panofsky definiu as obras medievais como um espaço-agregado, onde os objetos se justapõem, em contraposição aos florentinos do século XV, cujas obras podiam ser classificadas como um espaço-sistema, onde os objetos se relacionam de forma precisa e organizada (THUILLER, p.58).

¹⁹ Edgerton, obra citada, p. 245.

familiaridade de Galileu com a arte, principalmente em relação aos problemas relacionados à representação e à profundidade (THULLIER, 1997, p.61).

Embora tal discussão seja complexa e objeto de uma pesquisa específica, convém entendermos nesse ponto que a questão da invenção do telescópio foi possível, para usarmos a tese de Cray, pois já havia uma nova forma de se ver/ser visto, e uma nova forma de se representar esse visível. Tanto que os conceitos de perspectiva e profundidade são anteriores ao desenvolvimento do telescópio. Não se trata de definir uma causa primeira, mas sim de considerar que o processo que envolve a construção de um instrumento científico, seja a luneta, o microscópio ou a máquina fotográfica, está densamente vinculado ao contexto econômico, social e cultural onde foi desenvolvido.

A luneta foi uma resposta técnica e material para ampliar a visão, uma necessidade no contexto europeu de uma sociedade expansionista pela navegação e em permanente guerra pela disputa política de territórios.

1.3.1 Os primeiros registros de Galileu: recepção e controvérsias

There is no nation which has not claimed for itself the remarkable invention of the telescope: indeed French, Spanish, English, Italians, and Hollanders have all maintained that they did this²⁰. Pierre Borel, *De vero telescopii inventore* (1656, apud Zuidevaart, 2010, p.8)

De fato, segundo Van Helden (1975), há uma lista considerável de possíveis inventores do telescópio: os holandeses Hans Lipperhey, Jacob Adriensz Metius, Zaccharias Janssen e Cornelis Drebbel; os italianos Girolamo Fracastoro, Raffael Gualterotti, Giovanni Baptista Della Porta e Galileu Galilei; os ingleses Roger Bacon, Leonard Digges e Willian Bourne; os alemães Jacobus Velsler e Simon Marius; o espanhol Juan Roget e o árabe Abul Hasan²¹. Contudo, tal invenção é geralmente atribuída apenas a Galileu. Assim, cabe discutirmos brevemente seu papel na história das ciências.

Por um longo período, a história das ciências foi influenciada por uma concepção positivista²² da história, conforme citamos anteriormente. Isso equivalia entender o processo histórico como essencialmente material, factual, feita pela análise acrítica dos documentos, eliminando qualquer abordagem metafísica. Era essencialmente política, centrada nos

²⁰ “Não existe nação que não tenha reivindicado para si a notável invenção do telescópio: na verdade, franceses, espanhóis, ingleses, italianos e holandeses afirmaram que o fizeram”. Pierre Borel, *De vero telescopii inventore* (1656, apud Zuidevaart, 2010, p.8, tradução nossa).

²¹ Albert Van Helden, *The Historical Problem of the Invention of the Telescope* (1975).

²² Corrente teórica desenvolvida por Auguste Comte no século XIX.

“grandes” personagens políticos. Na história das ciências essa influência foi percebida como uma história dos grandes “gênios”, cujos trabalhos influenciaram e modificaram a forma pela qual as diversas áreas das ciências eram entendidas, desconsiderando os fatores externos²³ à prática científica.

A crítica a esse tipo de abordagem da história das ciências, principalmente a partir da segunda metade do século XX, levou a uma variedade de pesquisas críticas em relação a alguns personagens dessa história. Galileu, considerado o astrônomo responsável pelo desenvolvimento da luneta astronômica, foi objeto de diversas pesquisas acadêmicas²⁴ que contestaram tanto a legitimidade dada a Galileu como o inventor do telescópio, quanto a capacidade dele na realização de experiências científicas.

Tal discussão é complexa, não devendo ser prolongada aqui. Basta considerarmos que o processo óptico de construção da luneta foi desenvolvido de forma simultânea em diversos países. A opção em destacar o trabalho do astrônomo e matemático florentino Galileu Galilei decorre mais da sua importância na história da astronomia (ao identificar uma superfície rugosa na Lua, quatro satélites de Júpiter e os anéis de Saturno) do que a crença de que esse astrônomo tenha sido o único responsável pela invenção do telescópio. Apesar de não ser possível outorgar a Galileu a invenção da luneta (telescópio refrator), foi o primeiro a utilizá-la e aperfeiçoá-la para a observação celeste. Tais descobertas fortaleceram a teoria heliocêntrica copernicana. Segundo Campbell (2004), a grande contribuição da obra *O Mensageiro Sideral*, de Galileu, foi tornar o espaço celeste em um “local”:

The book's precision, its extended erotic imagery, the narrative framework [...] the engravings of the moon, the diagrams of invisible stars hidden in familiar constellations, the sequence of drawings that record the configurations of Jupiter and its moons, the suggestions for further observation and research [...] Bruno had offered innumerable worlds to the philosophical view, but Galileo was trying to show us space as, in the immortal words of Sun Ra, a place²⁵ (CAMPBELL, 2004, p. 128-129).

²³ Destacamos as obras de Hensen e Zizel, historiadores da ciência influenciados por uma visão marxista da história, onde buscaram desconstruir a questão de genialidade dos cientistas e atribuir às questões sociais como determinantes para a produção do fato científico.

²⁴ Cf. William A. Wallace. *Galileo's Logic of Discovery and Proof*. Dordrecht: Kluwer, 1992; Joseph C. Pitt, *Galileo, Human Knowledge, and the Book of Nature: Method Replaces Metaphysics*. Dordrecht: Kluwer, 1992; Annibale Fantoli. *Galileo: For Copernicanism and for the Church*. Vatican City: Vatican Observatory, 1994; Koestler, Arthur. *The Sleepwalkers: A History of Man's Changing Vision of the Universe*. Hutchinson & Co Ltd, London, 1959.

²⁵ “A precisão do livro, seu extenso imaginário erótico, o quadro narrativo [...] as gravuras da Lua, os diagramas de estrelas invisíveis escondidas em constelações familiares, a sequência de desenhos que registram as configurações de Júpiter e suas luas, as sugestões para observações posteriores e a pesquisa [...] Bruno havia oferecido inúmeros mundos à visão filosófica, mas Galileu tentava nos mostrar o espaço como, nas palavras imortais de Sun Ra, um lugar” (CAMPBELL, 2004, p. 128-129, tradução nossa).

Apesar dessa aproximação de objetos celestes, transformando-os em um local mais “próximo” do ser humano, acreditamos que houve outros desdobramentos importantes dos trabalhos de Galileu na astronomia. Como consequência, podemos citar a renovação do interesse pela observação celeste ao mesmo tempo em que esta começou a fornecer evidências visuais que corroboravam a tese de que o Universo não era perfeito (como, por exemplo, a superfície rugosa da Lua). Por outro lado, Galileu mostrou a importância do uso científico dos instrumentos que pudessem amplificar os sentidos humanos.

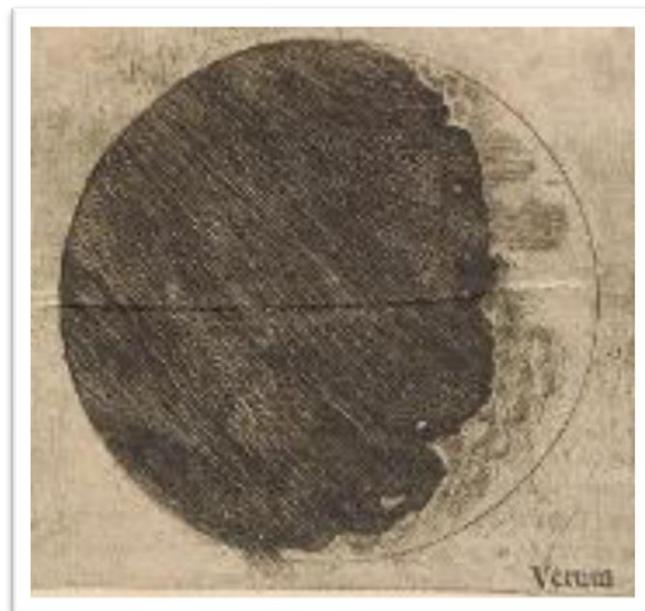
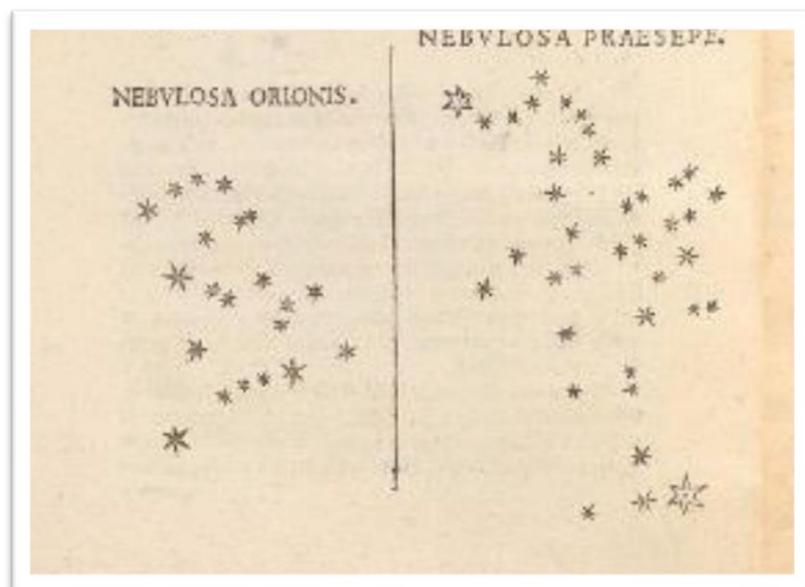


Figura 7- Registros de Galileu, obtidos com o auxílio da luneta: Nebulosa Órion, Nebulosa Presépio e o planeta Vênus.

Fonte: Galileu Galilei, Sidereus nuncius, 1610.

Segundo Winkler e Van Helden, antes de Galileu a astronomia era uma ciência de diagramas sem uma preocupação com uma representação realista. Diagramas, modelos do movimento dos astros e imagens das constelações eram as principais temáticas representadas (WINKLER; VAN HELDEN, 1992, p.196). O fato de a astronomia ser, neste momento, uma ciência essencialmente matemática, pode ser a razão da ausência de imagens figurativas realistas. Os instrumentos, até então, eram baseados em princípios matemáticos, como o Dioptra, fundamentado nos princípios de óptica de Euclides e Ptolomeu, ou o astrolábio, que utiliza uma técnica de projeção matemática de uma esfera em um plano. Já o telescópio possui uma trajetória diferente, pois foi devidamente explicado – notadamente por Kepler – apenas após sua utilização por Galileu e outros (VAN HELDEN, 1994, p. 9). O telescópio não significou, de imediato, uma mudança na forma de representar o universo, mas possibilitou o início de uma mudança gradativa nas formas de percepção do universo ao demonstrar que a Lua ou o Sol não possuíam superfícies lisas e perfeitas; ou que existiam corpos celestes que não tinham sido observados anteriormente. Tal mudança gradativa teve início a partir das observações de Galileu no século XVII.

Van Helden ressalta ainda que essa aceitação das observações telescópicas de Galileu não foi simples e rápida. Ao citar uma reunião organizada com astrônomos bolonheses em 1610 para a observação dos satélites de Júpiter com o uso de seu telescópio, esse autor afirma que, nos testes realizados pelos presentes, houve uma grande dificuldade em aceitar a tese de Galileu, afirmando que o telescópio era confiável para observações terrestres, mas não para observações celestes (VAN HELDEN, 1994, p. 11).

Nesse processo, o astrônomo Johannes Kepler foi fundamental, pois não apenas realizou uma observação pública, ao lado de dois astrônomos, confirmando a existência dos quatro satélites de Júpiter, mas também escreveu posteriormente uma obra específica tratando do funcionamento óptico do telescópio.

O telescópio de Galileu foi continuamente sendo aperfeiçoado ao longo do século XVII, com destaque para o fabricante de instrumentos napolitano Francesco Fontana, a partir de 1637, o óptico italiano Giuseppe Campan e Johannes Wiesel em Augsburg, em 1650.

Cabe mencionar também o trabalho do astrônomo Johannes Hevelius (1611 – 1687) – não apenas ele desenvolveu seus próprios telescópios, mas também passou a ser o responsável pela ilustração dessas imagens em seus estudos. Seu maior trabalho de referência, *Selenographia*, publicado em 1647, contém diversas imagens feitas pelo próprio Hevelius sobre a Lua, pois, segundo esse autor, havia uma grande diferença entre aquilo que era visto pelo observador e aquilo que era representado no papel pelo artista (VAN HELDEN, 1994, p.18).

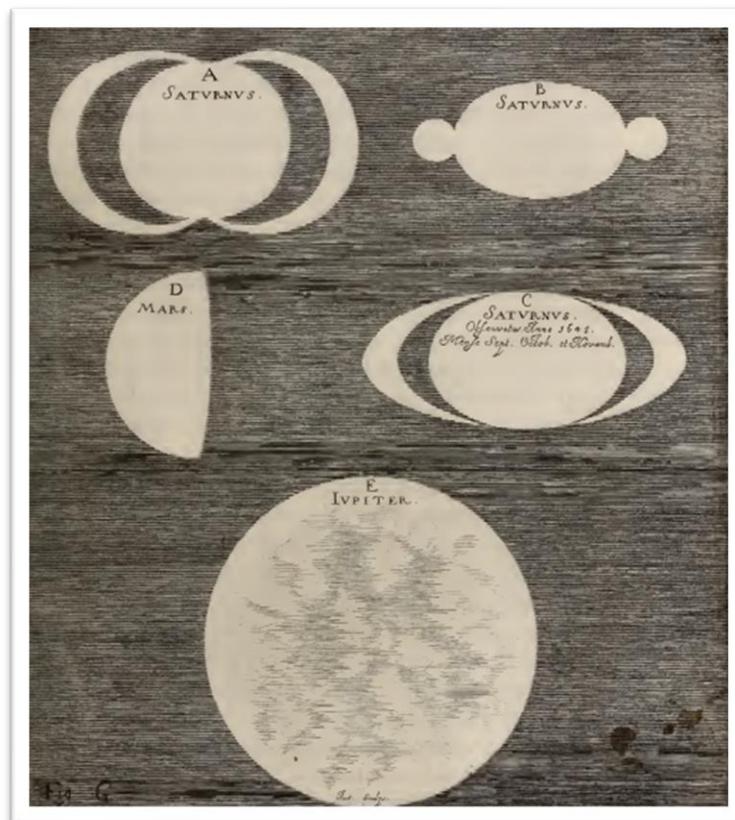


Figura 8 – Selenographia de Johannes Hevelius, 1647. Publicado em 1647 foi o primeiro tratado sobre a representação visual de corpos celestes a partir do telescópio.

Pouco tempo após a sua invenção, o telescópio evoluiu de um simples instrumento óptico para um “instrumento científico”, sendo denominado à época de instrumento “filosofal”, segundo Van Helden et al. (2011). Esse instrumento precedeu e abriu espaço para outros instrumentos científicos surgidos no século XVII, como o barômetro, o microscópio e a bomba de ar²⁶. Ao final do século XVI, a atividade de fabricação de telescópios já estava bem organizada.

1.3.2 O aperfeiçoamento do telescópio por Kepler e Newton

Logo no início da divulgação do telescópio refrator, o astrônomo e matemático Johannes Kepler demonstrou interesse no instrumento capaz de ampliar os sentidos do homem. Em correspondências trocadas com Galileu, tentou sem sucesso obter um de seus

²⁶ Van Helden, Albert; Dupré, Sven; Van Gent, Rob & Zuidevaart, Huib. The origins of the telescope. Knaw Press, Amsterdam, 2010, p. 2.

telescópios para estudo, conseguindo posteriormente uma luneta emprestada onde pôde não apenas defender as observações realizadas por Galileu, mas também aperfeiçoar esse instrumento.

Kepler foi reconhecido no campo da astronomia, principalmente por conta de suas Leis sobre a mecânica celeste²⁷, obtidas por meio dos dados registrados e compilados por Tycho Brahe, em especial aqueles relacionados ao movimento do planeta Marte. Sua contribuição nesse campo foi tão significativa que, nas discussões acerca da Revolução ou Revoluções Científicas, seu nome é citado frequentemente como um de seus protagonistas. Mas também devemos destacar suas contribuições no campo da óptica, que influenciaram e nortearam a construção dos telescópios refratores.

O interesse de Kepler pela óptica era anterior ao uso da luneta astronômica: na obra *Astronomiae Pars Optica* (A Parte Óptica da Astronomia) de 1604, discute a intensidade e reflexão da luz relacionada à astronomia. Na sua obra *Dioptrice*, publicada em 1611, detalha o funcionamento do telescópio e o aperfeiçoa, utilizando duas lentes convexas ao invés da combinação de lentes côncavas e convexas, tal como utilizado por Galileu. Essa configuração de telescópio, chamado de telescópio kepleriano, foi utilizada até meados do século XX, quando novas tecnologias foram desenvolvidas para esse fim.

Um astrônomo de destaque nesse período, que utilizou o telescópio kepleriano, foi o holandês Christian Huygens (1629-1695), que era também físico e matemático. Reconhecido como um dos grandes cientistas do período, sendo também relacionado à Revolução Científica por suas contribuições nos campos da óptica e da mecânica, desenvolveu estudos sobre os anéis de Saturno e identificou uma de suas luas, chamada de Titã (1655).

A nitidez das imagens observadas por esse tipo de telescópio, contudo, era limitada pela aberração cromática decorrente da não-uniformidade das lentes objetivas. Era necessário, para superar essa limitação, a construção de telescópios com distâncias focais (distância entre a objetiva e a ocular) maiores, aumentando significativamente o tamanho dos telescópios.

²⁷ As leis do movimento planetário, ou as 3 Leis de Kepler: Leis das órbitas elípticas; Leis das áreas e Lei dos períodos.

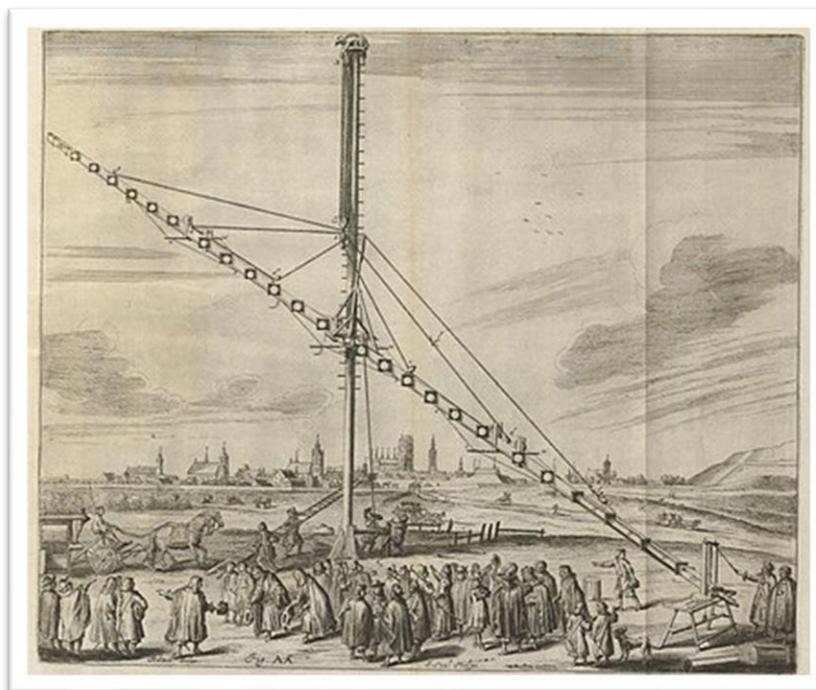


Figura 9 – Telescópio refrator kepleriano com distância focal de 45m, construído pelo astrônomo Johannes Hevelius.
Fonte: *Machina coelestis*, 1673.

Tal limitação levou os astrônomos do período a buscarem soluções para esse problema. James Gregory (1638-1675), em sua obra *Optica Promota* de 1663, propôs que as aberrações acromáticas de um telescópio refrator poderiam ser corrigidas por meio de espelhos côncavos com formato de cone. Contudo, por não ter a habilidade necessária e tampouco encontrar um fabricante de espelhos capaz de produzir um espelho côncavo nessas especificidades, não pôde iniciar de fato a construção desse tipo de telescópio nesse momento. Esse tipo de telescópio foi construído posteriormente, sendo denominado telescópio refletor gregoriano.

A primeira construção efetiva de um telescópio refletor, onde o princípio óptico fundamental é a introdução de um espelho, foi realizada pelo matemático e físico inglês Isaac Newton, em 1668. Reconhecido como um dos grandes nomes das ciências nos séculos XVII e XVIII, Newton foi responsável por desenvolver uma grande síntese das teorias e instrumentos utilizados até então. Sua obra *Philosophiae naturalis principia mathematica*, publicada em 1687, é considerada uma referência nos estudos de história das ciências. Nesta obra, Newton elabora a Lei de Gravitação Universal, bem como os fundamentos da Mecânica Clássica sobre o movimento dos planetas.

A possibilidade de usar um espelho ao invés de uma objetiva não era novidade: Galileu já havia realizado estudos sobre essa possibilidade, assim como o astrônomo italiano Giovanni Francesco Sagredo (1571-1620) e o astrônomo francês Laurent Cassegrain (1629-1693), além do próprio Gregory. No entanto, nenhum tipo de telescópio refletor produzido por esses e outros astrônomos poderiam rivalizar com um telescópio refrator.

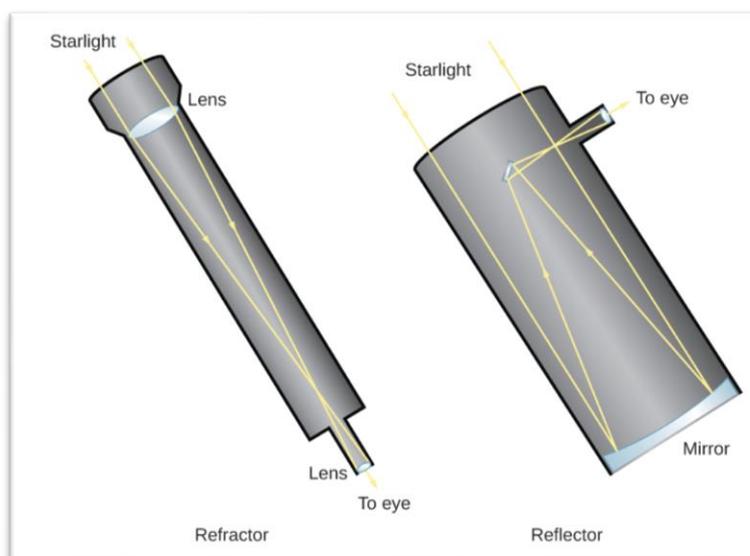


Figura 10 – Comparação entre um telescópio refrator e um telescópio refletor
Fonte: <<https://openstax.org/books/astronomy/pages/6-1-telescopes>>. Acesso em 13/05/2021.

Newton utilizou um espelho (liga metálica de cobre e zinco) côncavo no fundo do tubo e adicionou um outro espelho próximo ao foco primário para refletir a imagem em 90° para a ocular. Em seus primeiros telescópios usou espelhos parabólicos, substituindo-os posteriormente por espelhos esféricos. Esses telescópios refletores, por corrigirem os efeitos da aberração cromática e por terem um custo de produção e manutenção menores do que os telescópios refratores, tornaram-se hegemônicos nos observatórios a partir do século XVIII.

1.3.3 Os grandes telescópios do século XVIII – Willian Herschel

A astronomia no século XVIII havia sido profundamente influenciada por Isaac Newton e sua Lei da Gravitação Universal, passando do estudo das superfícies planetárias para o aperfeiçoamento das teorias dos corpos celestiais. Assim, questões relacionadas às medidas e às posições dos corpos celestiais em diferentes períodos tornaram-se o centro das preocupações dos astrônomos, minimizando questões relativas sobre “o quê?” e ampliando as questões sobre “onde” e “quando” (CLERKE, 1895, p.18).

Nessa perspectiva o uso dos telescópios não era essencial, posto que se tratavam de cálculos, trajetórias e diagramas que dispensavam o uso desse instrumento. As estrelas eram utilizadas sobretudo como pontos de referência para o movimento de cometas e planetas. A exceção e posterior mudança desse paradigma ocorreram com o astrônomo inglês Frederick Willian Herschel (1738 – 1822), figura central na astronomia europeia nesse período.



Figura 11- Willian Herschel, Caroline Herschel e John Herschel.

Fonte: M. Clerke. *The Herschels and Modern Astronomy*. Cassel Company, London, 1895.

Herschel dedicou-se primeiramente à música, tal como seu pai, posteriormente passando para o estudo dos céus, a partir de 1772, quando adquiriu seu primeiro telescópio refletor. Não contente com as imagens observadas, realizou diversas tentativas de construir seu próprio telescópio, tendo êxito apenas em 1774, quando pôde observar a Nebulosa de Órion, o que daria início aos seus estudos no campo da astronomia (CLERKE, 1895, p.15). Continuou seu trabalho de desenvolvimento de telescópios, cujas técnicas e aperfeiçoamentos estavam praticamente estagnados desde as contribuições ópticas de Huygens.

Para Willian Herschel era necessário aprimorar o telescópio para poder explorar os céus, e seu grande objetivo era compreender o Universo como um todo, definindo-o como a “construção dos céus” (HOSKIN, 1989, p. 428). Em 1775, Herschel começou a modificar o telescópio refletor newtoniano, passando por espelhos de 7, 10, 12 e mesmo 20 pés de distância focal. Segundo Clerk, em 1781, Willian Herschel já havia construído para testes 200 espelhos de 7 pés, 150 de 10 pés e 80 de 20 pés (CLERKE, 1895, p.20). Apesar da tentativa de engrandecimento da obra de Willian Herschel, segundo uma abordagem positivista da história das ciências que privilegiava os grandes “gênios” (Clerke escreveu no final do século XIX), ainda não é possível menosprezar o papel desse astrônomo.

Em 1780 Willian Herschel procedeu a uma nova pesquisa sobre os céus, usando um telescópio refletor de 7 pés, abertura de 6 ¼ polegadas e poder de magnificação de 227. Com esse instrumento identificou, em 1781, na constelação de Gemini, um novo objeto celeste, que tinha certeza que não era uma estrela fixa. Num primeiro momento foi definido como um cometa, sendo posteriormente (1872) reconhecido como um novo planeta do Sistema Solar, Urano. Desde a Antiguidade²⁸ eram conhecidos apenas 5 planetas além da Terra: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. Nesse mesmo ano realizou seu primeiro catálogo de 269 estrelas duplas.

A descoberta de um novo planeta após 18 séculos alterou profundamente os ânimos e os interesses da astronomia, bem como a própria carreira de Willian Herschel, sendo reconhecido não mais como um musicista, mas sim um astrônomo, sendo parte da corte do rei inglês George III (HOSKIN, 1989, p.429).

O primeiro telescópio efetivo de Willian Herschel foi construído em 1781, com um espelho de doze polegadas de diâmetro, sendo superior a qualquer outro aparelho óptico existente. Apesar das dificuldades obtidas com as imagens, provou ser um bom teste para o objetivo final de Herschel, um telescópio de 30 pés.

Contudo, a pesquisa e aperfeiçoamento desse instrumento não era um custo trivial. Segundo Clerke, a soma recebida por Herschel na corte inglesa não era suficiente para adquirir o material necessário para a construção de novos e mais potentes telescópios. Uma alternativa encontrada por Herschel foi a comercialização de telescópios para suprir essa necessidade material²⁹.

Em 1786 finalmente Willian Herschel concluiu seu telescópio refletor de quarenta pés, chamando a atenção não apenas da corte inglesa, mas de diversos astrônomos e cientistas de outros países. Com esse novo telescópio ele pôde observar Urano com mais precisão, descobrindo dois satélites (luas) desse planeta. Contudo, os resultados obtidos foram aquém dos esperados.

²⁸ Aristarco de Samos e astrônomos babilônios já haviam observado os planetas internos (Mercúrio e Vênus) e os planetas externos (Marte, Júpiter e Saturno) no século II a.C.

²⁹ Willian Herschel nesse período vendeu 4 telescópios refletores de 10 pés por 600 guineas (antiga moeda inglesa) para o rei inglês; um telescópio de 25 pés por £3,150 para a Espanha; e dois telescópios menores para a França por £2,310. (CLERKE, 1895, p.33).

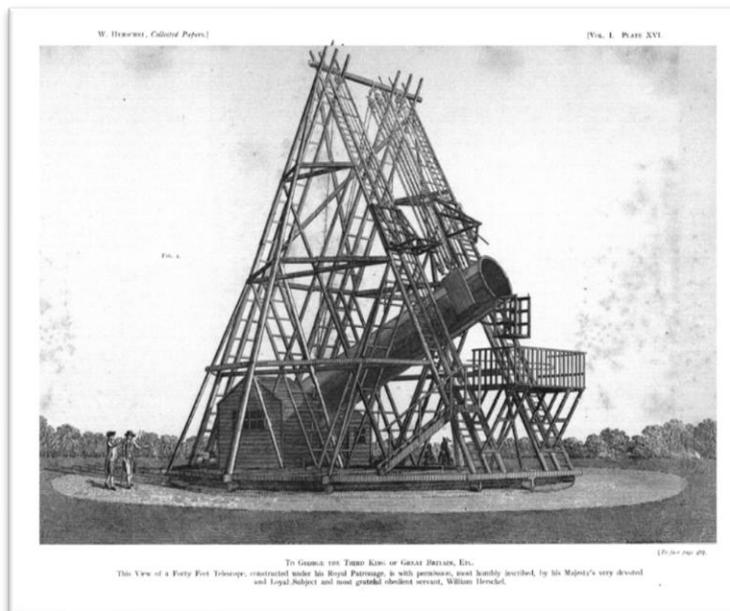
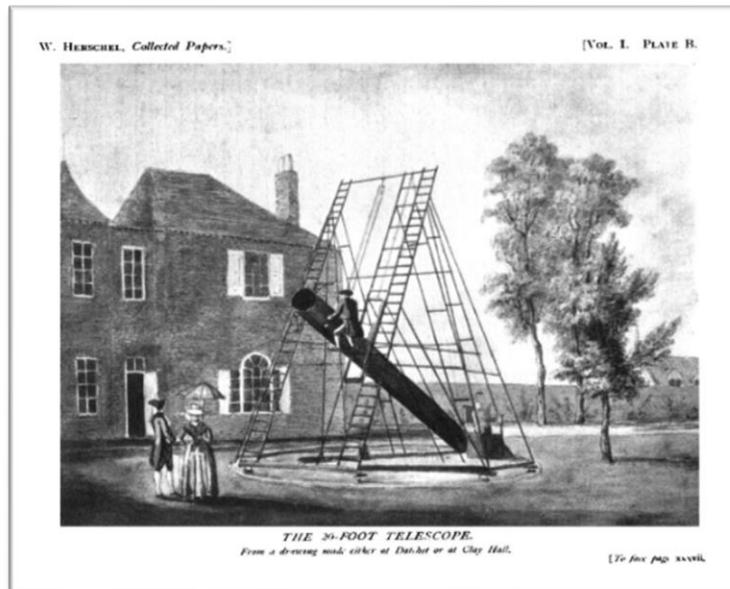


Figura 12 - Os telescópios refletores de Willian Herschel de 20 e 40 pés. William, Herschel Sir.
Fonte: *The Scientific Papers Vol I, The Royal Society and The Royal Astronomical Society, 1900.*

Apesar dessa frustração, a contribuição de Willian Herschel no campo da astronomia observacional e, mais especificamente, nas potencialidades do telescópio, marcou profundamente a astronomia entre o último quarto do século XVIII e as primeiras décadas do século XIX. Michael Hoskin (1989) vai além de Clerk e define Willian Hershel como um dos poucos astrônomos na história a ser um grande fabricante de instrumentos, um ótimo observador e um teórico audacioso (HOSKIN, 1989, p. 427). As possibilidades de

desenvolvimento desse instrumento científico fomentaram mais uma vez a observação dos céus pelos astrônomos.

Já sua irmã, Caroline Herschel (1750-1848), e seu filho John Frederick William Herschel (1792-1871), trouxeram importantes conhecimentos no campo da astronomia. Caroline observou e catalogou novos cometas, sendo nomeada assistente do Astrônomo da Corte em 1787 e a primeira mulher a ocupar tal cargo remunerado. Posteriormente em 1828 ganhou uma medalha pelos serviços prestados pela *Royal Astronomical Society*.

John Herschel investigou e nomeou luas em Saturno e em Urano, além da observação e catalogação das nebulosas, tal como seu pai. Desenvolveu estudos também na área de fotografia, pesquisando sobre a ação do hipossulfito de sódio na diluição dos sais de prata, em 1819, como será discutido no segundo capítulo.

1.4 A organização material da astronomia entre os séculos XVI-XVIII

“The observatory was a theater in which the state,
science and empire were displayed”
(AUBIN, BIGG, SIBUM, 2010, p.22)³⁰

A observação dos céus, para além da simples admiração dos corpos celestes, sempre foi utilizada por povos desde a Antiguidade como uma tentativa de controle sobre o espaço e o tempo. A partir do momento em que os astrônomos constataram padrões e repetições da visibilidade e do movimento dos objetos celestes, foi possível organizar o tempo em torno de calendários e eventos com certa previsibilidade. Da mesma forma, somente a partir desse conhecimento da posição das estrelas e demais astros foi possível ampliar o conhecimento sobre caminhos/trajetórias com certa segurança, alcançando distâncias cada vez maiores.

Esses eixos permaneceram como os principais objetivos práticos da astronomia, além, é claro, do objetivo de produzir conhecimento sobre os corpos e movimentos celestes.

Com o aperfeiçoamento dos instrumentos científicos (de precisão e ópticos) e de novas teorias que questionavam a teoria corrente a partir do século XV, houve um interesse renovado na ciência astronômica. Já destacamos anteriormente a inserção do telescópio, que ampliou de forma significativa o que era visível ao olho humano. Como consequência, novos catálogos e cartas celestes passaram a ser desenvolvidos nesse período, assim como novos corpos celestes foram observados.

³⁰ “O observatório era um teatro no qual o estado, a ciência e o império eram exibidos”, (AUBIN, BIGG, SIBUM, 2012, p.22, tradução nossa).

A astronomia no século XVIII foi, sobretudo, matemática graças à forte influência da obra de Newton. Foi nesse período que Pierre-Simon Laplace (1749-1827) desenvolveu sua mecânica celeste, que alimentou trabalhos de outros astrônomos importantes nesse período como Jérôme Lalande (1732-1807), que publicou em 1764 um compêndio do conhecimento astronômico até aquele momento, intitulado *Traité d'Astronomie*; Charles Messier (1730-1817), que publicou um catálogo contendo objetos celestiais fora do sistema solar em 1771; além de William Herschel, já citado anteriormente.

Não apenas os telescópios, mas também os demais instrumentos de medição utilizados pelos astrônomos necessitavam de um espaço para serem guardados/utilizados. Esse espaço físico continha uma especificidade característica do laboratório do astrônomo: deveria ser um espaço privilegiado para a observação dos céus. Mas não apenas dos céus, uma vez que as atividades científicas desenvolvidas pelos observatórios também observavam a terra e seus movimentos.

Os observatórios modernos foram criados na Europa³¹ principalmente entre o final do século XVI e a primeira metade do século XIX, quando passaram a publicar regularmente suas observações. Um dos primeiros observatórios de destaque foi o Observatório de *Uraniburg* (1580), na Dinamarca, onde o já citado Tycho Brahe desenvolveu seus estudos.

A França e a Inglaterra foram os países precursores dessa nova organização do observatório atrelado ao Estado Nacional. Fundaram, dentro desse tipo de organização, os observatórios reais de Paris, em 1668, e o Real Observatório de Greenwich, em 1675. Outros observatórios surgidos no período foram os observatórios de Berlin (Alemanha, 1711), de São Petersburgo (Rússia, 1725), de Stockholm (Suécia, 1753).

Em seu artigo *National Observatories: an overview* (1991), Steven J. Dick aponta uma interessante relação entre os observatórios e seus patronos: em um primeiro momento (até o primeiro quarto do século XVIII), os observatórios estavam dependentes diretamente dos imperadores de suas nações: Frederico II (Observatório de *Uraniburg* - Dinamarca), Luís XIV (Observatório de Paris - França), Charles II (Observatório de Greenwich - Inglaterra), Frederico I (Berlin - Prússia) e Pedro, o Grande (São Petersburgo - Rússia). Em um segundo momento, principalmente a partir do século XIX, os observatórios se associaram diretamente

³¹ Não entraremos aqui na discussão sobre os observatórios antigos do oriente (Mesopotâmia, Índia, China) ou da América (Maias, Astecas) ou mesmo da Europa pré-Renascimento (Stonehedge). Os observatórios criados na Europa, a partir do século XV, estavam dissociados de uma nova organização científica, cultural e social, dotando-os de características diferentes dos observatórios antigos.

aos Estados Nacionais³², com exceção do Observatório de Pulkovo, Rússia, que continuou sob a patronagem do czar Nicolas I (DICK, 1991, p.2).



Figura 13 - Observatório de Uraninburg, prédio principal.
Fonte: Atlas Major, Jean Blaeu (1663).

³² O autor ressalta ainda um terceiro momento de criação dos observatórios ao longo do século XX, agora com caráter multinacional, como o *European Southern Observatory*, criado em 1964 e mantido por 5 países diferentes.

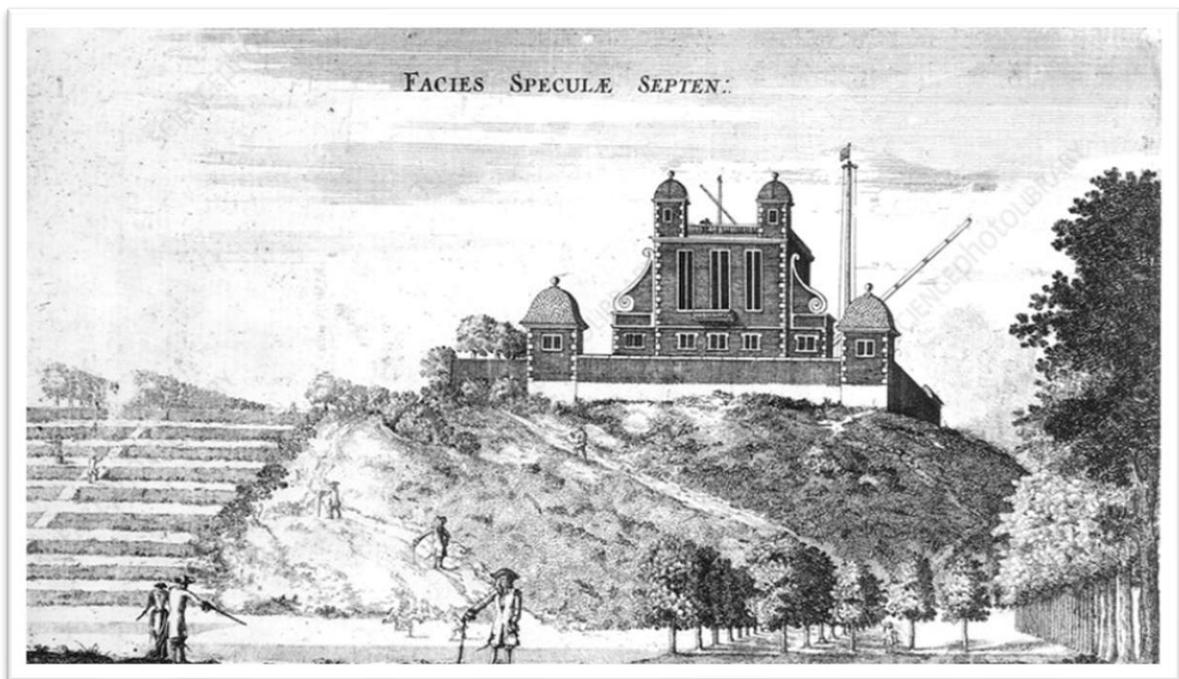


Figura 14 - Real observatório de Greenwich, (1667), gravura de Francis Place (1647-1728).
Fonte: <<https://www.sciencephoto.com/media/153220/view/royal-observatory-greenwich-1676>>. Acesso em 21/05/2021.

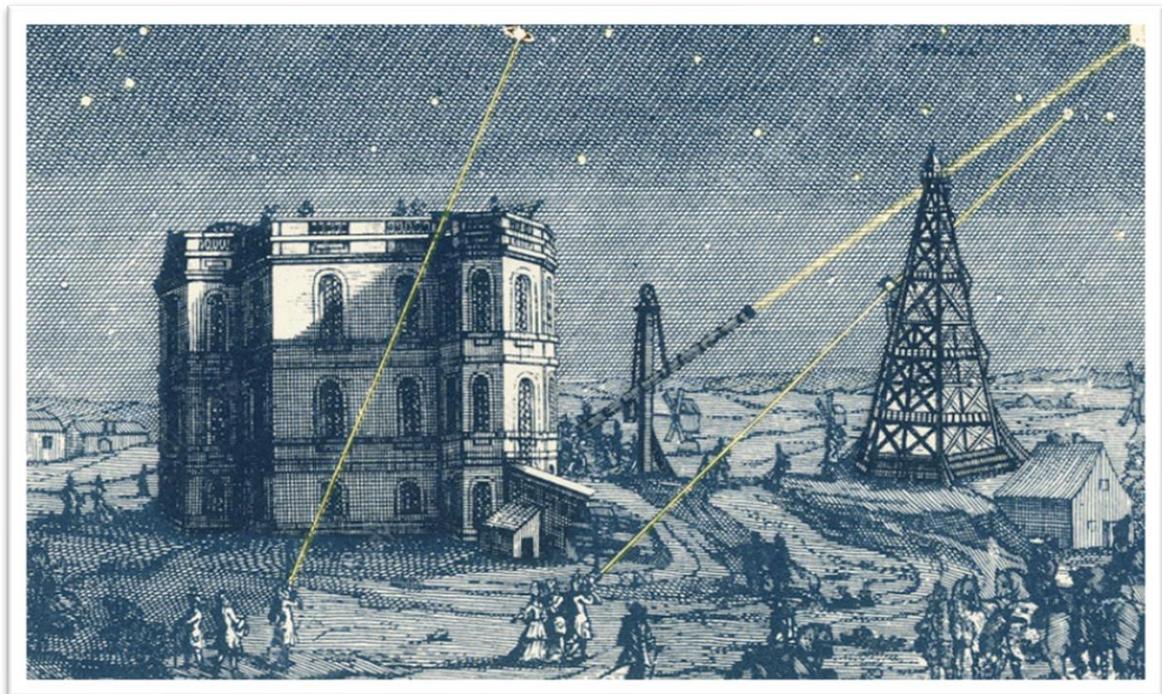


Figura 15 - Observatório de Paris (1667).
Fonte: <<https://www.sciencephoto.com/media/776143/view/paris-observatory-founded-1667>>. Acesso em 21/05/2021.

Por exigirem um tipo específico de arquitetura, com grandes domos para possibilitar a observação celeste, eram também símbolos de poder, tanto político quanto científico. Sua construção exigia uma soma de recursos elevada, de forma que os observatórios foram – e ainda são atualmente – extensões dos respectivos governos³³, independentemente se são impérios, czares, teocracias ou democracias. Para Steven J. Dick (1991), os observatórios eram tão importantes no início dos Estados Nacionais pois, da mesma forma que as catedrais religiosas, aspiravam um contato maior com os céus (DICK, 1991, p. 1).

Dessa forma, os observatórios se tornaram instituições incorporadas aos aparatos do Estado, motivo pelo qual Aubin, Bigg e Sibum (2010) as definiram como um espaço – teatro – onde motivações políticas influenciavam e eram influenciadas por práticas científicas. Podemos afirmar, por meio dessa perspectiva, que o observatório era composto por uma estrutura física, material, onde as ciências eram praticadas, da mesma forma que era composto por uma rede de agentes políticos, científicos e sociais que definiam os tipos de atividades a serem realizadas nesse espaço. McClean destaca, ainda, que juntamente com os jornais científicos e os jardins botânicos, os observatórios foram fundamentais para a organização das ciências no século XVIII (MCCLELLAN III, 2008, p.99).

Assim, os observatórios institucionalizaram a astronomia e a tornaram serviço do Estado, preocupando-se principalmente com questões relativas à navegação marítima (astronomia náutica), em especial à localização no oceano por meio do estudo das latitudes (distância da linha imaginária do Equador). Produziam efemérides, calendários, almanaques e trabalhos náuticos utilitários. Esses observatórios possuíam vínculos com as sociedades científicas (MCCLELLAN III, 2008, p.99).

Ao longo do século XIX, o número de observatórios passou de aproximadamente trinta para mais de duzentos. Essa expansão se devia ao conhecimento produzido pelos observatórios, ligados ao controle do espaço (fronteiras, transportes) e ao controle do tempo (precisão).

Epílogo: instrumentos ampliando o visível

No período que abrange o final do século XV ao final do século XVIII, foram formuladas teorias, observações e construídos instrumentos que promoveram mudanças para o entendimento do homem e de seu lugar no Universo. Esse contexto científico e cultural

³³ Ao longo do século XIX surgiram observatório privados, mas ainda sim dependentes em algum grau, do apoio estatal.

possibilitou ainda, o desenvolvimento de novas ciências no século XIX, responsáveis por novas “Revoluções Científicas”³⁴.

A queda da filosofia aristotélica foi fundamental nesse processo, pois permitiu que novas ideias fossem testadas, observadas e experimentadas em diversos campos do saber. Destas novas ideias, convém discutirmos aquelas relacionadas à visão e dos instrumentos que aperfeiçoaram a visão. Desde quando a luneta galileana passou a ser utilizada com uma maior frequência pelos astrônomos, não houve críticas relevantes sobre a veracidade dos objetos invisíveis a olho nu. Representações imagéticas de Saturno, ou das luas de Júpiter, por exemplo, embora ainda fossem difíceis de serem padronizadas, dado o olhar de cada astrônomo/artista, ainda assim eram consideradas válidas, mesmo sem ser possível observá-las sem o auxílio de instrumentos ópticos.

Entendemos que essa concepção do olhar e do instrumento científico perdurou ao longo do século XIX, quando a fotografia foi aplicada à astronomia, mostrando objetos até então nunca observados anteriormente. Mesmo com o auxílio dos telescópios, a possível crítica da veracidade da imagem não decorria do instrumento, mas de alguma limitação técnica na fixação da imagem. Além da precisão do instrumento científico, a existência de catálogos e cartas auxiliavam o astrônomo a identificar possíveis “falsas estrelas”, servindo como uma base de dados capaz de comparar informações. O foco, portanto, era o aperfeiçoamento de técnicas que possibilitassem uma maior definição dos objetos celestes observados.

Tais questões são importantes para verificarmos como o projeto *Carte du Ciel* tratou das imagens que não eram visíveis a olho nu ou mesmo por telescópios, mas somente por meio da fotografia, cuja aplicação na astronomia será devidamente analisada no próximo capítulo.

34 Citamos como exemplo o impacto da obra *A Origem das Espécies por Meio da Seleção Natural, ou Preservação das Raças Favorecidas na Luta pela Vida* de Charles Darwin (1809-1882), publicada em 1859.



Figura 16 - Fotografia da Grande Cometa de 1882

Fonte: David Gill, South African Astronomical Observatory, disponível em <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Great_Comet_of_1882.jpg>. Acesso em 15/10/2022

A filosofia mecânica que perdurou até meados do século XVIII foi sendo gradativamente questionada a partir do desenvolvimento de novos saberes acadêmicos, em especial após os trabalhos desenvolvidos por Isaac Newton no campo da mecânica clássica.

Contudo, a principal contribuição dessa filosofia permaneceu, mas transformada conforme as mudanças sociais e políticas ocorridas em parte da Europa, em especial na Inglaterra, França e Alemanha. E um de seus resultados foi a formulação de um conceito caro à formulação do que se convencionou denominar ciência moderna: a objetividade, arcabouço metafísico capaz de diferenciar os saberes produzidos entre os defensores desse novo método apoiado na matematização e na experimentação daqueles que propunham outras abordagens.

Essa historicização do conceito de objetividade foi exaustivamente tratado pelos historiadores Peter Galison e Lorraine Daston

No artigo *Objectivity and the escape from perspective* (1992), Lorraine Daston historiciza o conceito de objetividade, demonstrando tratar-se de um conceito dinâmico e mutável. Historicamente, a objetividade esteve vinculada, ao mesmo tempo, à metafísica, aos métodos, e aos aspectos de ordem moral. O termo objetividade teve origem na filosofia escolástica, com um sentido diferente do atual: “objetivo” pertencia principalmente aos assuntos relacionados ao pensamento, mais do que aqueles relacionados ao mundo externo. Apenas no século XIX a objetividade passou a conotar o significado jurídico de imparcialidade com a associação filosófica de objetos externos físicos (DASTON, 1992, p.112).

A autora identifica tipos distintos de objetividade a partir do século XIX, que correspondem a uma primeira fase de aproximação da arte com a natureza; uma segunda fase de desenvolvimento da tecnologia que altera a percepção da realidade; e, por fim, uma terceira fase onde há uma problematização da tecnologia aplicada à apreensão da realidade. Para Daston, a objetividade mecânica, característica da segunda fase, proíbe o julgamento e a interpretação ao produzir e apresentar resultados científicos. Em outros termos, a objetividade mecânica pressupõe a supressão da condição humana universal, propensa a julgar e estetizar, sendo esta definição de vital importância para a pesquisa aqui conduzida.

Em colaboração com Peter Galison (1992), Lorraine Daston reforça que a frase “*Let Nature speak for itself*” tornou-se o brado dos cientistas na segunda metade do século XIX:

Wary of human interventions between nature and representation, Marey and his contemporaries turned to mechanically produced images to eliminate suspect mediation. They enlisted polygraphs, photographs, and a host of other devices in a near-fanatical effort to create atlases-the bibles of the observational sciences-documenting birds, fossils, human bodies, elementary

articles, and flowers in images that were certified free of human interference³⁵ (DASTON; GALISON, 1992, p. 81).

Para os autores, essa objetividade mecânica em voga no século XIX era considerada indiferente à subjetividade; mais do que isso, era percebida como uma segurança contra a subjetividade na ciência e o julgamento estético. Instrumentos de registro automático eram extremamente valorizados pelos cientistas desse período, pois prometiam substituir observador que poderia alterar um registro. Mas, além disso, esses instrumentos poderiam ultrapassar a capacidade de observação humana.

Peter Galison retorna a essa discussão no artigo *Objectivity is romantic* (2000) onde afirma que houve uma grande transformação ocorrida nas décadas de 1820 e 1830, com a inversão de valores exposta por Goethe³⁶. O ideal da objetividade mecânica é uma objetividade definida por seu estado moral e automático que se situa além da mão do artista. Mais uma vez o autor destaca a ideia de que a importância dos aparatos mecânicos não decorria de sua perfeição, mas sim de sua característica autônoma: “*Objectivity was not (and is not) accuracy*”³⁷ (GALISON, 2000, p.19).

Para o autor, a objetividade mecânica não deve ser confundida com a verdade: um procedimento objetivo com suas restrições e automaticidades podem criar condições onde uma exatidão pode ser encontrada — mas não poderia garantir a verdade e nem se tornar o único caminho para tal. Propõe por fim um quadro resumido sobre períodos específicos de cada objetividade e suas características, ressaltando que não se trata de datas exatas, definidas, mas de aproximações:

³⁵ “Desconfiado das intervenções humanas entre natureza e representação, Marey e seus contemporâneos recorreram a imagens produzidas mecanicamente para eliminar a mediação suspeita. Eles alistaram polígrafos, fotografias e uma série de outros dispositivos em um esforço quase fanático para criar atlas - as bíblias das ciências observacionais - documentando pássaros, fósseis, corpos humanos, artigos elementares e flores em imagens que foram certificadas como livres de humanos interferência” (DASTON; GALISON, 1992, p. 81, tradução nossa).

³⁶ A imagem até então produzida pelos “gênios” sobre a natureza era baseada em formas universais, sem a observação direta. Com a objetividade mecânica, a observação direta era necessária, mas por meio de instrumentos específicos de precisão e registro.

³⁷ “Objetividade não era (e não é) precisão” (GALISON, 2000, p.19, tradução nossa).

	Antes de 1820: Representação Geral	1820-1920: objetividade mecânica	Após 1920: Objetividade crítica
Pessoa	Gênio	Fabricante	Expert treinado
Prática	Intervenção	Transferência automática	Crítica condicionada
Imagem	Metafísica	Mecânica	Interpretada
Ontologia	Universal, verdade à natureza	Padrão individual de tipo	Famílias de objetos

Tabela 1 - Formas de objetividade.
 Fonte: GALISON, 2000, p. 22.

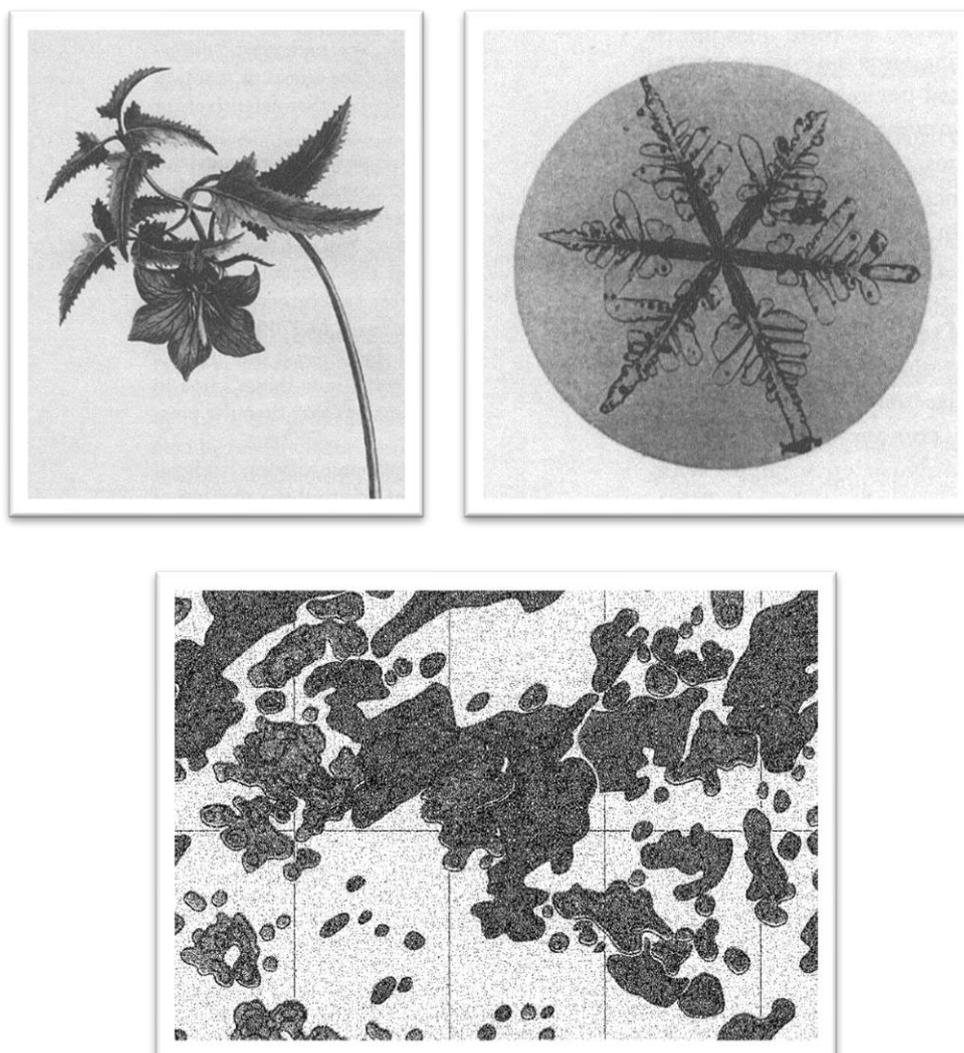


Figura 17- Exemplos de imagens que representam cada uma das objetividades: verdade à natureza; objetividade mecânica e objetividade crítica.

Fonte: Peter Galison e Lorraine Daston. *Objectivity*, 2007, p. 20-21.

Ao final do século XIX, a objetividade mecânica estava firmemente instalada como guia — senão o guia ideal — de representação científica em diversas ciências. E qual era o papel da fotografia em relação a essa objetividade mecânica?

Primeiramente, e conforme destacado por Arago, o uso da fotografia como registro científico e de detector de luz foi ressaltado. Foi pensado como um substituto para o desenho e a gravura. Logo, outro argumento foi usado a favor da fotografia como um meio científico: o automatismo do processo fotográfico prometia imagens sem a intervenção humana, denominadas de imagens objetivas. Os autores citam como exemplo da combinação entre automatismo e objetividade na obra *Course in Microscopy to Complement Medical Studies, 1844 – 1845*, de Doné, onde cita o uso da fotografia:

[...] exactly representing the objects as they appear, and independently of all interpretation; to achieve this result, I did not want to trust either my own hand or even that of a draftsman, always more or less influenced by the theoretical ideas of the author; profiting from the marvelous invention of the daguerreotype, the objects are reproduced with rigorous fidelity, unknown until now, by means of photographic processes³⁸ (DONÉ apud GALISON; DASTON, 2007, p. 131).

Em 1860, a fotografia mecânica era utilizada em contraste com a fotografia estética, sendo uma oposição entre ciência e arte. “*Historians of science note that nineteenth-century photographers and scientists and their audiences were perfectly aware that photographs could be faked, retouched, or otherwise manipulated*”³⁹ (GALISON; DASTON, 2007, p.133)

O temor dos cientistas em obter imagens objetivas por meio das fotografias, contudo, não era tanto em decorrência de uma possível falsificação ou manipulação – tratava-se de um medo mais sutil: uma possível interferência do cientista na concepção imagética e de dados, por meio da projeção de suas concepções, teorias e formulação das imagens.

Os autores reforçam ainda que o termo mecânico, aplicado à fotografia antes de 1880, se referia ao processo pelo qual a luz imprimia uma imagem em metal, papel ou vidro especialmente preparado. Como a imagem era comparada a um desenho ou gravura, a mão humana ausente implicada pela palavra “mecânico” era a do artista, não do fotógrafo (GALISON; DASTON, 2007, p.137).

³⁸ “[...] representando exatamente os objetos como eles aparecem, e independentemente de qualquer interpretação; para chegar a este resultado, não quis confiar nem na minha mão nem na de um desenhista, sempre mais ou menos influenciado pelas ideias teóricas do autor; aproveitando a maravilhosa invenção do daguerreotipo, os objetos são reproduzidos com rigorosa fidelidade, até então desconhecida, por meio de processos fotográficos” (DONÉ apud GALISON; DASTON, 2007, p. 131, tradução nossa).

³⁹ “Os historiadores da ciência observam que os fotógrafos e cientistas do século XIX e seu público estavam perfeitamente cientes de que as fotografias podiam ser falsificadas, retocadas ou manipuladas de outra forma” (GALISON; DASTON, 2007, p.133, tradução nossa).

Contudo, a fotografia escapou das críticas relacionadas à intervenção humana entre objeto e observador – era necessário ainda uma concepção de objetividade que respaldasse os meios de representação mecânicos:

Even when the photograph dominated atlas representation, it by no means stabilized the debate over objectivity. Quite the contrary-photographic depiction entered the fray along with X-rays, lithographs, photo engravings, camera obscura, drawings, and ground glass tracings as attempts-never wholly successful-to extirpate human intervention between object and representation. Interpretation, selectivity, artistry and judgment itself all came to appear as subjective temptations requiring mechanical or procedural safeguards. Finally, we come to the full-fledged establishment of mechanical objectivity as the ideal of scientific representation⁴⁰ (DASTON; GALISON, 1992, p. 98).

Para os autores, o pensamento em geral sobre a fotografia não decorria tanto da sua perfeição imagética, mas pelo fato de que a câmara era mais confiável do que o próprio olho, pois eliminava aparentemente qualquer interferência humana (DASTON; GALISON, 1992, p.111).

Por fim, afirmam que “*The photograph that was the essence and emblem of mechanical objectivity carried no metaphysical cachet: at best it was an accurate rendering of sensory appearances, which are notoriously bad guides to the ‘really real’*”⁴¹ (DASTON; GALISON, 1992, p. 123).

Essa definição se assemelha ao que veremos no próximo capítulo, sobre o projeto *Carte du Ciel*, em especial a relação entre o registro científico sem a presença de possíveis interferências do observador, dado que todos os observatórios participantes deveriam seguir os protocolos científicos definidos nos congressos.

Procuraremos compreender, agora, se tal premissa – a objetividade mecânica presente no processo fotográfico – pode ser encontrada em obras e manuais científicos do século XIX, em especial aquelas relacionadas às ciências de observação, e como foi a

⁴⁰ “Mesmo quando a fotografia dominou a representação do atlas, de forma alguma estabilizou o debate sobre a objetividade. Muito pelo contrário, a representação fotográfica entrou na briga junto com raios X, litografias, gravuras fotográficas, câmara obscura, desenhos e traçados de vidro fosco como tentativas - nunca totalmente bem-sucedidas - de extirpar a intervenção humana entre objeto e representação. Interpretação, seletividade, arte e julgamento em si, todos passaram a aparecer como tentações subjetivas que exigiam salvaguardas mecânicas ou procedimentais. Finalmente, chegamos ao estabelecimento pleno da objetividade mecânica como o ideal de representação científica” (DASTON; GALISON, 1992, p.98, tradução nossa).

⁴¹ “A fotografia que era a essência e o emblema da objetividade mecânica não carregava nenhum cachet metafísico: na melhor das hipóteses, era uma representação precisa das aparências sensoriais, que são guias notoriamente ruins para o ‘realmente real’” (DASTON; GALISON, 1992, p. 123, tradução nossa).

recepção da fotografia em seus meios. Contudo, iremos primeiramente historicizar sucintamente a história e desenvolvimento da fotografia ao longo do século XIX.

2.1 A fotografia no século XIX

A fotografia, como qualquer outro documento histórico, é analisada a partir de um determinado contexto do pesquisador. Dessa forma, julgamos interessante verificar, desde seu desenvolvimento no século XIX, os vieses pelos quais a fotografia foi considerada a partir de sua historiografia para situarmos nossa presente pesquisa. O objetivo desta reflexão é descrever e analisar algumas abordagens teóricas e metodológicas que consideraram a fotografia como uma fonte historiográfica a partir de obras de referência nesse campo. Não pretendemos realizar um mapeamento completo da história da fotografia, tarefa árdua que caberia por si só uma pesquisa detalhada, mas traçar um quadro geral sobre as preocupações que tiveram historiadores e cientistas sociais, dentre outros, ao considerar a fotografia como uma fonte de informações sobre um determinado período.

Convém, primeiramente, destacar alguns conceitos que serão utilizados na presente pesquisa.

A fotografia aqui é entendida como um processo, uma série de conceitos físicos e químicos que ao serem devidamente articulados permitem a fixação de uma imagem capturada pela câmera fotográfica. Difere, portanto, dos conceitos de objeto fotográfico (únicos e não reproduzíveis, como os daguerreótipos) e de imagem fotográfica (sintaxe, linguagem, noção autoral). Ao considerarmos o processo, estamos privilegiando o aspecto técnico, instrumental desse campo, o que pressupõe a materialidade desses instrumentos e suportes e permitem a presença física dessas imagens.

Iniciamos a discussão sobre a historiografia da fotografia a partir da proposta de Douglas Nickel (2001). No artigo *History of photography: The state of research*, Nickel busca sucintamente traçar como a fotografia foi abordada desde seu início, com o objetivo claro de trazer questões importantes sobre o atual estado de pesquisa desse campo. Nickel divide a história da fotografia em períodos distintos, dos quais destacamos os seguintes: de 1839 a 1940; 1940 a 1970; 1970 a 1980; 1990 e o período atual, contado a partir da primeira década de 2000. Pretendemos utilizar essa periodização aprofundando a discussão sobre autores e obras de referência.

Podemos considerar que neste primeiro momento (o advento da técnica fotográfica a partir da década de 1820⁴² até meados do século XX) a grande preocupação dos fotógrafos e cientistas que utilizavam a fotografia era a descrição precisa e completa desse processo. Dessa forma, os grandes manuais fotográficos publicados ao longo do século XIX descreviam, passo a passo, todas as etapas, materiais e ações necessárias para a aplicação da fotografia.

Por outro lado, esse período também foi marcado por obras de viés nacionalista, onde a discussão sobre quem teria sido o verdadeiro inventor da fotografia foi pautada, destacando-se Louis Jacques Mandé Daguerre (1787 – 1851) na França e William Henry Fox Talbot (1800 – 1877) na Inglaterra. O primeiro desenvolveu o daguerreotipo, capaz de produzir uma única chapa fotográfica, enquanto o segundo desenvolveu o Calótipo (ou Talbótipo), que produzia um negativo de onde poderia se obter positivos a partir da impressão por contato.

Michel Frizot discutiu bem essa questão da autoria de quem inventou a fotografia no artigo “*Os continentes primitivos da fotografia*” (1998). A proposta de Frizot é questionar o caráter linear e direcionado para o mesmo fim, iniciado por François Arago, ao divulgar, em 1839, o fato fotográfico por meio do daguerreótipo, e ratificado pela história da fotografia, como uma sucessão de pesquisas transformadas em filiação e derivação de uma para outra: de Niépce para Daguerre e depois para Talbot.

Segundo Frizot, tal orientação esconde as diversas orientações experimentais – a novidade de Daguerre teve como efeito reorientar Talbot, estimular Bayard e minimizar Niépce. A proposta de Frizot é, portanto, analisar esses 4 pontos cardeais, ou continentes: Niépce, Daguerre, Talbot e Bayard. Assim, essas 4 contribuições foram fundamentais para o desenvolvimento da fotografia, não podendo ser resumidas a um único cientista. De fato, é extremamente difícil situar a autoria desse processo, posto que é científico, construído a partir de diversas contribuições. Em outras palavras, podemos considerar que, a partir de uma base científica comum (os fundamentos da óptica e seus aspectos químicos), qualquer cientista estaria apto a obter a fixação da imagem por meio desse processo. Podemos ainda citar a obra de Antoine Hercule Romuald Florence (1804 - 1879), na Vila de São Carlos (atual cidade de Campinas) no Brasil, que obteve com êxito a fixação das imagens em rótulos que estamparam frascos farmacêuticos em 1833.

Essas obras do século XIX e meados do século XX, baseadas principalmente na fotografia como um processo técnico, físico-químico, não se questionavam sobre o que era a fotografia, seu significado, mas sim sua aplicabilidade enquanto uma nova ciência, técnica ou arte.

⁴² Apesar do Daguerreotipo ter sido apresentado e patenteado pelo governo francês em 1839, Niépce e outros cientistas já estavam desenvolvendo técnicas e processos na década anterior que possibilitavam o registro da luz, sendo considerado os primórdios da fotografia.

Uma nova fase da historiografia da fotografia é creditada ao curador estadunidense Beaumont Newhall (1908 - 1993), cuja abordagem, a partir da óptica museológica (trabalhava no Museu de Arte Moderna), transformou e influenciou esse campo de estudos. Sua obra de referência *The history of photography from 1839 to the present day* (1949) buscou tratar, de forma linear e pelo viés da técnica fotográfica, o desenvolvimento da fotografia até a década de 1940.

Newhall considera a fotografia tanto uma ciência quanto uma forma de arte, uma forma de expressão. Essa abordagem dupla, ora sob o aspecto técnico (daguerreotipo, calótipo, imagens instantâneas e coloridas), ora sob o aspecto artístico (fotografia pictorialista, documental, busca pela forma) permeiam toda a obra. Newhall não se preocupa prioritariamente em questões como autoria e intenção, mas sim, se propõe à construção de uma história vertical da fotografia, determinada pela técnica visando uma proposição estética maior, o que denominou Leis Básicas (NICKEL, 2001, p. 551).

Trata-se de um marco na historiografia da fotografia por traçar um panorama, ainda que linear e limitado, da técnica fotográfica e da institucionalização da fotografia principalmente nos museus, ainda que atualmente seja fonte de diversas críticas.

O modelo proposto por Newhall perdurou até o último quarto do século XX, quando outras abordagens passaram a considerar a fotografia não apenas em seu aspecto técnico ou artístico, mas também em sua capacidade de se colocar como uma força social, capaz de influenciar e modificar a forma pela qual a imagem era concebida e recebida socialmente.

Na década de 1970, a preocupação em torno das pesquisas em fotografia passou por uma mudança. A fotografia passou a ser considerada não apenas em relação à sua condição de instrumento, arte ou sua história, mas principalmente como um componente da sociedade, onde está inserida numa tessitura social mais ampla. Podemos citar como trabalhos característicos desse período as obras da filósofa estadunidense Susan Sontag (1933 - 2004) e da fotógrafa franco-germânica Gisèle Freund (1908 - 2000).

Gisèle Freund, em seu livro *Photographie et Société* (1974), explicita logo no primeiro parágrafo o objetivo da obra: "*Photography is a concrete example of how artistic expression and social forms continually influence and reshape each other*" (FREUND, 1980, p. 1). Da mesma forma que Newhall, inicia seus estudos em 1839 e se concentra no estudo dos retratos individuais ao longo do século XIX, num primeiro momento, e os retratos da sociedade oferecidos pela imprensa no século XX. Parte desse trabalho é oriundo de sua tese de doutorado, a qual, segundo a autora, foi a primeira tese defendida a considerar a fotografia como uma força social.

Para a autora, a fotografia possui uma força democrática, como meio de reprodução, permitindo que a arte fosse acessível a todos e transformando o próprio entendimento sobre a arte, ampliando o mundo por diferentes ângulos. Ao mesmo, possui um lado negativo de manipulação, usada para criar desejos, vender produtos e moldar mentes (FREUND, 1980, p. 217). Pelo fato de ser considerada objetiva e fiel à realidade, consegue provocar emoções profundas no indivíduo, modificando sua ação social a partir da imagem.

Seguindo a mesma linha de uma história social da fotografia, Sontag publicou, em 1977, a obra *On Photography*, onde discute a relação entre a fotografia e sua mediação social através de 6 ensaios compilados nessa obra. Sua tese, imbricando a história, a filosofia, a sociologia, a estética e a história da arte, propõe compreender a fotografia como um resultado social, de uma determinada civilização. Nesse sentido, o mundo torna-se um mundo-imagem, onde a fotografia se tornou a experiência visual dominante, chegando mesmo a redefinir a realidade. Sob outro ponto de vista, mais filosófico, busca discutir o próprio estatuto da fotografia e sua relação com a verdade. Conclui que é cada vez menos plausível diferenciar imagens e coisas, entre cópias e originais, “desplatonizando” a compreensão da realidade. Reforça que:

Mas a força das imagens fotográficas provém de serem elas realidades materiais por si mesmas, depósitos fartamente informativos deixados no rastro do que quer que as tenha emitido, meios poderosos de tomar o lugar da realidade – ao transformar a realidade numa sombra (SONTAG, 2004, p. 196).

A autora utilizou a sombra como referência ao ideal platônico de que a imagem era transitória, imaterial e pouco informativa, portanto, vista de forma depreciativa. O poder da fotografia, nesse sentido, consegue inverter essa relação entre realidade-material e imagem-imaterial.

A década de 1980 trouxe contribuições importantes para o campo de estudos da fotografia, principalmente em relação ao estatuto da imagem. As obras do filósofo checo-brasileiro Vilém Flusser (1920 - 1991) e do filósofo francês Roland Gérard Barthes (1915 - 1980), apoiadas em uma análise semiótica, trouxeram novas abordagens para o estudo da fotografia.

A obra *Für eine Philosophie der Fotografie* publicada em 1983 reúne uma série de conferências e palestras ministradas por Flusser na França e na Alemanha. Publicada originalmente na Alemanha a pedido da *European Photography*, Göttingen, tornou-se uma referência para os estudos fotográficos.

A grande preocupação de Flusser é em relação à cultura midiática e o papel atribuído às imagens nessa construção. A partir do conceito de imagem técnica, obtida por meio da mediação de um aparelho, defende que a fotografia foi a primeira forma de imagem a modificar

a percepção do mundo, pois “o caráter aparentemente não-simbólico, objetivo, das imagens técnicas faz com que seu observador as olhe como se fossem janelas e não imagens. O observador confia nas imagens técnicas tanto quanto confia nos seus próprios olhos” (FLUSSER, 1985, p. 22).

A fotografia, dessa forma, configura para esse autor a segunda ruptura na história, sendo a primeira a introdução da escrita. Flusser defende, por fim, a instauração de uma filosofia específica para a fotografia, tendo como fundamentos os conceitos de imagem, aparelho, programa e informação.

Outra obra de referência nesse período que seguiu a mesma linha estruturalista foi escrita por Barthes, em 1980. Sua análise estética do signo fotográfico (abordagem semiótica) traz reflexões sobre a imagem técnica, da qual a fotografia é sua melhor representante. Além das essências materiais (características físicas e químicas das fotos) e regionais (estética, história sociologia) já presentes em uma abordagem fenomenológica clássica, Barthes trouxe questões relativas às emoções provocadas pela fotografia: “*Como Spectator, eu só me interessava pela Fotografia por sentimento; eu queria aprofundá-la, não como uma questão (um tema), mas como uma ferida: vejo, sinto, portanto, noto, penso*” (BARTHES, 1984, p. 39). Segundo esse autor, é possível uma abordagem fotográfica por meio do *studium* (culturalmente percebido) e *punctum* (criação de um estado emocional).

Por fim, destacamos a obra do teórico da imagem belga naturalizado francês Phillippe Dubois. Sua obra *L'acte Photographique*, de 1983, procurou compreender o processo fotográfico, do ato de fotografar passando por sua reprodução, representação e recepção:

A foto não é apenas uma imagem (o produto de uma técnica e de uma ação, o resultado de um fazer e de um saber-fazer, uma representação de papel que se olha simplesmente em sua clausura de objeto finito), é também, em primeiro lugar, um verdadeiro ato icônico, uma imagem, se quisermos, mas em trabalho, algo que não se pode conceber fora de suas circunstâncias, fora do jogo que a anima sem comprová-la literalmente; algo que é, portanto, ao mesmo tempo e consubstancialmente, uma imagem-ato [...] (DUBOIS, 1993, p. 15).

A proposta de Dubois é considerar a fotografia como um processo, mais especificamente o ato do sujeito em processo. Traça ainda um panorama sobre a questão do realismo na fotografia, sublinhando três vertentes epistemológicas: reprodução mimética do real (verossimilhança), comparada ao ícone de Pierce⁴³; questionamento desse mimetismo: a imagem analisada é uma interpretação-transformação desse real, comparada ao símbolo

⁴³ Charles Sanders Pierce (1839-1914) foi um filósofo estado-unidense que compreendeu os estudos de Lógica como uma semiótica formal. Suas definições de ícone, índice e signo fundamentaram as bases da disciplina semiótica.

peirceano. Por fim, a terceira abordagem marca um certo retorno ao referente, mas sem a obsessão mimética – a foto, em primeiro lugar é um índice, um traço do real (DUBOIS, 1993, p. 53).

Ao longo da década de 1990, houve uma grande mudança na abordagem das imagens em geral. Influenciado pela *Linguistic Turn* (Virada Linguística), o historiador da arte William John Thomas Mitchell propõe uma *Pictorial Turn* (Virada Pictórica), passando para uma *Visual Turn* (Virada Visual) pelo historiador Martin Evan Jay na passagem dos anos 1990 para 2000⁴⁴. Já na Alemanha, a proposta é de uma *Iconic Turn* (Virada Icônica) pelo filósofo alemão Gottfried Boehm. A proposta dessa virada, segundo Mitchell era:

[...] não um retorno a mimesis ingênua, às teorias da cópia ou suas correspondentes da representação, ou à metafísica renovada de “presença” pictórica: é uma redescoberta pós-linguística e pós-semiótica da imagem [picture] é como uma interação complexa entre a visualidade, aparelhos, instituições, discurso, corpos e figuração. É a constatação de que os atos de assistir (a visão, o olhar, a mirada, as práticas de observação, vigilância e prazer visual) podem ser um problema tão profundo quanto as várias formas de leitura (decifração, decodificação, interpretação etc.) e que experiência visual ou “alfabetização visual” pode não ser totalmente explicável no modelo de textualidade. (MITCHELL apud SANTIAGO JUNIOR, 2019, p. 20).

Ao contrário das abordagens anteriores, a proposta era de uma análise mais ampla da fotografia, não considerando apenas seus aspectos técnicos, ou seus aspectos artísticos, e nem apenas como um componente social ou imbuída de signos próprios, mas agregando todos esses elementos e adicionando o componente material, que não é meramente o reconhecimento e nomeação de seus componentes físico-químicos, mas a própria existência da imagem como objeto físico e as várias implicações dessa presença no mundo tangível.

Há um destaque evidente nessa proposta para uma diferenciação entre *Image* (mental, abstrato) e *Picture* (material), abrindo as possibilidades para um estudo centrado mais na materialidade da fotografia, dentre outras imagens.

Seguindo essa linha, encontramos no início do século XXI uma proposta de *Material Turn* (Virada Material), exemplificada pelo estudo de Elizabeth Edwards em *Photographs Objects Histories: on the materiality of images*, publicado em 2004. Neste, Edwards defende a tridimensionalidade da fotografia, existindo como um objeto físico, com volume, forma, dimensões, inserida em “interações subjetivas, corporificadas e sensuais” (EDWARDS; HART, 2004, p.1). A fotografia não pode, segundo essa abordagem, ser considerada apenas

⁴⁴ Cf. SANTIAGO JUNIOR, Francisco das Chagas Fernandez. A virada e a imagem: história teórica do pictorial/iconic/visual turn e suas implicações para as humanidades. ANAIS DO MUSEU PAULISTA São Paulo, Nova Série, vol. 27, 2019, p. 1-51.

em seus aspectos abstratos ou ideológicos, mas sim deve ser considerada o processo de criação, circulação e consumo.

A materialidade da fotografia, segundo Edwards, pode ser verificada na história da fotografia, seja em seu aspecto técnico (físico-químico), seja em seu aspecto de interação social, já apontado por Sontag, em 1979. Contudo, em ambos os casos a materialidade não é dada como um aspecto essencial, mas subliminar: em seu aspecto tecnológico, encerra-se como um processo de desenvolvimento tecnológico; no segundo, a fotografia é mais um elemento a ser considerado na tessitura social. Para Edwards, considerar a materialidade da fotografia é fundamental para compreender tanto sua representação imagética quanto para entender sua função social.

Para exemplificar essa afirmação, convém recorrer ao artigo de Rosalind Krauss, “Os espaços discursivos da fotografia” (2002). Neste Krauss demonstra que ao comparar uma fotografia de Timothy O’Sullivan de 1868 com uma cópia litográfica dessa fotografia em 1878, destacando a diferença no tratamento das imagens, é possível perceber a existência de espaços discursivos específicos. Enquanto a fotografia de O’Sullivan está inserida num espaço discursivo estético do século XIX, a litografia faz parte de um discurso geológico, inserido em outro espaço discursivo e logo, preocupado com outros parâmetros (KRAUSS, 2002, p. 156). Essa categoria de análise nos permite considerar a dinâmica da imagem fotográfica que, longe de ser estável e imutável, está inserida em uma determinada narrativa condicionada institucionalmente, ideologicamente, de acordo com cada espaço que a produz. Trata-se de um parâmetro extremamente relevante para o estudo da fotografia e que pressupõe a existência da fotografia como um objeto físico, tangível, real.

Para nossa pesquisa, convém também ressaltar a contribuição do historiador e teórico da fotografia André Rouillé. Em sua obra “A fotografia: Entre o documento e a arte contemporânea” (2009), Rouillé historiciza o uso da fotografia, desde sua criação como uma imagem da sociedade industrial até sua transformação em objeto de expressão artística.

Para esse autor, durante muito tempo a fotografia possuiu um caráter simplesmente utilitário. Para explicar esse contexto, discute os conceitos que envolvem a verdade fotográfica, para posteriormente explicar como se deu a crise dessa tipificação de fotografia-documento. Mas a fotografia não é um documento por si só, ela possui um valor documental que é variável. Esse entendimento de fotografia, contudo, se apoia na crença de impressão direta. O domínio dessa fotografia-documento ocorre até o último quarto do século XX, quando mudanças estruturais ocorrem transformando a sociedade industrial em uma sociedade informacional, e demandando, por consequência, novas tecnologias. Portanto, o valor documental da fotografia não é um valor absoluto, mas deve ser considerado num regime de

verdade – um regime documental. Esse valor documental se baseia em seu dispositivo técnico, mas não é garantido totalmente por ele.

No século XIX, a fotografia com a possibilidade de impressão reforça-se o caráter verdadeiro da imagem, comprometido pelo crescente questionamento do lugar da subjetividade nos modos de representação. Para descrever essa sociedade, caracterizada pela industrialização, urbanização, e pela economia de mercado, o autor recorre ao conceito de modernidade proposto por Max Weber, caracterizado pelo espírito do cálculo, pela racionalidade instrumental e teve como consequência o desencantamento do mundo (ROUILLÉ, 2009, p. 29).

Em relação à comparação com outras formas de representação, afirma:

Ao colocar uma máquina óptica e química no lugar das mãos, dos olhos e das ferramentas de desenhistas, gravadores e pintores, a fotografia redistribui a relação que, havia vários séculos, existia entre imagem, o real e o corpo do artista. [...] Enquanto as imagens manuais emanam dos artistas, longe do real, as imagens fotográficas – que são impressões luminosas – associam o real à imagem, longe do operador (ROUILLÉ, 2009, p. 34).

Essa mudança, segundo o autor, acompanha os próprios processos de modificação quanto aos modos de produção: há uma crescente passagem nesse período da produção de bens materiais dos setores primários (trabalho manual das matérias-primas) para os setores secundários (atividades mecânicas de transformação) (ROUILLÉ, 2009, p. 35).

A crença na verdade documental da fotografia requer condições particulares — são elas que permitem que um artefato seja equivalente às coisas e aos fatos do real. Essa crença é sustentada pelo fato de a fotografia aperfeiçoar, racionalizar e mecanizar a organização imposta ao ocidente deste o século XV, em especial a perspectiva e a câmara escura:

O espelho vai transformar-se na metáfora mais explosiva da fotografia-documento: uma imagem perfeitamente analógica, totalmente confiável, absolutamente infalsificável, porque automática, sem homem, sem forma, sem qualidade". Nesse sentido, a fotografia-documento é encerrada em uma função de receptividade passiva e neutra, tornando-a um simples receptáculo, e não representação. Uma simples reprodução técnica (ROUILLÉ, 2009, p. 66).

O espelho e a mecanização da imagem trazem também uma concepção objetivista, onde a realidade seria material, a verdade contida nos objetos, sendo estes acessíveis por meio da visão. Para o autor, contudo, a verdade, assim como a realidade, jamais se desvenda diretamente por um simples registro — a verdade não se comprova ou se registra, ela se estabelece.

Assim, a fotografia-documento não escapa dessa regra – ela obedece a lógica da verossimilhança, não a da verdade:

De um lado, destrói a noção de modelo e de representação: a fotografia não representa exatamente a coisa preexistente, ela produz uma imagem no decorrer de um processo que coloca a coisa em contato, e em variações, com outros elementos materiais e imateriais” (ROUILLÉ, 2009, p. 73).

A finalidade da fotografia-documento nesse período foi o de compreender, memorizar e comparar, ver melhor, suprir a impotência do olho – assim era vista nas ciências médicas, citando o exemplo dos estudos de fisiologia de Marey (ROUILLÉ, 2009, p. 78). “Funcionado ela própria conforme princípios científicos, a fotografia vai contribuir para modernizar o conhecimento; em particular, o saber científico” (ROUILLÉ, 2009, p. 109). Sendo que modernizar é abolir a subjetividade dos documentos.

Essa utilização da fotografia-documento na produção de saberes científicos surge apenas no final do século XIX, tanto pela necessidade de aperfeiçoamento das técnicas fotográficas, quanto por uma lentidão no meio científico. Essa função de registro segundo um protocolo experimental é consagrada com a frase célebre de Jules Janssen, diretor do Observatório de Meudon, afirmando que a fotografia é a verdadeira retina do cientista. Teve como finalidade “registrar, representar, atestar, facilitar as demonstrações, participar de experimentações, acompanhar o trabalho perito – em resumo, contribuir para criar visibilidades, para modernizar a ciência” (ROUILLÉ, 2009, p. 122).

Após essa sucinta análise bibliográfica sobre os estudos da fotografia, consideramos que para a presente pesquisa a perspectiva de Rouillé sobre a fotografia-documento é mais conveniente, ao apontar o caráter documental que foi atribuído à fotografia. Essa perspectiva de registro foi encontrada nas percepções dos membros do projeto *Carte du Ciel* ao tratarem desse recurso, como veremos no próximo capítulo.

Consideramos que o estudo da fotografia a partir da sua condição material e como um documento inserido em um determinado regime de verdade (embasado por uma objetividade mecânica) é uma perspectiva extremamente interessante para a presente pesquisa, posto que se trata de compreender a imagem como um documento, uma fonte, produzida, circulada e armazenada segundo um determinado objetivo ou condição. Essa análise, por fim, permite identificar aspectos da sociedade que produziu essa imagem, sendo o foco do trabalho do historiador.

Cabe notar, por fim, que a condição material da fotografia, especificamente no projeto *Carte du Ciel*, ocorreu de forma indireta, pois foi somente a partir da análise e medição das

placas fotográficas físicas que foram obtidos os dados necessários para a elaboração da carta e do catálogo fotográficos.

2.1.1 Breves considerações sobre a história técnica da Fotografia

Considerando sua materialidade, convém traçarmos o desenvolvimento técnico da fotografia.

A invenção de Daguerre data oficialmente de janeiro de 1839, sendo geralmente considerado o marco fundador da fotografia o célebre discurso de François Arago na Academia de Ciências Francesa em defesa do Daguerreótipo. Contudo, já haviam imagens fixadas de forma mecânica desde 1826, com o trabalho de Nicéphore Niépce e de seu irmão Claude, além do inglês Thomas Wedgwood. Ambos tentaram, desde o final do século XVIII, uma forma de fixar a imagem de forma mecânica.

Mas ainda o século anterior não foi suficiente para explicar o advento da fotografia, ao menos para o fotógrafo e historiador da fotografia Helmut Gersheim (1913 - 1995). Este retoma até a Idade Média, destacando que fenômenos envolvendo a câmara escura (século XI), lentes (século XVII), além do escurecimento do nitrato de prata ao ser exposto à luz solar (século XVII) já estavam em discussão (GERSHEIM, 1969, p. 13).

Contudo, até o final do século XVIII nenhum artista pensou em fixar a imagem obtida na câmara escura. Essa decisão, para Gersheim partiu de cientistas como Niépce e Wedgwood, que ao alinharem os conhecimentos de óptica e química com o objetivo final de manter uma imagem permanente, possibilitaram o início do processo fotográfico. Tal concepção pode ser embasada pela própria definição da palavra fotografia. Esta possui origem grega sendo composta pelos termos *phos* (luz) e *graphein* (registrar), sendo comumente traduzido como “registrar com a luz”. Não retomaremos a discussão já apontada sobre a autoria do processo fotográfico no século XIX, mas para nossa discussão, convém destacar a contribuição dada pelo astrônomo e matemático inglês John Frederick William Herschel, filho de Friedrich Wilhelm Herschel citado no capítulo anterior

John Herschel já havia observado as propriedades do hipossulfito como solventes dos sais de prata em 1819. A partir da divulgação de Daguerre em janeiro de 1839, iniciou uma tentativa não somente de reproduzir essa técnica, mas aperfeiçoá-la (ao adicionar o hipossulfito de soda em detrimento do sal comum), tendo resultados positivos registrados em seu diário de 29 de janeiro do mesmo ano. Defendeu a utilização do hipossulfito de soda na conferência *On the Art of Photography*, apresentada para a *Royal Society* em março de 1839. Tal orientação foi adotada por Daguerre, Read, Bayard e posteriormente por Talbot (GERSHEIM, 1969, p. 96).

Sublinhamos, também, que em um primeiro momento a palavra fotografia foi atribuída a John Herschel, sendo posteriormente constatado que foi utilizada por Charles Wheatstone em carta endereçada a Talbot e datada de dois de fevereiro de 1839. Ainda temos a mesma designação sugerida por Hercule Florence, e registrada em seu diário de experimentos⁴⁵, que corrobora a ideia de que a busca por processos de impressão mecânico era um objetivo que muitos perseguiram e integrava o quadro de investigações científicas naquele momento.

Sobre os instrumentos e métodos fotográficos desse período, o aclamado marco da invenção da fotografia foi o daguerreótipo, que consistia num instrumento que possuía uma chapa de cobre, a qual era adicionada prata por meio de galvanoplastia e polida até se transformar em um espelho. Era sensibilizada com vapores de iodo e colocada na câmera, onde se formava a imagem fotográfica latente, revelada com vapores de mercúrio. Formava-se uma imagem única, que não pode ser reproduzida.

Paralelamente, foi desenvolvido o Calótipo ou Talbótipo por William Henry Fox Talbot (1800-1877). Esse processo possibilitou a reprodução das fotografias, apesar de não terem o mesmo grau de detalhamento do daguerreotipo (cópias apresentavam uma aparência granulada). É um negativo de papel, que ao ser prensado com outro papel sensibilizada e exposto à luz do Sol, obtinha uma cópia fotográfica. Foi patenteado em 1841, sendo que as condições impostas por Fox Talbot desencorajaram o uso desse instrumento (GERSHEIM,1969, p.162).

Gustave Le Gray e Louis-Désiré Blanquart-Evrard trabalharam para o desenvolvimento técnico do calótipo, pois já se discutia a reprodutibilidade da fotografia a partir de um negativo ou matriz, ao contrário do Daguerreotipo. Le Gray desenvolveu o processo de papel encerado em fevereiro de 1851, mesmo ano da morte de Daguerre, enquanto Blanquart-Evrard desenvolveu o papel albuminado em maio de 1850, aperfeiçoando os detalhes da imagem

Gersheim afirma que nesse ano ocorreu um fato que marcou um novo período na fotografia: a invenção de um novo método fotográfico, denominado processo de colódio úmido pelo inglês Frederick Scott Archer. A fotografia por esse método era obtida a partir do uso de colódio (nitrato de celulose diluído em éter e álcool) nas placas de vidro, com a emulsão de sais de prata. Era o mais rápido processo fotográfico até o momento, superior ao daguerreotipo, calótipo e albumina, além de, ao contrário do talbótipo, era livre de restrições de patentes. Essa técnica era superior aos positivos obtidos pelo calótipo, mas era necessário que fosse preparado momentos antes de realizar a fotografia, pois o colódio ao secar se torna impermeável (Gersheim,1969, p.199).

⁴⁵ KOSSOY, Boris. Hercule Florence: A descoberta isolada da fotografia no Brasil. SP: Edusp, 2006.

Outras técnicas similares foram o ambrótipo, desenvolvido em 1851 por Archer, consistia numa imagem negativa em placa de vidro, colocada sobre uma superfície negra, para se constituir como um positivo; além do ferrótipo — desenvolvido em 1855 pelo norte-americano Hannibal L. Smith, que consistia no mesmo procedimento do ambrótipo, mas com a utilização de uma chapa de ferro pintada de preto para a formação da imagem.

Contudo, o colódio úmido e o papel albuminado tornaram-se populares até o final da década de 1880. Havia, quanto ao primeiro, a preocupação quanto à preservação do revestimento de colódio, pois quando este secava, cristalizava e estragava a imagem. Diversas substâncias e misturas foram usadas para ampliar a preservação do colódio, como açúcar, nitrato de zinco, nitrato de magnésio, mel, vinagre, tabaco e morfina (GERSHEIM, 1969, p. 324).

Apenas em 1864, dois membros da *Liverpool Amateur Photographic Association*, W. B. Bolton e B. J. Sayce, desenvolveram uma emulsão fotográfica fácil de manusear. Ao retirarem o banho de prata e inserirem a solução sensibilizante no colódio para formar uma emulsão, esta poderia ser guardada até realizar o revestimento da chapa. Substituíram também o iodeto pelo brometo de prata (GERSHEIM, 1969, p. 326). Seguindo essa linha, o físico Richard Leach Maddox desenvolveu, em 1871, o processo das placas secas de gelatina, que permitia uma fotografia praticamente instantânea, com exposições inferiores a 1 segundo o que revolucionou as técnicas fotográficas. Esse processo permitiu a industrialização massiva dos processos fotográficos, pois eram mais duráveis e sensíveis à luz. Esse processo de colódio seco influenciou diretamente a aplicação da fotografia na astronomia, como veremos a seguir.

A astronomia acompanhou as modificações técnicas no processo fotográfico, utilizando recursos e componentes à medida em que foram desenvolvidos. Consideramos importante destacar esse percurso para compreendermos o momento em que o projeto *Carte du Ciel* pôde ser executado: apesar do daguerreótipo ter sido utilizado desde seu início para o registro de corpos celestes, a qualidade das imagens registradas impedia que pudessem ser utilizados para a obtenção da posição das estrelas de forma segura.

Antes, contudo, convém sublinharmos um pressuposto importante para nosso trabalho. Seguindo a linha proposta por Frizot (2000), não é possível compreender a fotografia como uma dicotomia entre um registro objetivo e uma interpretação artística, subjetiva. É necessário compreendê-la nas variedades de práticas, intenções e condições que a produziram, que definirá sua forma, tamanho e qualidade (FRIZOT, 2000, p. 11). Aplicando ao nosso estudo, isso equivale afirmar que precisamos compreender os protocolos científicos utilizados para a execução do projeto astrofotográfico.

2.1.2 O uso da fotografia nas Ciências Naturais

É possível aferir a aplicação da fotografia nas ciências sobretudo na segunda metade do século XIX, na França, por obras de difusão científica que descrevem as condições e os potenciais como *La photographie et ses applications scientifiques*, de M. Jean Charles Rodolphe Radau (1835 – 1911), publicada em 1878. Sua motivação para o uso da fotografia é clara ao afirmar que “La plaque sensible, ce mix’roir magique qui garde l’image des corps et fait prisonnier l’instant fugitif, deviendra, cela est certain, l’un des auxiliaires les plus précieux des sciences d’observation”⁴⁶ (RADAU, 1878, p. 4). Afirma, ainda, entre as ciências de observação aquelas que mais se beneficiaram com a fotografia foram a história natural e a astronomia. Seu principal mérito é a fidelidade de reprodução do objeto observado, além do fato de conseguir registrar fenômenos que se sucedem rapidamente, em frações de segundo.

Outra obra que relaciona o uso da fotografia às ciências foi o do naturalista e geólogo francês de Eugène Trutat (1840 – 1910), *La photographie appliquée a l’histoire naturele*, de 1884. Apesar de destacar a importância da fotografia como um instrumento auxiliar do cientista, afirma que nunca poderia substituir totalmente o desenho (TRUTAU, 1884, p. VI).

Já Julien Lefèvre (1852-1916), professor de Ciências Físicas de Nantes, em sua obra *La Photographie et ses applications aux sciences, aux arts et a l’industrie*, de 1888, é mais enfático ao descrever a facilidade do uso da fotografia:

Les manipulations sont devenues tellement simples qu’il n’est presque personne aujourd’hui qui n’ait fait de la photographie. Il n’est personne du moins qui ne s’intéresse à cette science, si fertile en applications, et qui ne soit curieux d’en suivre le développement et d’en connaître les progrès ; mais peu de lecteurs ont le temps de parcourir de volumineux ouvrages⁴⁷ (LEFÈVRE, 1888, p. 373).

Para Lefèvre, a fotografia era tão fácil de ser manipulada que seria difícil alguém não se interessar por essa ciência. Reforçamos aqui a concepção desse autor quanto ao que se entendia como fotografia: uma ciência.

O trânsito da fotografia pelos campos da arte, ciência e indústria é apontada por Louis Alphonse Davanne (1824 – 1912), vice-presidente da Sociedade Francesa de Fotografia, na obra *La photographie, ses origines e ses applications* (1879) como definidora do lugar que

⁴⁶ “A placa sensível, este espelho mágico que guarda a imagem dos corpos e se aprisiona no momento fugaz, se tornará, é certo, um dos mais preciosos auxiliares das ciências da observação” (RADAU, 1878, p. 4, tradução nossa).

⁴⁷ “As manipulações tornaram-se tão simples que quase ninguém hoje não tira fotos. Ao menos não há ninguém que não se interesse por esta ciência, tão fértil em aplicações, e que não tenha curiosidade em acompanhar o seu desenvolvimento e conhecer o seu progresso; mas poucos leitores têm tempo para ler obras volumosas”, tradução nossa.

ocupa na sociedade. Davanne afirma que a fotografia não pode ser apenas uma arte, uma ciência ou uma indústria; ela é uma união da Física e da Química, tratando-se de um modo novo de ver e registrar, pela ação da luz, imagens que se tornam visíveis aos nossos olhos. Sua aplicação, portanto, é científica, artística e industrial (DAVANNE, 1879, p. 8). Assim como Radau, Lefèvre também considera que as áreas mais beneficiadas pelo uso da fotografia são aquelas que necessitam da cópia fiel do objeto a ser reproduzido (LEFÈVRE, 1888, p. 375). Em especial, Lefèvre ressalta que a utilidade da fotografia em conservar suas descobertas, mostrar o que os viajantes observaram, obter cópias exatas de manuscritos antigos, mostrando um instrumento capaz, sobretudo, de guardar os objetos observados no mundo real⁴⁸. E, por fim, a observação e registro exato dos objetos observados no microscópio e no telescópio (LEFÈVRE, 1888, p.375).

Pelas obras aqui citadas, observamos que a fotografia foi bem recebida no meio científico, dadas suas características de registro supostamente fiel e instantâneo do objeto, passível de ser conservado de forma duradoura e mais amplamente difundido para públicos que não poderiam ter acesso direto aos objetos em estudo.

Dentre as obras do século XIX aqui analisadas poucos foram aquelas que se preocuparam em tratar de como a fotografia deveria ser utilizada. A questão de sua utilidade não era discutida, tampouco eram apresentados os critérios para sua utilização.

Excetuamos aqui os exemplos dados por Trutat a respeito dos protocolos científicos usados para a utilização da fotografia como um instrumento que pode produzir dados científicos e que serão analisados no próximo capítulo juntamente com os protocolos científicos produzidos pelo Congresso de Astrofotografia de 1887. Passaremos agora ao estudo específico da fotografia aplicada à astronomia.

Os manuais brevemente aqui analisados nos indicam que a introdução da fotografia no campo das ciências naturais foi significativa. A comparação com o observador humano é recorrente, e servia para destacar as possibilidades da fotografia, dentre as quais destacamos: a resistência do instrumento fotográfico X a resistência do observador; a capacidade de apreensão do instrumento X a capacidade do olho humano; a fidelidade das informações obtidas automaticamente X a interferência do sujeito que registra manualmente a realidade; a riqueza de detalhes quando obtida automaticamente X a dificuldade do desenhista em representar todos os detalhes. Dentre todas essas comparações, a mais recorrente foi a não-intervenção humana do instrumento fotográfico.

⁴⁸ Tal proposição, contudo, não era nova. Já havia sido constatada na obra *The Pencil of Nature*, de William Fox Talbot, em 1841.

2.2 O uso da fotografia na astronomia

François Arago, que defendeu o invento de Daguerre frente a Academia de Ciências Francesa, era um astrônomo vinculado ao Observatório de Paris e membro dessa academia científica. Logo considerou a possibilidade de utilizar essa tecnologia para registrar os objetos celestes. Assim, pouco tempo após o anúncio da descoberta de Daguerre, a primeira astrofotografia realizada com sucesso foi um daguerreotipo da Lua, realizada pelo químico anglo-americano John Willian Draper (1811 - 1882), em março de 1840. Apesar deste feito, as primeiras tentativas do uso da fotografia foram realizadas na França (RADAU, 1878, p. 7).

O primeiro astrônomo a propor a fotografia como instrumento científico para observação foi o astrônomo francês Hervé Faye (1814 - 1902), com base nos resultados obtidos por um oficial de engenharia, A. Laussedat (1819 - 1907) na observação de eclipses solares, na década de 1860. Uma das principais características atribuídas à fotografia era a capacidade de absorção da luz e seu tempo de exposição, em contraste com o olho humano:

Photography was an epochal development for astronomy in the nineteenth century. Before this, the faintest object detectable was limited by the number of photons that could be collected in the integration time of eye, around 30ms (millisecond) to around 250ms if dark adapted. If a piece of film is placed at the focus of a telescope, the photons can be collected for periods up to and exceeding 1 hour. This allowed the detection of objects many orders of magnitude fainter than could be seen by eye. Photograph could record not only an image of the sky, but also the spectrum of a celestial⁴⁹ (BRADT, 2004, p. 8).

Essa possibilidade de novas descobertas era defendida por Radau: “n'est pas borné à la reproduction fidèle des détails que l'œil peu saisir lorsqu'il est armé d'une puissante lunette; elle peut devenir, entre des mains habiles, un instrument de découvertes”⁵⁰ (RADAU, 1878, p. 16-17).

O astrônomo estadunidense Edward Emerson Barnard (1857-1923), ratifica essa informação, pois mesmo demorando cerca de uma ou duas horas para a formar a imagem na placa fotográfica – em contraste com o olho humano, onde é possível visualizar a imagem na mesma hora ou em um instante próximo – a placa fotográfica não encontra a fadiga. O olho

⁴⁹ “A fotografia foi um desenvolvimento histórico para a astronomia no século XIX. Antes disso, o objeto mais fraco detectável era limitado pelo número de fótons que poderiam ser coletados no tempo de integração do olho, cerca de 30 ms (milissegundos) a cerca de 250 ms se adaptado ao escuro. Se um pedaço de filme for colocado no foco de um telescópio, os fótons podem ser coletados por períodos de até 1 hora. Isso permitiu a detecção de objetos muitas ordens de magnitude mais fracos do que podiam ser vistos a olho nu. A fotografia podia registrar não apenas uma imagem do céu, mas também o espectro de um” (BRADT, 2004, p. 8, tradução nossa).

⁵⁰ “não se limita à reprodução fiel dos detalhes que o olho pode captar quando armado com um poderoso telescópio; pode tornar-se, em mãos habilidosas, um instrumento de descoberta” (RADAU, 1878, p. 16-17, tradução nossa).

humano, por outro lado, possui um limite para observação. Além disso, a demora no registro fotográfico é compensada pelo registro fiel da imagem, não sendo possível para um desenhista, por mais hábil que seja, representar a mesma imagem com tanta rapidez e detalhamento (BARNARD, 1907, p. 418).

Mas a fotografia celeste também encontrou resistências. Alguns críticos do uso da fotografia na astronomia questionavam a nitidez dos resultados. Segundo eles, após trinta anos da invenção do Daguerreotipo, as fotografias de objetos celestes ainda não apresentavam detalhes que um bom observador poderia constatar por meio da Luneta. Ao que Radau rebate: “ On sent dans ces critiques amères le dépit de l’homme qui a perdu ses yeux à scruter le ciel, et qui assiste à l’avènement d’un art nouveau dont la prétention est de remplacer par un tour de main le patient travail qui lui a coûté tant de veilles e tant d’efforts”⁵¹ (RADAU, 1878, p. 3-4).

Lefèvre também cita o discurso do diretor do observatório de Dorpat (Estônia), Johann Heinrich Mädler (1794-1874), que questiona, em uma conferência de 1868, a eficácia da fotografia, trinta anos após o invento de Daguerre:

Warren de la Rue en Angleterre, William Cranch Bond en Amérique, et d’autres, ont mis courageusement la main à l’œuvre. Ils ont adapté de puissantes lunettes astronomiques à des appareils photographiques, et ils sont également arrivés à donner à leurs appareils, pendant le court intervalle de temps nécessaire à la production des épreuves, le même mouvement que les corps célestes dont ils se proposaient de voir l’image. Ainsi la lune a été photographiée dans ses différentes phases ; mais les détails sont restés bien au-dessous de ceux qu’un habile observateur peut déterminer⁵². (LEFÈVRE, 1888, p. 357).

Mädler afirma ainda que ao fotografar o grupo de estrelas das Plêiades ou de Órion, obteve menos informações do que a observação a olho nu. Mas, ao que pudemos perceber nos documentos analisados, eram posições pouco comuns entre os astrônomos desse período. Ao defender o processo de incorporação da fotografia na pesquisa astronômica, Barnard cita dois fatores: a grande sensibilidade da placa fotográfica em comparação com o olho humano e o fato dessa placa apresentar um campo muito mais vasto de visão em relação

⁵¹ “Sentimos nestas críticas amargas o despeito do homem que perdeu os olhos para esquadrinhar o céu, e que assiste ao advento de uma nova arte cuja pretensão é substituir por um jeito o trabalho paciente que custou tantos relógios e tanto esforço” (RADAU, 1878, p. 3-4, tradução nossa).

⁵² “Warren de la Rue na Inglaterra, William Cranch Bond na América e outros corajosamente intervieram. Adaptaram potentes óculos astronômicos às câmeras fotográficas e também conseguiram dar às câmeras, no curto intervalo de tempo necessário à produção das impressões, o mesmo movimento dos corpos celestes que se propunham ver. 'cenário. Assim, a lua foi fotografada em suas diferentes fases; mas os detalhes permaneceram bem abaixo daqueles que um observador habilidoso pode determinar” (LEFÈVRE, 1888, p. 357, tradução nossa).

àquela possível na observação no telescópio (BARNARD, 1898, p. 417). Em um trabalho posterior, voltou a defender essa mesma ideia:

The field of view of a visual telescope, which is at most but a mere speck of the sky, is entirely too small to take in the whole of such an object. In the case of the Milky Way, the structural details are on such a grand scale that their true forms could not even be guessed at with the ordinary telescope. The importance, therefore, of the large field that the photographic plate gives us is very evident⁵³ (BARNARD, 1907, p. 418).

As críticas, contudo, não eram totalmente desprovidas de bons argumentos, pois os primeiros processos fotográficos usavam chapas muito pouco sensíveis à luz, o que dificultava a observação da maior parte dos objetos astronômicos, com exceção dos corpos celestes mais brilhantes, como o Sol e a Lua (BARNARD, 1898, p. 217).

Apesar de reconhecer a importância da fotografia na astronomia, Barnard ressalta que nem todos os campos podem utilizar a fotografia em substituição a outros instrumentos, como é o caso das observações de estrelas-duplas próximas, onde o uso do micrometro é essencial (BARNARD, 1898, p. 222). Mas frisa que, em muitos campos, ela poderia substituir o desenho. Isso porque considerava que as discrepâncias nas representações principalmente nos eclipses do Sol eram decorrentes do fato desses observadores verem corretamente o fenômeno, mas não serem capazes, no momento, de desenhá-los corretamente.

Nas obras aqui tratadas de forma sucinta, percebemos que assim como no caso das ciências naturais, o discurso em torno do uso da fotografia na astronomia foi caracterizado por palavras como fidelidade, praticidade e resistência, em perspectiva comparativa com o olho humano.

Verificaremos agora seus principais usos no campo da astronomia observacional.

⁵³ “O campo de visão de um telescópio visual, que é no máximo uma mera partícula do céu, é inteiramente pequeno para abranger a totalidade de tal objeto. No caso da Via Láctea, os detalhes estruturais estão em uma escala tão grande que suas verdadeiras formas não poderiam ser adivinhadas com o telescópio comum. A importância, portanto, do grande campo que a chapa fotográfica nos dá é muito evidente” (BARNARD, 1907, p. 418, tradução nossa).



*Figura 18 - Telescópio fotográfico utilizado no Observatório de Harvard.
Fonte: PICKERING, 1886, p. 3.*

2.2.1 Principais usos e áreas de aplicação na astronomia no século XIX

O primeiro daguerreotipo de um corpo celeste data de março de 1840, obtido menos de um ano da apresentação de Daguerre à Academia. Trata-se do daguerreótipo da Lua

obtido pelo químico anglo-americano John W. Draper, professor na *New York University*, Estados Unidos. Apesar de não possuir uma grande qualidade ou nitidez, abriu diversas possibilidades para o uso do daguerreótipo no registro da superfície lunar. Cinco anos mais tarde, no Observatório de Harvard, William Cranch Bond (1789-1859), George Phillips Bond (1825-1865) e John Adams Whipple (1822-1891) obtiveram fotos mais precisas da Lua. As fotografias lunares foram as primeiras a serem obtidas, dada a facilidade de captura de sua luz, bem como pelo fato de a Lua sempre estar com a mesma face visível para a Terra.

Essa primeira representação da Lua foi de extrema importância para a astronomia, pois, pela primeira vez, a reprodução do corpo celeste não estava mais sujeita à interpretação do desenhista, mas sim era o resultado de um processo puramente mecânico, conforme entendido nesse momento.



Figura - Moon. Daguerreotype, John William Draper, 1840

. Fonte: <<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/789162>>. Acesso em 01/06/2020.

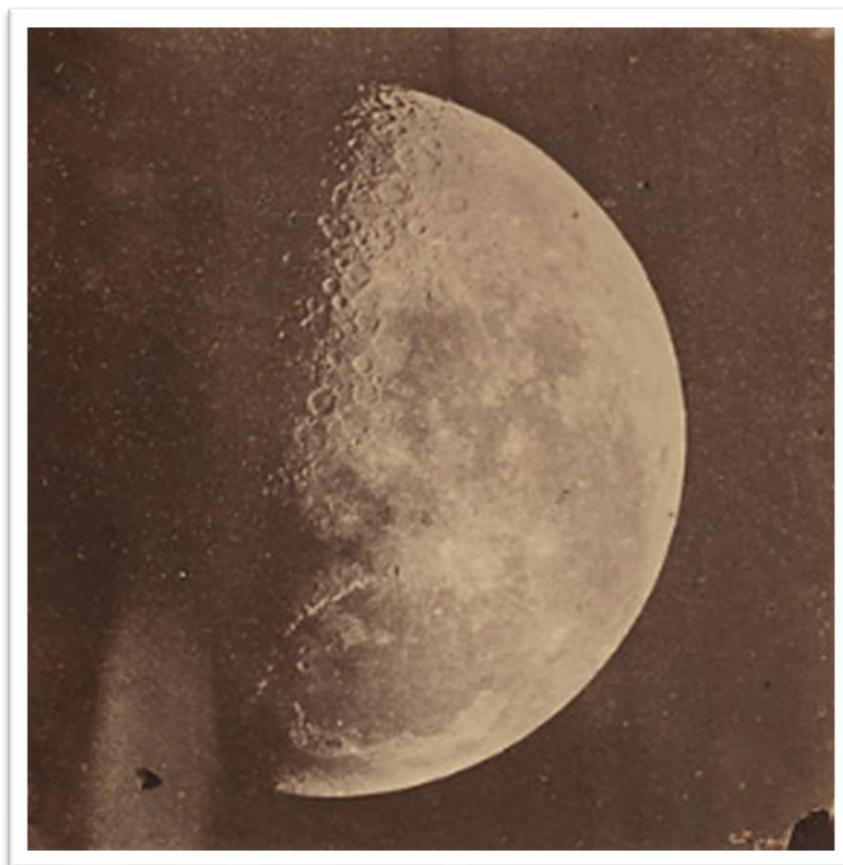


Figura 19 - The Moon. Albumen silver print, Warren de la Rue, 1856

Fonte: < <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/786096>>. Acesso em 01/06/2020.

Nos anos seguintes, torna-se crescente o número de astrônomos dedicados aos registros fotográficos lunares. Um astrônomo que se destacou por ser o primeiro a obter uma imagem com qualidade na representação fotográfica da Lua foi o inglês Warren de La Rue (1815-1889), membro da Royal Astronomical Society. Influenciado pelos daguerreótipos do estadunidense Whipple, expostos na Exposição Universal em Londres de 1851, La Rue passou a se dedicar à fotografia da Lua.

Os astrônomos franceses Maurice Loewy (1833 – 1907) e Pierre Henri Puiseux (1855-1928), ambos do Observatório de Paris, obtiveram também fotografias lunares com um maior nível de detalhamento em relação às imagens obtidas por Warren de La Rue (DAVANNE, 1879, p. 15). Outros astrônomos que se destacaram na fotografia lunar foram Henry Draper (1860) e Lewis Rutheford (1865).

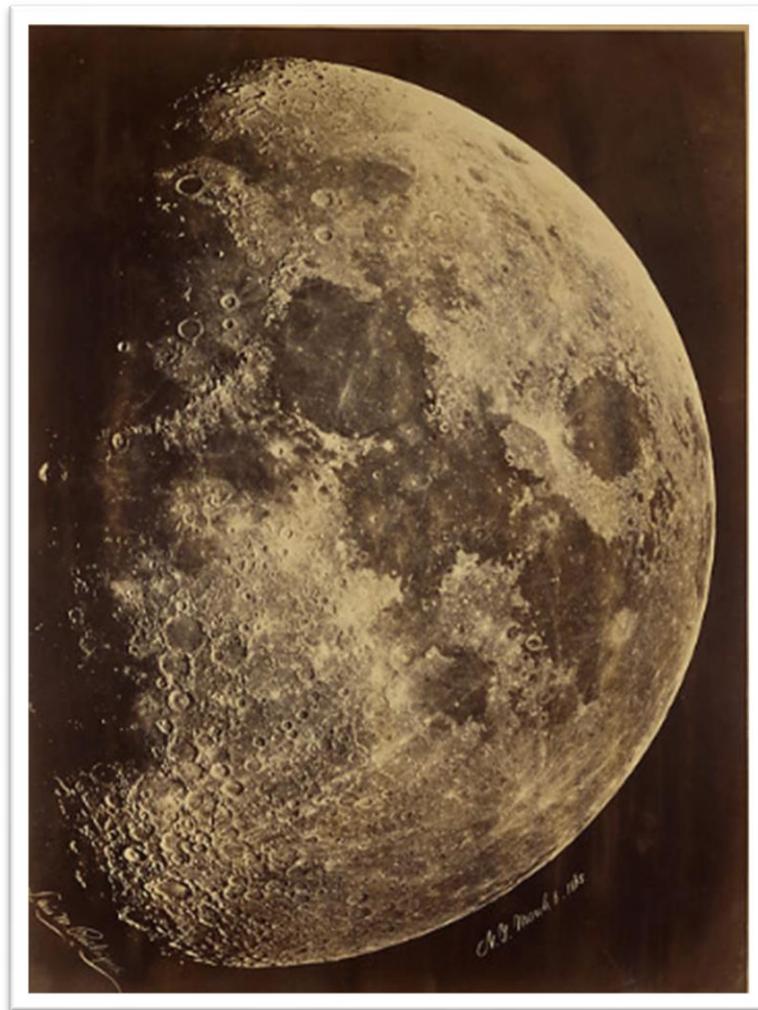


Figura 20 - The Moon, New York. Albumen silver print. Lewis Morris Rutherford, 1865.
Fonte: <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/778132>. Acesso em 17/06/2020.

O estudo do Sol também foi bastante facilitado pela introdução da fotografia nas pesquisas astronômicas. A primeira fotografia obtida com êxito do Sol data de 2 de abril de 1845, realizada pelos físicos franceses Jean Foucault (1819-1868) e Armand Fizeau (1819-1896) em 1845, Paris (REICHEN, 1963, p.75).

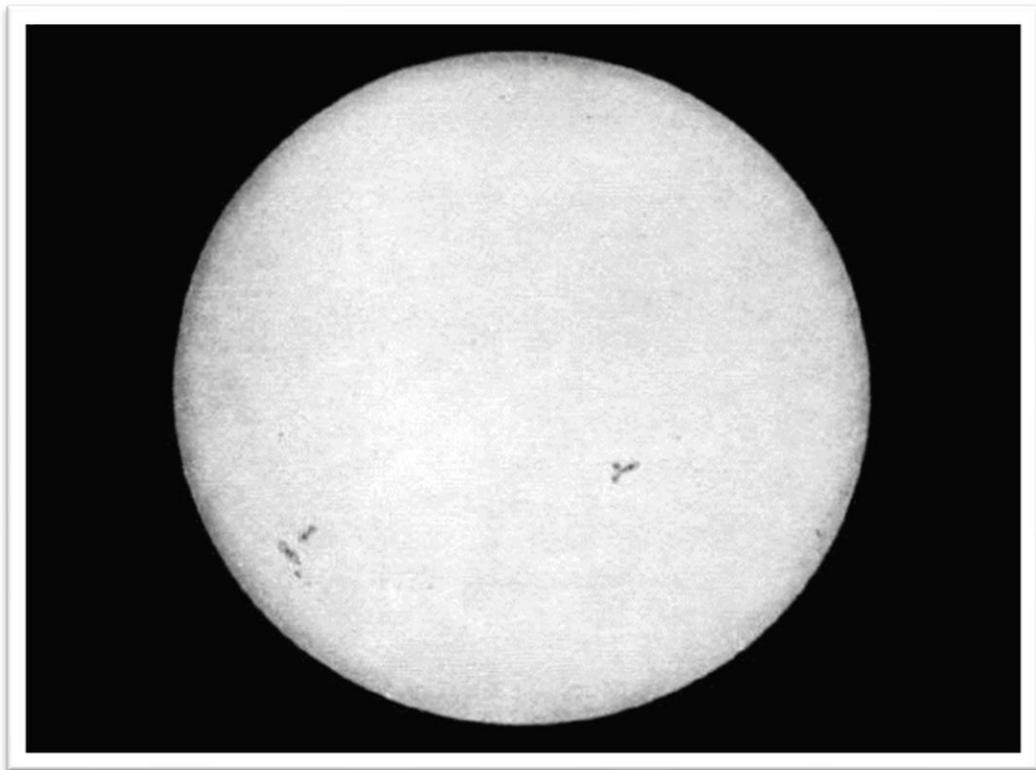


Figura 21- Primeiro Daguerreotipo do Sol. Fizeau e Foucault, 1845

Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fizeau_Foucault-First_Photo_of_Sun_1845.jpg>.
Acesso em 20/01/2020.

Em 1851, o astrônomo alemão Busch, do observatório de Königsberg, obteve excelentes fotografias da coroa solar. Mas os melhores clichês foram obtidos por Jules Janssen (1824-1907), são registros da fotosfera solar. Ao contrário da representação da Lua, o Sol não era possível de ser observado a olho nu, com o risco de comprometer seriamente a visão do astrônomo. A fotografia tornou possível ver os detalhes dessa estrela, sem arriscar a saúde do observador.

A partir de 1850, o colódio úmido, mais rápido e sensível à luz, mostrou-se mais adequado para o registro de corpos celestes, tornando-se referência na prática fotográfica aplicada à astronomia. Warren de La Rue registrou no mesmo período as manchas solares no seu observatório de Kew, em Londres.

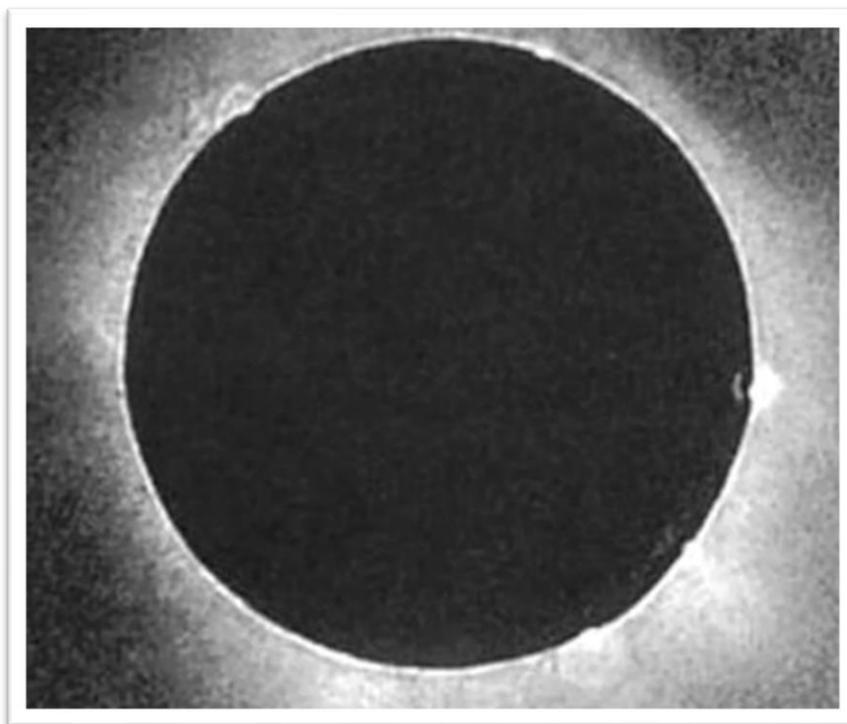


Figura 22 - Primeiro registro de daguerreótipo de um eclipse total.

Fonte: <<https://fstoppers.com/historical/how-berkowski-got-first-solar-eclipse-shot-192156>>. Acesso em 17/06/2020.

A partir do processo desenvolvido por Archer, todos os registros fotográficos do eclipse solar até meados de 1876 foram realizados com o colódio úmido. Jules Janssen (1827 – 1907), diretor do Observatório de Meudon, na França, realizou diversos estudos fotográficos sobre a superfície do Sol, utilizando o processo fotográfico de colódio úmido. Obteve fotografias consideradas de ótima qualidade, principalmente no eclipse de 1883, revelando importantes detalhes da estrutura da coroa solar (LEFÈVRE, 1888, p. 361).

Mesmo com a integração da fotografia às práticas astronômicas, o desenho não deixou de ser usado “The comparison of the drawings with each other and with the photographs showed the utter inability of the average astronomer to sketch or draw, under the attending conditions of a total eclipse, what he really saw”⁵⁴ (BARNARD, 1898, p. 214). A afirmação de Barnard, um dos principais astrônomos estadunidenses, no limiar do século XIX, mostra ainda a força do método de registrar eventos celestes através de desenhos feitos por mãos habilidosas de astrônomos experientes. Mesmo com a grande aceitação da fotografia nesse

⁵⁴ “A comparação dos desenhos entre si e com as fotografias mostrou a total incapacidade do astrônomo médio para esboçar ou desenhar, sob as condições de um eclipse total, o que ele realmente viu” (BARNARD, 1898, p. 214, tradução nossa).

campo científico, a tradição de séculos de conhecimento não foi tão facilmente suplantada pelo registro fotográfico.

Janssen adotou a fotografia também nos seus estudos sobre o Trânsito de Vênus, desenvolvendo um revólver fotográfico capaz de reduzir o tempo de exposição e obtendo muitos registros da superfície solar.

À medida que as técnicas de fotografia se desenvolveram, objetos mais tênues e difusos passaram a ser registrados. O primeiro registro da decomposição espectral da luz de uma estrela foi obtido pelo astrônomo estado-unidense Henry Draper (1837-1882) em 1872 (filho de J. W. Draper).

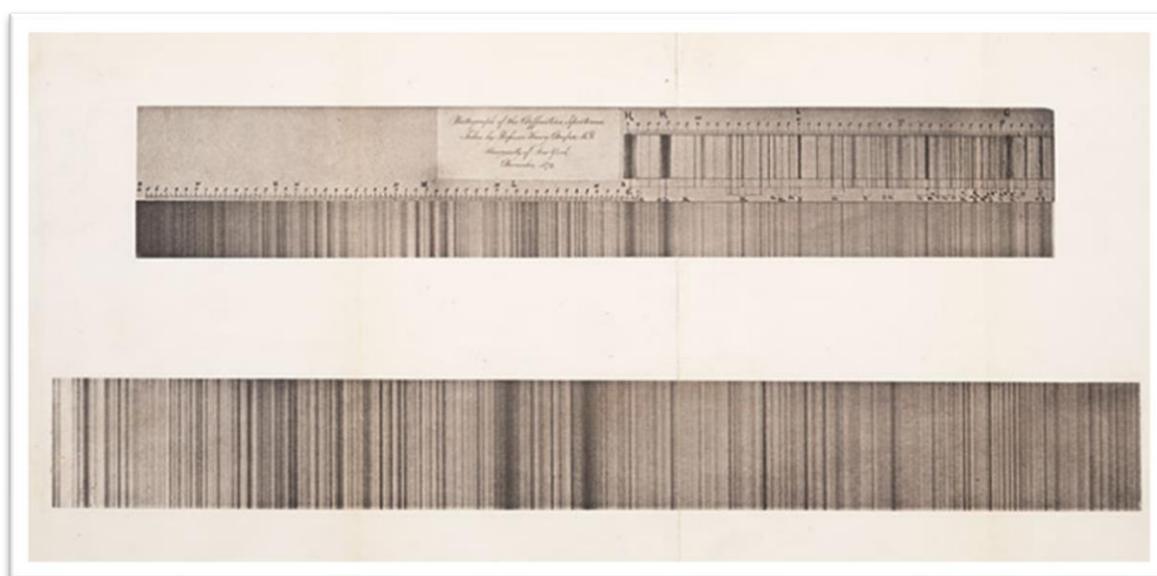


Figura 23 - Fotografia de um espectro solar completo. Henry Draper, 1872
Fonte: <<https://www.lindahall.org/henry-draper/>>. Acesso em 17/06/2020.

E no âmbito dos estudos dos espectros solares e outros espectros luminosos foi a fotografia, que permitiu o reconhecimento de raios negros ou lacunas na região ultravioleta – esses raios não são visíveis para a retina do olho humano (RADAU, 1878, p. 60-61).

Outros objetos celestes cujos estudos foram aperfeiçoados pelo uso da técnica fotográfica foram os cometas. As primeiras fotografias de cometas datam de 1881 e 1882, feitas respectivamente pelos astrônomos Jules Janssen e David Gill. Gill obteve, no Observatório do Cabo da Boa Esperança, uma série de boas fotografias do grande cometa de 1882, utilizando o método de placas secas. Quando essas fotografias chegaram no hemisfério norte, foram destacadas não tanto pelo cometa, mas pela quantidade de estrelas registradas na fotografia. Os Irmãos Henry, do Observatório de Paris, que já estavam

elaborando cartas estelares, passaram a utilizar o mesmo processo em suas fotografias (BARNARD, 1898, p. 217-218).

Barnard afirma ainda que por meio das placas fotografias foi possível observar que os cometas se transformam rapidamente, pois apesar de suas vastas dimensões, na verdade, são frágeis, com pouca ou nenhuma solidez (BARNARD, 1907, p. 421).



Figura 24 - Cometa de Brook e meteoros, 1893
Fotografia obtida nos observatórios de Yerkes e Lick. BARNARD, 1907, p. 432.

O maior objetivo do uso da fotografia estelar era determinar as posições das estrelas no espaço celeste. Em 1850, apenas estrelas de até a 6ª magnitude conseguiam ser

fotografadas. As primeiras fotografias estelares foram as fotografias das estrelas Vega e Castor, obtidas de forma satisfatória pelos astrônomos estado-unidenses William e George Bond e Whipple (1822-1891) em 1850 no Observatório de Harvard, Estados Unidos.

Um astrônomo desse período que se destacou no campo da fotografia estelar foi o já mencionado David Gill, do Observatório do Cabo da Boa Esperança, colônia inglesa. Após fotografar o grande cometa em 1882, Gill enviou diversas cópias dessas fotografias para o almirante Ernest B. Mouchez, diretor do observatório de Paris. Seu objetivo era utilizar a fotografia para a construção de mapas e catálogos estelares.

Os resultados alcançados graças à fotografia foram referenciados por Edward Charles Pickering (1846-1919), diretor do observatório estadunidense de Harvard College, por meio da obra *An investigation in stellar photography: conducted at the Harvard college observatory with the aid of an appropriation from the Bache fund* de 1886. Pickering chama a atenção para a presença da fotografia estelar adotada em diferentes observatórios nos últimos 4 anos, e destaca, em especial, o trabalho desenvolvido por Gill, notadamente o seu catálogo de estrelas do Hemisfério Sul (PICKERING, 1886, p. 182).

Lefèvre também frisa a importância das fotografias estelares obtidas pelos Irmãos Henry no Observatório de Paris para o campo, principalmente em relação ao instrumento construído:

Les premiers essais furent faits au moyen d'un appareil provisoire, et les résultats furent tellement satisfaisants qu'on le remplaça bientôt par un appareil spécial beaucoup plus parfait construit par M. Gautier, et dont MM. Henry ont taillé eux-mêmes l'objectif photographique. Cet instrument est formé de deux lunettes juxtaposées et contenues dans un même tube rectangulaire⁵⁵ (LEFÈVRE, 1888, p.362).

As primeiras tentativas de fotografar a nebulosa de Órion foram feitas pelo padre Francesco de Vicco (1895-1845) do Observatório do Vaticano, sem sucesso, no início da década de 1840 (RADAU, 1878, p. 7). Foi somente a partir de 1880 que começam a ser produzidas fotografias de nebulosas e cometas de melhor qualidade (VAUCOULEURS, 1958, p. 82). Com o primeiro registro de Henry Draper em 1880, outros astrônomos como Janssen, Common e Roberts desenvolveram pesquisas que ampliaram o conhecimento desses objetos (BARNARD, 1898, p. 218).

⁵⁵ “Os primeiros testes foram feitos com um aparato provisório, e os resultados foram tão satisfatórios que logo foi substituído por um aparato especial muito mais perfeito construído por M. Gautier, e do qual MM. Henry cortou a lente da câmera sozinho. Este instrumento é formado por dois vidros justapostos e contido no mesmo tubo retangular” (LEFÈVRE, 1888, p. 362, tradução nossa).

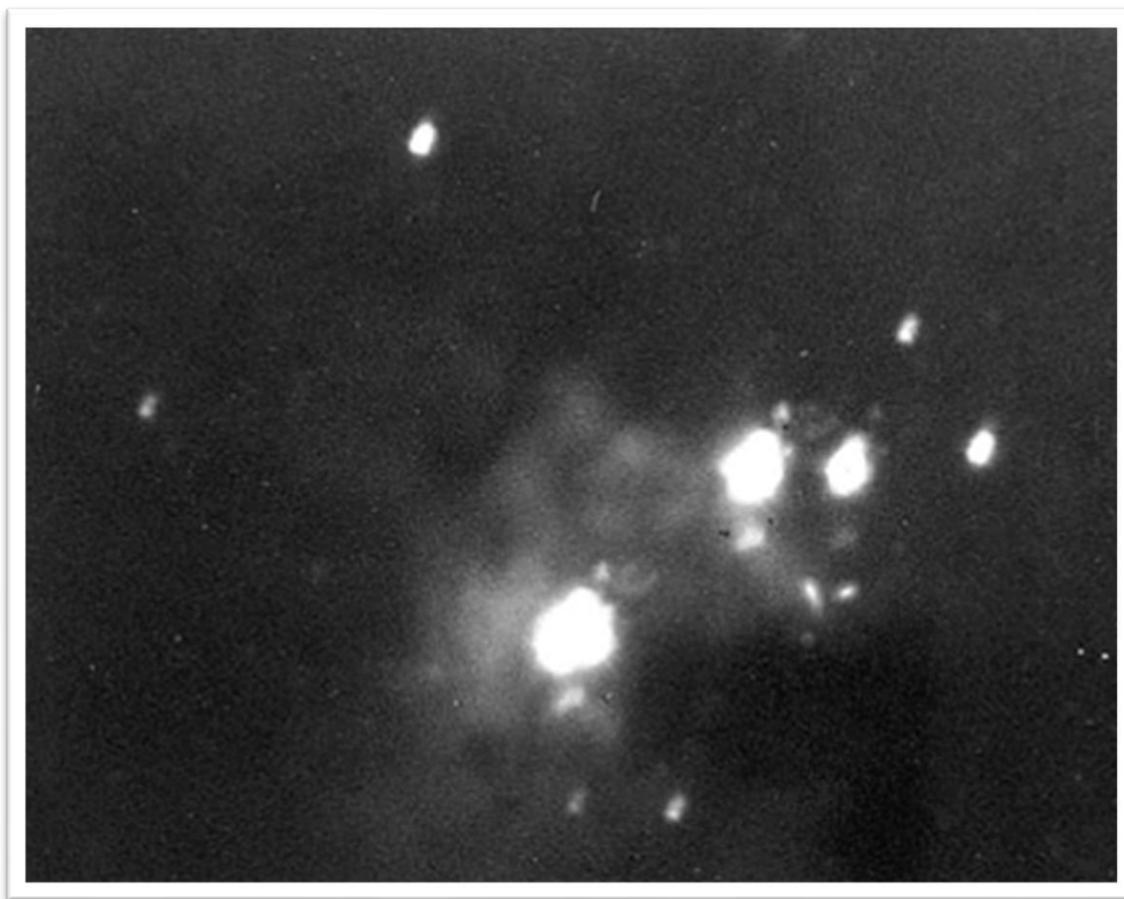


Figura 25 - Primeiro registro fotográfico da Grande Nebulosa de Órion por Henry Draper em 1880
Fonte: <<https://www.lindahall.org/henry-draper/>>. Acesso em 17/06/2020.

Mesmo com essa lacuna, a fotografia logrou modificar a teoria nebular aceita até então:

Photography has materially altered our ideas of the nebular theory. From the views of the nebulae with telescopes not sufficiently powerful to properly deal with them, and hence with views that were more or less erroneous, a theory was elaborated that appealed to the popular mind with a wonderful fascination. There is much that must be changed in this theory to meet the rigid requirements of modern science and to satisfy the demands of what has been revealed in the forms of the nebulae by the photographic plate. It is in dealing with the nebulae that astronomical photography has attained one of its most remarkable triumphs⁵⁶ (BARNARD, 1907, p. 420).

⁵⁶ “A fotografia alterou materialmente nossas ideias sobre a teoria nebular. A partir da visão das nebulosas com telescópios não suficientemente poderosos para lidar adequadamente com elas e, portanto, com visões que eram mais ou menos errôneas, foi elaborada uma teoria que atraiu a mente popular com um fascínio maravilhoso. Há muito que precisa ser mudado nessa teoria para atender aos rígidos requisitos da ciência moderna e satisfazer as demandas do que foi revelado nas formas das nebulosas pela chapa fotográfica. É ao lidar com as nebulosas que a fotografia astronômica alcançou um de seus triunfos mais notáveis” (BARNARD, 1907, p. 420, tradução nossa).

Vimos até o momento como a fotografia foi absorvida pela astronomia Observacional para o estudo da Lua, do Sol, dos Meteoros e das Nebulosas – e como o seu uso se intensificou após a introdução da placa seca para a captura. A receptividade à fotografia pode ser aferida por meio das críticas voltadas, sobretudo, à qualidade técnica da imagem. As suas características – amplitude do campo visual observado no telescópio, longa duração nas poses, sem a fadiga do olho humano, seu registro fiel – eram consonantes com o ideal científico e industrial característicos do século XIX. Mas não foram apenas essas características que propiciaram a ampla adoção da fotografia. Na difusão dos resultados das observações também observamos os primeiros sinais do enraizamento da técnica no campo da astronomia.

Nessa perspectiva, as cartas e catálogos estelares são documentos importantes na história da astronomia. Enquanto as primeiras são atlas do céu com a localização das estrelas, os catálogos oferecem as coordenadas astronômicas de cada objeto celeste. Nosso interesse aqui é situar sucintamente o desenvolvimento desses documentos e verificar se houve algum impacto significativo a partir da introdução da fotografia, visto que o propósito do projeto *Carte du Ciel* foi a elaboração de uma carta e de um catálogo estelares.

Os primeiros catálogos de estrelas conhecidos datam do século II d.C. O catálogo de Hiparco, conhecido apenas por meio da obra de Ptolomeu, contava com cerca de mil estrelas.

Mas tornaram-se mais comuns, ao menos na Europa, a partir do século XVI, com os catálogos de Ulug-Beg (1394-1647) por volta de 1530 d.C., também com cerca de mil estrelas; o catálogo de Christof Rothmann e Wilhem IV de 1594 continha cerca de mil estrelas também; o catálogo feito em conjunto por Brahe, C. S. Lümburg (1562-1647) e Kepler, cuja maior contribuição foi a precisão das coordenadas estelares; e o catálogo de Johannes Hévélius publicado em 1660 e contendo cerca de 1500 estrelas. Este foi o último catálogo produzido a partir do olho nu (CHINNICI, 1999, p. 3).

Com a luneta, houve um considerável aumento tanto no número de catálogos publicados quanto na quantidade de estrelas registradas. O catálogo de John Flamsteed (1646-1719), publicado em 1725, apresentava cerca de 3000 estrelas; o de James Bradley (1693-1762), publicado em 1800, continha 7600 e, com maior destaque, o catálogo de Jérôme Lalande (1732-1807), de 1800, apresentava 50.000 estrelas.

Já no século XIX, o maior catálogo de referência foi o *Bonner Durchmusterung*, de Friedrich Argelander (1799-1875), publicado em 1855, e possuía mais de 300.000 estrelas apenas do Hemisfério Boreal, revisado em 1867 pela *l'Astronomische Gesellschaft*, com a participação de 20 observatórios.

Apesar de, desde 1857, Warren de la Rue já ter cogitado utilizar a fotografia para a elaboração de um novo catálogo, apenas na década de 1870, com os avanços na técnica fotográfica, foi possível realizar um mapeamento fotográfico dos céus.

Contudo, segundo Eichhorn (1974), a técnica fotográfica foi aplicada na astrometria apenas após 1880. Isso decorre do fato de que as posições obtidas a partir das placas fotográficas permitem apenas a derivação de posições relativas de estrelas, pois “[...] positions can be derived from measurements on photographic plates only with the use of a set of know (estimates of) positions of stars whose images are among those recorded on the plate”⁵⁷ (EICHHORN, 1974, p. 68).

O autor afirma que os observatórios sul-americanos não utilizaram o processo fotográfico, pois este não estava disponível – utilizavam ainda o método de círculos de trânsito.

Sobre a utilização da fotografia para a elaboração dos catálogos, convém utilizarmos o levantamento realizado por Ristenpart intitulado *Stern-Catalogue und Karten* e publicado na *Handwörterbuch der Astronomie*, em 1901.

Neste, o autor enumera os catálogos considerados como relevantes, em relação à precisão, elaborados entre 1690 e 1900, sendo 23 catálogos, no século XVIII, e 306, no século XIX: até o advento da fotografia, em 1839, foram publicados 65; entre 1839 e 1870, 86; e entre 1870 e 1900, 155 catálogos.

2.2.2 Um estudo de caso: o uso da fotografia nos Trânsitos de Vênus de 1874 e 1882.

Pelos catálogos publicados ao longo do século XIX, não houve um destaque para a utilização da fotografia como principal instrumento de captação e registro de corpos estelares, conforme citado anteriormente. Verificaremos agora, em um estudo de caso, como se deu a aplicação da fotografia para a resolução de um problema específico: a paralaxe solar, medida por meio dos trânsitos celestes.

Um trânsito, em astronomia, é a passagem de um astro em frente ao outro, mas sem o ocultar, como um eclipse (CRATO, 2004, p. 11). Tal ação já era conhecida pelos filósofos gregos, mas como não possuíam as ferramentas necessárias, não tinha como prever quando corpos celestes, como Vênus ou Mercúrio, ficariam entre a Terra e o Sol. A importância desse

⁵⁷ “[...] as posições podem ser derivadas de medições em chapas fotográficas apenas com o uso de um conjunto de posições conhecidas (estimativas de) de estrelas cujas imagens estão entre as registradas na chapa” (EICHHORN, 1974, p. 68, tradução nossa).

tipo de evento decorre, principalmente, da possibilidade de se medir a paralaxe solar⁵⁸, ou seja, a medida para determinar a distância entre os corpos celestes.

Os trânsitos de Vênus ocorridos em 1639, 1761, 1769, 1874, 1882 são exemplos interessantes para verificarmos em que medida o desenvolvimento de uma nova tecnologia pode impactar nos resultados obtidos. No século XVII foi utilizada a luneta astronômica; no século XVIII o telescópio refletor; e no século XIX a fotografia para registrar esse evento e hipoteticamente tornar mais fidedigno o dado extraído, contrapondo à possível interferência do observador.

O estudo *Photogenic Venus* de Jimena Canales (2002) traz importantes reflexões sobre como a definição dos instrumentos a serem utilizados nas observações dos trânsitos do século XIX estava longe de ser um consenso entre os astrônomos do período. Tratava-se de uma questão crucial para a astronomia até então: a definição da paralaxe solar após décadas de debate.

Das soluções propostas para a observação desses trânsitos do século XIX, Canales destaca o revólver fotográfico de Jules Janssen, a medição da paralaxe solar por meio da determinação da velocidade da luz e ainda a defesa do uso de desenhos por observadores bem treinados. Isso resultou, segundo Canales, num grande debate sobre a necessidade de se obter elementos alternativos para o estabelecimento de verdades científicas, dentre as quais se destacam a padronização e a reprodutibilidade mecânica.

Outra análise dos trânsitos do século XIX, em especial das técnicas e tecnologias utilizadas, foi realizada pelo historiador da astronomia John Lankford (1987). Segundo o autor, a fotografia aplicada à astronomia desenvolveu-se lentamente até o final da década de 1880, principalmente a partir do Projeto *Carte du Ciel* em 1887, sendo que muitos astrônomos relutaram em usar essa nova tecnologia: as placas úmidas eram lentas e difíceis de trabalhar.

Contudo, para a observação dos Trânsitos de Vênus do século XIX, principalmente o trânsito de 1874, a maioria das expedições criadas para medir com precisão a paralaxe solar, utilizaram a fotografia para registro do evento.

Para a expedição de 1874 foram criadas, segundo Lankford, expedições na Alemanha (1869), França (1870), e nos Estados Unidos (1871), patrocinadas por seus respectivos governos. Cada expedição tinha a liberdade de escolher as formas e instrumentos de observação. Para Inglaterra e Alemanha, o instrumento escolhido foi o foto-heliógrafo, usado pelo inglês Warren de la Rue no eclipse total do Sol em 1860. Desde 1858, era utilizado no Observatório de Kew. Tinha uma objetiva de 89 mm e um comprimento focal de 1,3 m, com

⁵⁸ Por definição, trata-se de metade do ângulo que a Terra faria vista por um observador situado no Sol. CRATO, 2004, p. 53.

uma taxa de foco de $f/14,7$. Já a Comissão Francesa optou por telescópios refratores (lunetas) para o trabalho fotográfico.

O instrumento utilizado pelos Estados Unidos foi um foto-heliógrafo de foco longo, o que resultou em uma boa qualidade da foto – de cerca de 230 fotos tiradas, 221 foram aproveitadas para o cálculo da paralaxe solar (CRATO, 2004, p. 128).

Os resultados obtidos no trânsito de 1874 não corresponderam às expectativas dos organizadores. Houve uma diferença entre aquilo que estava registrado na fotografia e aquilo que observadores experientes haviam constatado.

Os métodos utilizados foram os contatos diretos e a medição relativa do centro do planeta e do centro do Sol. Em relação às observações ópticas, houve pouca melhora em comparação às observações do século XVIII, principalmente em relação ao efeito da gota negra.

Segundo Lankford, apesar do alto custo das expedições providas pelos respectivos governos, não houve uma melhoria significativa na medição do valor da paralaxe solar. Ao contrário: quando ocorreu a Conferência Internacional em Paris no ano de 1881 para planejar o trânsito de 1882, apenas os Estados Unidos apoiaram a ideia de usar a fotografia para registrar o trânsito – Inglaterra, França e Alemanha, dentre outros, descartaram sua utilização. (LANKFORD, 1987, p. 655). Esses países utilizaram apenas a observação direta e o heliômetro.

Os Estados Unidos, por meio do astrônomo William Harkness (1837-1903), utilizaram os mesmos instrumentos fotográficos de 1874⁵⁹. Harkness ainda confiava que a fotografia era o melhor instrumento de observação. Organizou quinze expedições de observação, dez no próprio país e cinco no exterior: África do Sul, Patagônia, Chile e Auckland. Já a França organizou 17 expedições, sendo 13 fora da Europa enquanto a Inglaterra organizou 30 expedições.

⁵⁹ Com exceção das placas fotográficas: houve a substituição das placas úmidas de iodeto de bromo por placas secas de colódio (CRATO, 2004, p. 130).

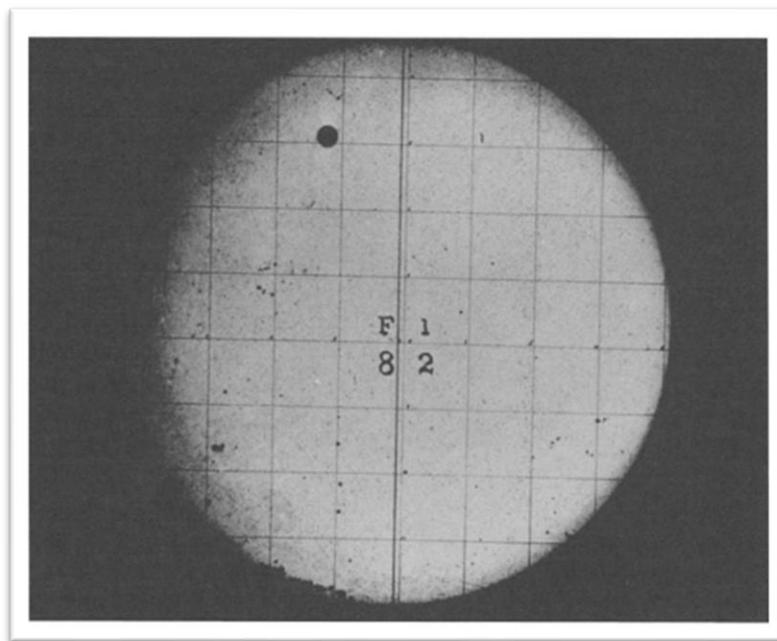


Figura 26 - Fotografia do Trânsito de Vênus de 1882, registrada por um dos observatórios norte-americanos, sem definição exata do local.
Segundo Lankford (1987), foram tiradas mais de 1.700 fotografias. LANKFORD, 1987, p. 654.

Cabe ressaltar que o Brasil organizou três comissões para a observação do Trânsito de 1882: Antilhas, Pernambuco e Punta Arena, coordenadas pelo astrônomo Luis Cruls. Este estabeleceu a medida da paralaxe solar, com base nessas observações de 8,808". Contudo, não foram utilizados instrumentos fotográficos para essa aferição.

Considerando desde a previsão do Trânsito de 1631 por Kepler, sua observação por Horrocks e Crabtree no século XVII, o apelo de Halley para que a paralaxe solar fosse observada pelos próximos astrônomos e as diversas expedições realizadas nos séculos XVIII e XIX para acompanhar, registrar e posteriormente calcular essa medida, qual foi o impacto das novas tecnologias na definição da paralaxe solar?

Wayne Orchiston, historiador da astronomia da *University of Southern Queensland* (Austrália), nos fornece um quadro de desenvolvimento interessante:

Table 15.1 Solar parallax values (after Orchiston et al. 2000)

Astronomer(s)	Date	Method	Parallax (")
Pingré	1770	1769 transit of Venus	8.88 ± 0.05
Lalande	1771	1769 transit of Venus	8.55–8.63
Encke	1835	1761 and 1769 transits of Venus	8.57116 ± 0.0371
Gillis and Gould	1856	Meridian parallax of Mars	8.495
Powalky	1864	1761 and 1769 transits of Venus	8.83
Hall	1865	Meridian parallax of Mars	8.842
Newcomb	1867	Meridian parallax of Mars	8.855
Stone	1868	1761 and 1769 transits of Venus	8.91
Todd	1881	U.S. 1874 transit of Venus programme	8.883 ± 0.034
Obrecht	1885	French 1874 transit of Venus programme	8.81 ± 0.06
Harkness	1889	U.S. 1882 transit of Venus programme	8.842 ± 0.0118
Newcomb	1891	1761 and 1769 transits of Venus	8.79 ± 0.051
Harkness	1894	System of constants	8.809 ± 0.0059
Newcomb	1895	System of constants	8.800 ± 0.0038
Spencer Jones	1941	Eros campaign	8.790 ± 0.001
IAU	1976	Radar	8.794148 ± 0.000007

Tabela 2 - Valores das paralaxes solares

Fonte: ORCHISTON, W. Refining the Astronomical Unit: Queenstown and the 1874 Transit of Venus IN Exploring the History of New Zealand Astronomy, Astrophysics and Space Science Library 422. 2016, p. 421-442.

Sobre as medições realizadas no século XVIII, temos uma medida de paralaxe solar em 1761 variando entre 8,28" até 10,60". Já o trânsito de 1769 foi obtida uma variação de 8,43" para 8,80".

Já os trânsitos observados no século XIX, foram calculados por Todd com valores para o trânsito de 1874 de 8.883" e em 1882 o valor medido por Harkness de 8.809". O valor atual padronizado pela IAU em 1976 é de 8,794148", obtido por radiotelescópios, mais próximo da medição realizada com base nos dados dos Trânsitos de 1761 e 1769. Dessa forma, convém questionar-se porque os dados obtidos no século XIX, considerando o desenvolvimento dos instrumentos de observação e registro como o telescópio e a fotografia não trouxeram melhores resultados se comparados àqueles dos séculos anteriores?

Para o historiador das ciências Daniel Hudon (2004), há três possíveis razões: a rasura da imagem; um anel em torno de Vênus, fino demais para ser considerado sua atmosfera; e o fenômeno já conhecido da Gota Negra. Os dois primeiros problemas eram decorrentes do aquecimento do chão e de partes do telescópio, enquanto a Gota Negra estava relacionada à atmosfera terrestre e à difração no telescópio.

Sobre as distâncias da terra para o Sol, temos com Tycho Brahe cerca de 7.500.000 km; passando por Kepler com 16.093.440 km; para Horrocks e Crabtree 95.916.902,4⁶⁰; Newcomb (analisando os trânsitos de 1761 e 1769) 149.700.000 km; e por fim, a observação de Harkness do trânsito de 1882 com 148.788.000. O valor atualmente aceito é de 149.597.870,691.

Dessa forma, apesar de ser bem consolidada na comunidade científica a importância da fotografia na astronomia, percebemos, ao menos nesse estudo de caso específico, que as técnicas e instrumentos fotográficos ainda apresentavam limites para fornecer os dados que os astrônomos tanto ansiavam em relação à medida da paralaxe solar.

Epílogo: o impacto da fotografia na astronomia

Astrônomos que utilizaram a fotografia no final do século XIX como Barnard e Pickering reconheciam a potencialidade da fotografia aplicada à astronomia. Contudo, tal relação não gerou uma produção bibliográfica extensa.

Dos principais estudos relacionados à essa temática, destacamos as obras de Daniel Norman (*The development of astronomical photography*, 1938); Dorrit Hoffleit (*Some firsts in astronomical photography*, 1950); Gerard Henri de Vaucouleurs – (*Astronomical Photography*, 1961); W. C. Miller (*From The dark ages onward in Modern Techniques in Astronomical Photography*, 1978). Mas a obra de maior impacto e citada frequentemente como referência é a de John Lankford (*The impact of photography in astronomy*, 1984).

Lankford divide a relação entre fotografia e astronomia em três momentos: os experimentos iniciais ocorridos entre 1840 e 1860; um período de adaptação e desenvolvimento da instrumentação fotográfica entre 1860 e 1880; e o divisor de águas na história da fotografia astronômica na década de 1880. Os experimentos aqui relatados permitem corroborar essa abordagem.

No início da década de 1880, as pesquisas que utilizavam métodos visuais foram a monografia de E.S. Holden (1846-1914) do Observatório Naval dos Estados Unidos que rediscutiu os estudos sobre a Nebulosa de Órion, em 1880; o catálogo de espectros de 4.260 estrelas do Diretor do observatório de Potsdam, H.C. Vogel (1841-1907), em 1881; o catálogo fotométrico de E.C. Pickering de 4.000 estrelas, em 1884; e a publicação de *Uranometria Nova Oxoniensis* de C. Pritchard, em 1885.

Contudo, para Lankford esses estudos visuais não resolveram os problemas propostos, o que levou os astrônomos a buscarem novas ferramentas de pesquisa que pudessem produzir dados com grande precisão e que permitissem que a capacidade visual

⁶⁰ Para Horrocks, a distância da Terra para o Sol seria 15x seu raio, por isso esse valor tão elevado.

fosse ampliada. É neste momento, segundo Lankford, que a fotografia se consagra como meio para suprir essa necessidade (LANKFORD, 1984, p. 27).

Isso aconteceu em decorrência, principalmente, da introdução da emulsão de gelatina (placas secas), que facilitava, sobremaneira, o processamento do negativo. Com as placas secas, não havia mais a necessidade de revelação imediata do negativo, como ocorria com o colódio úmido. A mudança no processamento químico muito possivelmente facilitou a incorporação da fotografia nos protocolos da astronomia profissional. Até então, a fotografia celeste era praticada principalmente por astrônomos amadores.

Material	Ano de introdução	Duração Mínima de Exposição para objetos terrestres
Daguerreótipo original	1839	30 minutos
Colódio (placa úmida)	1850	10 segundos
Emulsão de Colódio (colódio seco)	1871	15 segundos
Emulsão rápida de gelatina (placas secas)	1880	1 / 15 segundos

Tabela 3 - Aumento comparativo na sensibilidade de matérias fotográficos 1839-80
Fonte: LANKFORD, 1984, p. 25, tradução e adaptação nossa.

A adoção da fotografia como instrumento científico teve início com David Gill, diretor do Observatório do Cabo da Boa Esperança, com as fotografias dos cometas obtidas em 1882 e citadas anteriormente. Apesar de o foco dessas fotografias ser o cometa, o maior interesse de Gill foi a quantidade de estrelas registradas na fotografia, o que o motivou a dedicar seu tempo e recursos na nova técnica. Em 1885 recebeu da Sociedade Real um prêmio por sua pesquisa em fotografia astronômica.

Com o diretor do observatório de Groningen (Países Baixos), J. C. Kapteyn (1851-1922), Gill executou um mapa estelar fotográfico do Hemisfério Sul. Mesmo com o corte de verbas para essa pesquisa pela Sociedade Real em 1887, Gill continuou a pesquisa com fundos próprios até a publicação do catálogo *The Cape Photographic Durchmusterung* em 1890, contendo as posições e magnitudes fotográficas de 454.875 estrelas. Segundo Lankford, o embate colocava em oposição os defensores do uso dos instrumentos meridianos e os defensores da fotografia (LANKFORD, 1984, p. 26). As expedições relacionadas com o Trânsito de Vênus, evidenciaram, como vimos, que a fotografia ainda era objeto de dúvida para muitos astrônomos

Além de Gill, outros astrônomos profissionais que impulsionaram o uso da fotografia na astronomia foram os Irmãos Henry, Paul e Prosper. Ingressaram na Seção Meteorológica do Observatório de Paris, em 1864, e iniciaram a construção de um refletor de 30 cm,

realizando um mapa visual eclíptico. Contudo, até 1884, o projeto ainda não havia sido concluído, dada a quantidade de estrelas.

Em 1885, os Irmãos Henry construíram uma objetiva fotográfica de 16 cm, substituída posteriormente por uma de 34 cm e por um telescópio refrator fotográfico. Seus registros a partir desse instrumento, em especial o registro de 2.236 estrelas na região das Plêiades em 1885, confirmada pelo observatório de Pulkovo, foram fundamentais para a consolidação da fotografia como instrumento científico na astronomia, pois permitiu a descoberta de novas estrelas por meio da fotografia. A partir do trabalho dos Irmãos Henry, o novo diretor do observatório de Paris, E. B. Mouchez, passou a considerar com Gill, Pickering e outros astrônomos, a realização de uma carta fotográfica estelar, que é objeto do próximo capítulo.

Podemos afirmar agora, que o uso efetivo da fotografia pela astronomia ocorre de forma definitiva a partir da introdução da placa seca, possibilitando um tempo de exposição maior e uma maior sensibilidade das placas, captando objetos celestes muito tênues – ou mesmo invisíveis – para a observação pelo olho humano. Nesse sentido, a possibilidade de uma longa exposição por meio do instrumento fotográfico sem a “intervenção” humana foi a grande contribuição da fotografia nesse período. No período anterior a 1880, a fotografia havia sido utilizada principalmente por astrônomos para a obtenção de imagens de corpos celestes, mas sem a preocupação de utilizar efetivamente a fotografia como um instrumento de pesquisa, ou seja, capaz de produzir novos dados.

Por outro lado, verificamos também que o observador do século XIX sofreu profundas mudanças em relação aos séculos anteriores, principalmente quando as transformações oriundas da crescente industrialização e urbanização das grandes cidades europeias exigiam uma mobilidade do observador que era incompatível com a inflexibilidade da câmara escura. Essas novas formas de ver levaram a criação de diversos instrumentos ópticos, dentre os quais, a própria fotografia.

É importante salientar que a técnica da fotografia, por si só, não era suficiente para ser aceita como um instrumento científico. A adoção da fotografia acontece em um contexto científico marcado por um ideal de objetividade mecânica, compatível, por um lado, com a questão da objetividade que era um conceito caro à ciência, apesar de relativamente recente; e, por outro, com a intensa industrialização e inserção de máquinas substituindo o trabalho humano. É o entrecruzamento desses fatores que fornece as bases para a aceitação ampla da fotografia no meio científico.

Essa categoria de fotografia, denominado por Rouillé como fotografia-documento, cumpria a função de registrar e memorizar toda a realidade que pudesse ser captada pelo instrumento, e suprir a necessidade do olho, de forma “neutra”. Cabe aqui uma ressalva: esse

conceito alcançou, considerando a presente pesquisa, um limite ao não apenas servir como um registro ou uma evidência. A fotografia utilizada no projeto *Carte du Ciel* ultrapassou a função de apenas documentar um fato ao possibilitar que dados científicos fossem produzidos a partir da imagem. Em outras palavras, por meio da fotografia foi possível gerar informações para a produção de um fato científico.

Os questionamentos realizados pelos astrônomos (ou cientistas naturais) que utilizaram os processos fotográficos não foram, em sua maioria, em decorrência do que se estava observando, mas direcionados à baixa qualidade e nitidez do que era apresentado das fotografias. A partir dos desenvolvimentos nos processos fotográficos e a gradativa obtenção de um maior detalhamento das imagens com a praticidade e a facilidade na utilização desses instrumentos, foi possível adotar a fotografia como um instrumento científico, embasado pela objetividade mecânica vigente na Europa no último quarto do século XIX.

É essa fotografia científica, definida e adotada a partir de uma determinada noção de objetividade mecânica que redirecionou as ciências de observação – com destaque para a astronomia – que passou a integrar os protocolos de produção e análise de dados e garantiu um contínuo aperfeiçoamento de lentes e equipamentos. É o que vamos analisar a partir do próximo capítulo, tenho como estudo de caso o projeto de astrofotografia *Carte du Ciel*.

Capítulo 3: A cultura material de um projeto científico

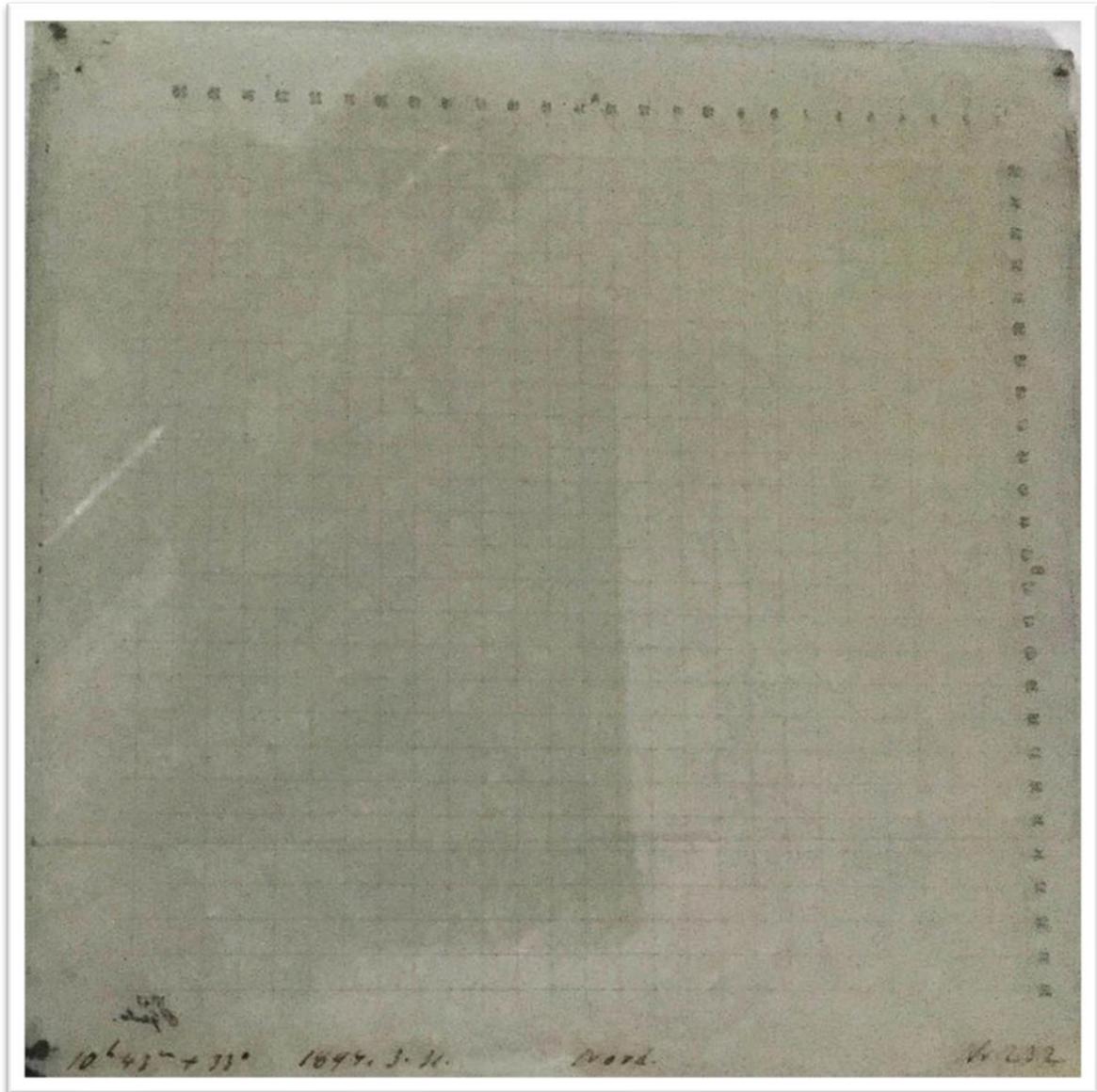


Figura 27- Placa fotográfica de vidro do levantamento Carte du Ciel, Observatório de Potsdam Placa 5, tirada em 11 de janeiro de 1894. Fonte: DASTON, Lorraine (2019). The Accidental Trace and the Science of the Future: Tales from the Nineteenth-Century Archives. In: Photo-Objects: On the Materiality of Photographs and Photo Archives. Berlin: Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften.

3.1 Reorganização do Observatório de Paris e as fotografias dos Irmãos Henry

Em um momento anterior ao Congresso de 1887, principalmente a partir de 1870, a astronomia francesa estava em plena transformação: novos observatórios foram criados⁶¹, observatórios antigos foram reorganizados⁶², equipamentos modernos foram adquiridos e novos profissionais foram treinados (LE GUET TULLY; DE LA NOË; SADSAOUD, 2008, p. 69). Essas mudanças eram necessárias para que o observatório de Paris, outrora um dos grandes observatórios da Europa, estivesse no mesmo patamar de observatórios considerados de primeira qualidade, como os de Greenwich (Reino Unido) e Pulkovo (Rússia).

A administração de Urbain Le Verrier (1811-1877) foi decisiva para a reorganização do observatório ao final da década de 1870, mas de uma forma negativa (LE GUET TULLY; DE LA NOË; SADSAOUD, 2008, p. 70). Ao assumir a direção do observatório de Paris em 1854, Le Verrier provocou diversas cisões com o *Bureau de Longitudes* e não resolveu nenhum dos problemas estruturais do observatório. Suas decisões provocaram sua saída do observatório dezesseis anos depois, em 1870, assumindo então Charles Delaunay (1814-1872), que, apesar de iniciar uma política de reformas, faleceu brevemente. Le Verrier retornou ao posto de diretor do observatório, e deu continuidade às reformas propostas por seu antecessor.

Após o falecimento de Le Verrier, o almirante Ernest Mouchez, hidrógrafo e membro do *Bureau de Longitudes* e o astrônomo Maurice Loewy (1833-1907) assumem a direção do observatório de Paris, em 1878. A proposta de uma dupla direção era uma tentativa de evitar um extremo personalismo nas atividades do observatório, conforme ocorrera anteriormente com Le Verrier.

Em 1879 foi criado um comitê *consultatif des observatoires de province*, composto por Loewy, Mouchez, Hervé Faye (1814 – 1902), Jules Janssen (1824 – 1907) e Félix Tisserand (1845-1896), encarregado de elaborar um diagnóstico da situação dos observatórios franceses, e cuja conclusão impelia a atuação imediata do governo francês (LE GUET TULLY; DE LA NOË; SADSAOUD, 2008, p. 75).

No início da década de 1880, o observatório de Paris não possuía um grande telescópio ou uma luneta, dignos de um observatório de “primeira classe”. Possuía apenas os seguintes – e modestos – instrumentos:

- As equatoriais com 24 cm de diâmetro, usadas pelos Irmãos Henry para o Atlas Eclíptico;

⁶¹ O observatório de Meudon foi criado em 1876; Bordeaux em 1878; Lyon em 1878; Pic du Midi em 1878; Nice em 1879; Strasbourg em 1881 Besançon em 1882; o de Camille Flammarion em 1883;

⁶² Especialmente os de Paris (1667) e Toulouse (1733).

- A equatorial da torre oeste, com 31 cm de diâmetro, para observação de satélites e planetas; e
- A equatorial da torre leste, com 38 cm de diâmetro, instalada por François Arago e abandonada posteriormente.

A única exceção de um instrumento significativo para as pesquisas no campo astronômico foi o círculo meridiano do jardim do observatório de Paris, construído pelo mecenas Raphaël Bischoffsheim (1825-1906), em 1877, sem o aporte financeiro do Estado Francês (LE GUET TULLY; DE LA NOË; SADSAOUD, 2008, p. 77). A situação seria alterada apenas com a aquisição de lunetas equatoriais coudé por Loewy, em 1882. É nesse contexto que o projeto *Carte du Ciel* começa a ser engendrado.

3.1.1 Correspondências entre David Gill e Ernest Mouchez

Conforme vimos no capítulo anterior, a partir das fotografias obtidas pelo Diretor do Observatório do Cabo da Boa Esperança, colônia inglesa na África meridional, e enviadas para o observatório de Paris, os Irmãos Henry passaram a construir, com Paul Gathier, uma equatorial fotográfica que conseguiu registrar muitas estrelas. Vejamos como, a partir desse contato, o projeto *Carte du Ciel* foi construído. Utilizaremos como base a compilação de correspondências acerca do projeto *Carte du Ciel* organizada pela historiadora Ileana Chinnici *La Carte du Ciel: correspondance inédite conservée dans les archives de l'observatoire de Paris* (1999).

É consenso entre os historiadores que trataram desse projeto (LAMY, 2006; CHINICCI, 1999) considerar que o seu início ocorreu a partir das trocas de correspondências entre Gill e Mouchez, a partir de 1884. Mais precisamente, a partir da carta enviada do observatório Real do Cabo da Boa Esperança datada de 23 de dezembro de 1884, na qual Gill afirma que recebeu do astrônomo real Huggins ótimas impressões a respeito das fotografias dos Irmãos Henry e solicita provas dessas fotografias a Mouchez, além da objetiva e da lente utilizadas no observatório francês.

Nesta mesma carta, Gill demonstra o interesse em criar um departamento fotográfico no observatório, visando realizar uma série de mapas fotográficos dos céus austrais.

Em sua resposta de 22 de janeiro de 1885, Mouchez afirma que “Les frères Henry sont habiles pour construire des objectifs et travailler le verre. Ils font d’admirables objectifs

photographiques⁶³ (carta de E. Mouchez endereçada a D. Gill em 1885 apud Chinneci, 1999, p. 83). Mouchez descreve sucintamente o aparelho em construção com o auxílio de Paul Gauthier: a lente terá 12 polegadas (cerca de 30 cm) e procurará fixá-la ao longo da câmara de 6 polegadas (cerca de 15 cm), podendo obter boas fotografias de estrelas até a 15ª magnitude, estando pronto em fevereiro do mesmo ano. Afirma, também, que “Je crois que nous allons obtenir la solution complète des cartes célestes par la photographie, car nous n’en finissions pas avec ces interminables cartes écliptiques”⁶⁴. Ou seja, havia uma grande expectativa e confiança de Mouchez nesse aparelho para a obtenção de cartas celestes.

David Gill comenta em sua carta de 23 de fevereiro de 1885 sobre a dificuldade em realizar um catálogo completo de estrelas até a 14ª magnitude, fazendo um cálculo simples: cada fotografia cobre apenas 2 graus quadrados e em um único hemisfério há cerca de 20.600 graus quadrados; para distinguir entre estrelas e falhas fotográficas, é absolutamente necessário tirar 2 fotos de cada área, obtendo cerca de 41.250 fotografias; é possível obter cerca de 400 fotos em um ano, segundo estimativa realizada com o astrônomo Elkins, isso se o tempo e outras eventualidades não ocorrerem.

Gill afirma, entretanto, que tal trabalho poderia ser realizado em apenas quatro anos, dependendo das lentes a serem utilizadas. Para Gill, esse trabalho é voltado também para futuros astrônomos, mas ressalta:

The great point however is that work should be undertaken on a carefully prepared plan and be continued on a uniform system with the same instrument, persistently and continuously till the whole has been accomplished. It is only in a great National Establishment that we can hope for such a long sustained systematic effort⁶⁵ (carta de D. Gill endereçada a E. Mouchez em 1885 apud CHINNECI, 1999, p. 84).

Na carta de 1 de maio de 1885, Mouchez anuncia que o aparelho havia sido concluído e estava assim organizado: duas lunetas justapostas em um tubo quadrado ou retangular, com uma objetiva de 38 cm para fotografia e outra objetiva de 16 cm como ponteiro. Mouchez afirma, ainda, que o observatório de Paris está realizando testes com estrelas até a 15ª magnitude.

⁶³ “Os irmãos Henry são adeptos da construção de lentes e do trabalho de vidro. Eles fazem lentes fotográficas maravilhosas” (carta de E. Mouchez endereçada a D. Gill em 1885 apud Chinneci, 1999, p. 83, tradução nossa).

⁶⁴ “Acredito que vamos conseguir a solução completa dos mapas celestes pela fotografia, pois não terminamos com esses intermináveis mapas eclípticos” (carta de E. Mouchez endereçada a D. Gill em 1885 apud Chinneci, 1999, p. 83, tradução nossa).

⁶⁵ “O grande ponto, porém, é que o trabalho deve ser realizado em um plano cuidadosamente preparado e ser continuado em um sistema uniforme com o mesmo instrumento, persistente e continuamente até que o todo seja realizado. É somente em um grande Estabelecimento Nacional que podemos esperar um esforço sistemático tão longo e sustentado” (carta de D. Gill endereçada a E. Mouchez em 1885 apud CHINNECI, 1999, p. 84, tradução nossa).

Em outra carta de Gill endereçada a Mouchez, datada de 3 de junho de 1885, o astrônomo procura fundamentar seu trabalho a partir de clássicos já consolidados: “Meanwhile I am going on with the photographic “Durchmusterung” of all stars to 9.5 or 10,0 magnitude, on square 6 inches [...]” ou “All Argelander stars are well shown on the original negative – exposure 1 hour”⁶⁶. *Durchmusterung* refere-se a uma pesquisa sistemática do céu, definida pela escolha de um objeto e pela limitação de uma determinada magnitude. O resultado desse tipo de trabalho é, em geral, um catálogo de estrelas, planetas, nebulosas ou galáxias. Friedrich Wilhelm August Argelander (1799-1875) foi um astrônomo alemão cujo trabalho denominado *Bonner Durchmusterung* (Levantamento de Bonn), apresentou, em 1863, um catálogo de 324.198 estrelas obtidas apenas com o telescópio.

Gill cita em outra correspondência algumas tentativas de divulgar o trabalho dos Irmãos Henry: primeiro, destacando uma apresentação realizada no *Royal Astronomic Society* em dezembro de 1885, pelos próprios Irmãos Henry, sendo que anteriormente Gill já havia defendido esse trabalho em maio de 1884, na mesma instituição. Solicita ainda que o trabalho sobre refração de Loewy seja divulgado na Academia de Ciências de Paris, para a publicação nos *Comptes-Rendus*. A preocupação de Gill, agora, é sobre um trabalho preliminar a ser feito no hemisfério sul, onde não havia um “Argelander’s *Durchmusterung*”, trabalho em que Gill já estava inserido, e obtido, até aquele momento, 340 fotografias (carta de D. Gill endereçada a E. Mouchez em 1886 apud CHINNECI, 1999, p. 87).

Mouchez confirma a publicação dos estudos de Loewy nos *Comptes-Rendus* bem como a apresentação da Academia de Ciências de Paris. Cita ainda “*J’ai demandé au Conseil de l’Observatoire de fixer selon votre désir au printemps 1886 le congrès des astronomes pour la Carte du Ciel, et j’ai prévenu Struve qui voulait que ce soit cet été ou à l’automne*”⁶⁷ (carta de E. Mouchez endereçada a D. Gill em 1885 apud CHINNECI, 1999, p. 88). Pelo trecho acima, percebemos a influência de Gill para a realização do Congresso na primavera de 1887. Entretanto, Mouchez ressalta a necessidade de ter calma para a realização desse Congresso, seja para que os interessados possam estudar o programa e se inteirar da temática, seja para que eles próprios possam aperfeiçoar o instrumento. Em relação ao instrumento, Mouchez destaca ainda que em decorrência da construção desses aparelhos fotográficos no

⁶⁶ “Enquanto isso continuo com a “*Durchmusterung*” fotográfica de todas as estrelas de magnitude 9,5 ou 10,0, em quadrados de 6 polegadas [...]” ou “Todas as estrelas de Argelander são bem mostradas no negativo original – exposição 1 hora” (carta de D. Gill endereçada a E. Mouchez em 1886 apud CHINNECI, 1999, p. 87, tradução nossa).

⁶⁷ “Pedi ao Conselho do Observatório que fixasse de acordo com seus desejos na primavera de 1886 o congresso de astrônomos para o mapa do céu, e avisei Struve quem queria que fosse neste verão ou no outono” (carta de E. Mouchez endereçada a D. Gill em 1885 apud CHINNECI, 1999, p. 88, tradução nossa).

observatório de Paris, que custaram cerca de 35.000 francos, o governo francês negou ao observatório novos recursos.

Observamos que as comunicações a favor do projeto fotográfico foram defendidas nas Academias ou Sociedades científicas no Reino Unido e na França. Interessante notar também que a escolha dos instrumentos já havia sido encaminhada, mas era prematuro ainda encomendar esse aparato ou mesmo defini-lo categoricamente. Na correspondência trocada, Gill destaca ainda que seria interessante publicar algumas placas fotográficas, conforme sugerido pelo Prof. E. C. Kapteyn para seu projeto no hemisfério sul.

Para a organização do Congresso, Gill sugere a Mouchez que os convites sejam enviados formalmente e de uma maneira oficial, dado que os Governos dos países participantes terão que disponibilizar o dinheiro necessário para a compra dos instrumentos e o pagamento dos assistentes necessários (carta de D. Gill endereçada a E. Mouchez em 1886 APUD Chinneci, 1999, p. 91). Esse caminho deveria ser por meio do Governo Francês ao Escritório de Relações Exteriores Inglês, que faria a comunicação para a *Royal Astronomical Society*. Ainda em relação ao dinheiro, Gill aconselha que os seguintes astrônomos ingleses sejam consultados: Professor Strokes (Presidente da Sociedade Real), Christie, Huggins, Common e o Capitão Abney, pois provavelmente serão essas pessoas que deverão aprovar a compra dos instrumentos, no âmbito do Governo Inglês. Gill inclusive já havia escrito para esses astrônomos destacando a importância de uma cooperação internacional para esse tipo de pesquisa. Para o Professor Strokes, inclusive, seria necessária uma carta particular informando as intenções para a realização do congresso bem como uma forma oficial de procedimento.

Em 20 de setembro de 1886, Mouchez escreve a Gill informando que o convite foi feito pelo Escritório de Negócios Estrangeiros Francês, mas em nome da Academia de Ciências Francesa. Em visita de Struve a Paris, um programa prévio foi discutido e enviado para Gill (carta de E. Mouchez endereçada a D. Gill em 1885 apud CHINNECI, 1999, p. 93).

Gill não recebeu o convite por meio do Governo Inglês, conforme desejado, mas por meio do *Lords of Commissioners of the Admiralty* – seus superiores imediatos. Gill destaca que deverá ainda escrever para o Admiralty descrevendo os propósitos do congresso, para estarem preparados para solicitar os recursos necessários do Tesouro Inglês. Gill concorda com o programa proposto por Mouchez e afirma que tentará chegar em Paris no final de fevereiro de 1887 para discussões preliminares do congresso que ocorrerá em abril (carta de D. Gill endereçada a E. Mouchez em 1886 APUD Chinneci, 1999, p. 94). Não apenas Gill, mas também Struve e Bakhuyzen estarão presentes em Paris antes do congresso para participar dessas reuniões preliminares.

Por fim, na última carta endereçada a Gill antes do Congresso, Mouchez afirma:

Malgré mes protestations, l'Académie a nommé hier 9 délégués sans compter Bertrand, secrétaire perpétuel, et moi. Nous serons donc, comme je vous le disais, une vingtaine de français contre 40 étrangers. Il ne semble plus possible de laisser voter par personne présente, mais bien par nation. C'est une décision regrettable de l'Académie⁶⁸ (carta de E. Mouchez endereçada a D. Gill, em 1885, apud CHINNECI, 1999, p. 97).

Percebemos que mesmo direcionando a escolha dos instrumentos, os objetivos do Congresso, os astrônomos que deveriam ser consultados e aqueles que deveriam ser convidados, Mouchez ainda detinha certo temor a respeito das votações realizadas nesse encontro.

3.1.2 A Conferência do Meridiano Internacional em Washington de 1884

Com as tecnologias de comunicação e transporte transformando o comércio, a ciência e a comunicação entre as nações, um marco fundamental que estava sendo discutido desde a Antiguidade Clássica foi retomado no século XIX: a determinação de um marco zero para a longitude e para a marcação do horário local.

A primeira discussão acerca desse tema nesse período foi um congresso geográfico internacional em agosto de 1871, em Antuérpia, onde foi decidido que o meridiano de Greenwich seria o marco zero. Essa escolha foi sugerida que se tornasse mandatória em um prazo de quinze anos. Para mapas locais e cartas costeiras, contudo, cada país deveria adotar seu próprio meridiano principal. O representante da França nesse congresso, Levasseur, afirmou que se tal discussão fosse no século XVII ou XVIII, a escolha seria inevitavelmente Paris; mas como houveram mudanças significativas e as maiorias das cartas navais eram de procedência inglesa, a escolha deveria ser na Inglaterra. Levasseur apoiou a escolha de Greenwich, desde que fossem consideradas também as cartas marítimas (HOWSE, 1980, p. 131).

O segundo congresso geográfico internacional ocorreu em 1875, sem chegar novamente a uma definição. Novamente a França tentou “negociar” a cessão do meridiano principal em troca da Inglaterra aceitar o sistema métrico. Houve também um terceiro congresso geográfico internacional, que ocorreu em 1881 em Veneza, Itália, onde as

⁶⁸ “Apesar dos meus protestos, a Academia nomeou ontem 9 delegados, sem contar Bertrand, secretário perpétuo, e eu. Seremos, portanto, como lhe disse, cerca de vinte franceses contra 40 estrangeiros. Não parece mais possível votar por pessoa presente, mas por nação. Esta é uma decisão lamentável da Academia” (carta de E. Mouchez endereçada a D. Gill, em 1885, apud CHINNECI, 1999, p. 97, tradução nossa).

principais discussões foram em torno da necessidade de estabelecimento de um meridiano principal e de uma padronização do tempo, uma necessidade para a sociedade industrial em desenvolvimento. Contudo, novamente não houve um consenso (HOWSE, 1980, p. 136).

Country	Prime meridian	
	Sea charts	Land maps
Austria	Greenwich	Ferro
Bavaria	—	Munich
Belgium	Greenwich	Brussels
Brazil	Greenwich and Rio de Janeiro	Rio de Janeiro
Denmark	Greenwich, Copenhagen, and Paris	Copenhagen
France and Algeria	Paris	Paris
Germany	Greenwich and Ferro	Ferro
Holland	Greenwich	Amsterdam
India	—	Greenwich
Italy	Greenwich	Rome
Japan	Greenwich	Greenwich
Norway	Greenwich and Christiania	Ferro and Christiania
Portugal	Lisbon	Lisbon
Russia	Greenwich, Pulkowa, and Ferro	Ferro, Pulkowa, Warsaw, and Paris
Spain	Cadiz (S. Fernando)	Madrid
Sweden	Greenwich, Stockholm, and Paris	Ferro and Stockholm
Switzerland	—	Paris
UK and colonies	Greenwich	Greenwich
USA	Greenwich	Greenwich and Washington

Tabela 4 - Principais meridianos usados no início dos anos 1880.
 Fonte: HOWSE, 1980, p. 134.

A Sétima Conferência Geodésica, ocorrida em Roma em outubro de 1883, voltou a tratar desse tema. Essa conferência foi considerada fundamental para a definição do marco e da hora, pois todos os detalhes técnicos foram definidos, cabendo a formalização em uma próxima reunião. Participaram dessa conferência astrônomos, matemáticos e cartógrafos, com destaque para os representantes dos Estados Unidos e da Inglaterra, que buscaram uma cientificidade objetiva e decisões práticas (HOWSE, 1980, p. 136). A resolução III dessa conferência estabelecia que o meridiano principal a ser seguido deveria ser o de Greenwich, em detrimento de outras propostas como Paris ou a escolha de outra localidade. A escolha decorreu do fato da constatação de que 90% do comércio marítimo utilizava Greenwich como marco zero, além de possuir um observatório considerado como de primeira ordem (HOWSE,

1980, pp. 136-137). Contudo, esses cientistas não possuíam a autoridade para definir tal marco, devendo ser acordado primeiro com seus respectivos governantes.

Tal concordância ocorreu com a Conferência do Meridiano Internacional ocorrida em Washington, em 1884, onde foram votadas as resoluções já tratadas anteriormente. Contou com a participação de 41 delegados de 25 diferentes países, eleito para presidência o almirante Rodgers, e como secretários o general Strachey do Reino Unido, Jules Janssen da França, e Luís Cruls, do Brasil.

Ao ser proposta que as discussões retomassem as resoluções de Roma, dentre as quais a definição de um meridiano principal estabelecido no observatório de Greenwich, o diplomata francês Lefavre e o astrônomo Jules Janssen afirmaram que tal proposição poderia prejudicar as discussões.

Ao passar para o próximo ponto, Janssen ainda tentou retomar a discussão anterior, pois a França acreditava que o Congresso deveria discutir os princípios pelos quais haveria a necessidade da escolha de um meridiano principal, o que segundo Howse, levantou diversas discussões, dado que o propósito do Congresso era estabelecer oficialmente um meridiano, e não discutir questões técnicas sobre essa escolha. Da mesma forma, Lefavre sugeriu que, para proteger a ciência e o comércio internacional, o meridiano não deveria cruzar nem a América e nem a Europa – deveria ser, portanto, um meridiano neutro (HOWSE, 1980, p. 140). Sugeriu também que os Estados Unidos e a Inglaterra adotassem um sistema métrico neutro, o que gerou diversas discussões.

No dia 13 de outubro, a resolução foi votada, estabelecendo a adoção do meridiano passando pelo observatório de Greenwich como meridiano inicial para a longitude. Vinte e dois países aprovaram, dois se abstiveram (Brasil e França) e apenas São Domingo votou contra (International Conference Held at Washington for the Purpose of Fixing a Prime Meridian and a Universal Day, 1884).

Outras resoluções foram votadas nesse congresso, a saber: o princípio de um único meridiano principal; o princípio de um dia universal; e o princípio de uma hora zero, a partir também de Greenwich.

Das cinco resoluções votadas, o Brasil manteve-se ao lado da França em quatro, opondo-se somente na questão relativa à definição do dia universal por meio do dia solar.

Consideramos importante ressaltar esse congresso para nosso estudo, pois nos permite refletir sobre dois campos: uma possível aproximação entre o astrônomo do Observatório Imperial do Rio de Janeiro, Luiz Cruls, com astrônomos franceses, dada a afinidade nas votações desse Congresso; e, por outro lado uma possível “disputa” de hegemonia científica, a partir da França. Conforme citado por Levasseur, a França detinha

uma forte influência no comércio marítimo e nas ciências até o término do século XVIII. Depois de um período conturbado socialmente e politicamente com a Revolução Francesa e o Império Napoleônico, as Revoluções de 1830 e 1848, a Comuna de Paris e a Proclamação da III República Francesa, percebemos possíveis indícios na atuação nesse Congresso de que a França estava tentando retomar um prestígio internacional. Fracassou nessa tentativa, mas uma proposta de cooperação internacional e definição de um novo “marco” para a ciência estava em voga em Paris, como veremos a seguir.

Outros argumentos aqui apontados, como a reorganização da astronomia e do Observatório de Paris, bem como o sentimento de “necessidade” da elaboração de uma carta completa do céu a partir dos instrumentos construídos em Paris, presentes nas correspondências entre Gill e Mouchez, fundamentaram a estratégia francesa de recuperar o prestígio científico internacional dos tempos passados.

3.2 O Projeto *Carte du Ciel*

Les grands progrès réalisés depuis quelques années dans les applications de la Photographie à l’Astronomie en divers pays, surtout en Angleterre et aux États-Unis, et dernièrement les très beaux clichés d’étoiles obtenus par MM. Henry frères, de l’observatoire de Paris, firent penser à bien des astronomes que le moment était venu d’entreprendre, par ces nouveaux procédés, une Carte aussi complète que possible de la voute céleste, ouvre d’une importance capitale pour l’Astronomie de l’avenir⁶⁹ (Relatório do Congresso, 1887, p. III).

Esse é o parágrafo inicial da convocação para o Congresso de Astrofotografia, onde já podemos perceber quais os países que desempenharam um protagonismo na aplicação da fotografia na Astronomia: Inglaterra, Estados Unidos e França, sendo esta última por meio das fotografias obtidas pelos irmãos Henry no observatório de Paris. O estado de desenvolvimento desse tipo de fotografia, nesse momento, possibilitaria a realização de uma carta completa do céu.

Como vimos, a iniciativa desse projeto foi do almirante M. Mouchez, diretor do observatório de Paris, como o apoio da Academia de Ciências Francesa. O objetivo do Congresso foi :

⁶⁹ “O grande progresso obtido nos últimos anos nas aplicações da fotografia à astronomia em vários países, especialmente na Inglaterra e nos Estados Unidos, e ultimamente as belíssimas fotos de estrelas obtidas por MM. Henry Frères, do Observatório de Paris, fez muitos astrônomos pensarem que havia chegado a hora de empreender, por esses novos processos, um mapa o mais completo possível da abóbada celeste, obra de capital importância para a Astronomia do futuro” (Relatório do Congresso, 1887, p. III, tradução nossa).

Il était en effet indispensable, avant de rien entreprendre, d'établir, par une discussion approfondie entre les savants les plus compétents, les bases du travail à effectuer ainsi que les détails des opérations, de manière à obtenir dans les conditions plus favorables une parfaite homogénéité de toutes les parties de cette Carte, qui devront être simultanément exécutées par dix ou douze observatoires bien répartis dans les deux hémisphères⁷⁰. (Relatório do Congresso, 1887 pp. III – IV).

Cinquenta convites foram enviados para 16 países diferentes em outubro de 1886, por intermédio do *Ministre des Affaires Etrangères*. Além dos convidados, outros astrônomos reconhecidos poderiam participar: "quelques-uns, comme MM Ed. Pickering, Pritchard, y ajoutèrent des Notices, ou des précieux conseils; d'autres promirent leurs concours éventuel"⁷¹ (Relatório do Congresso, 1887, p. V).

Há uma observação quanto aos observatórios da América do Sul: Chile, Argentina e Brasil, onde os diretores desses observatórios afirmaram que foram autorizados por seus respectivos governos para a construção imediata dos aparelhos que serão escolhidos pelo Congresso:

Le Directeur de l'observatoire du Chili, M. Vergara, tout en regrettant de ne pouvoir venir, se disait autorisé par son Gouvernement à faire construire immédiatement l'appareil qui sera choisi par le Congrès [...] M. Beuf, Directeur de l'observatoire de la Province de Buenos-Aires, arrivait à Paris avec les mêmes pleins pouvoirs de son Gouvernement [...] M. Cruls, Directeur de l'observatoire de Rio-de-Janeiro, avait également les mêmes pleins pouvoirs⁷² [...]. (Relatório do Congresso, 1887, p. V).

Mouchez enviou, com a carta de convocação, uma proposta de discussão dos principais pontos a serem definidos, em especial o tipo, a dimensão e o preço do instrumento; a preparação das placas; a duração da pose e limite mínimo de estrelas a obter; a distribuição da pesquisa entre os diversos observatórios; a conservação dos clichês; e por fim o método de estudo sistemático e da utilização de todos os documentos coletados (Relatório do Congresso, 1887, p. V).

⁷⁰ "Era de facto essencial, antes de qualquer coisa, estabelecer, através de uma discussão aprofundada entre os cientistas mais competentes, as bases do trabalho a realizar e os pormenores das operações, de modo a obter, sob a condições favoráveis, uma perfeita homogeneidade de todas as partes deste Mapa, que deverá ser executado simultaneamente por dez ou doze observatórios bem distribuídos nos dois hemisférios" (Relatório do Congresso, 1887 pp. III – IV, tradução nossa).

⁷¹ "[...] alguns, como os Srs. Ed. Pickering, Pritchard, avisos adicionais ou conselhos valiosos; outros prometeram sua eventual assistência" (Relatório do Congresso, 1887, p. V, tradução nossa).

⁷² "O Diretor do Observatório do Chile, Sr. Vergara, lamentando não poder comparecer, disse que foi autorizado por seu Governo a construir imediatamente o dispositivo que será escolhido pelo Congresso [...] Sr. Beuf, Diretor do observatório da Província de Buenos-Aires, chegou a Paris com os mesmos plenos poderes de seu Governo [...] O Sr. Cruls, Diretor do observatório do Rio-de-Janeiro, também tinha os mesmos plenos poderes" (Relatório do Congresso, 1887, p. V, tradução nossa).

O relatório apresenta em seguida a composição dos participantes, divididos em membros estrangeiros (36 participantes) e membros franceses (20). Dos franceses, há um destaque quanto às suas instituições de origem, ao contrário dos membros estrangeiros:

- 11 delegados da Academia de Ciências francesa;
- 3 diretores de observatórios provinciais;
- 2 astrônomos adjuntos do Observatório de Paris;
- 1 construtor de instrumentos de precisão, em Paris;
- 3 representantes do Conselho do Observatório de Paris.



Figura 28 - Participantes do Congresso de 1887.

Fonte: <<https://www.mprl-series.mpg.de/studies/12/5/index.html>>. Acesso em 18/07/2020.

O Congresso de 1887 foi extremamente importante tanto do ponto de vista científico, quanto do ponto de vista político. Os principais parâmetros do projeto a ser executado, como objetivos, instrumentos, participantes, procedimentos foram debatidos e amparados por um apoio de peso do Governo Francês, desde a cessão do espaço onde foi realizado o Congresso, até o financiamento da publicação, por meio da Academia de Ciências francesa, dos relatórios e boletins da Comissão Permanente. Podemos destacar também a presença

de diversos observatórios que, com o apoio de seus respectivos governos, confirmaram sua participação no projeto. Dada sua importância, realizaremos uma análise dos congressos de astrofotografia iniciados com o de 1887 a partir dos relatórios emitidos pela Comissão Permanente.

Os documentos utilizados como base para a presente análise foram os relatórios do Comitê Permanente (*Congrès Astrophotographique International tenu à l'Observatoire de Paris pour le Levé de la Carte du Ciel*), publicados entre 1887 e 1909, e os Boletins (*Bulletin du Comité International Permanent pour l'Exécution Photographique de la Carte du Ciel*) publicados entre 1892 e 1909).

Os relatórios trazem as transcrições das discussões realizadas nos congressos; as resoluções votadas; cartas e demais estudos considerados relevantes pelo comitê. Foram publicados seis relatórios, referentes aos encontros de 1887, 1889, 1891, 1896, 1900 e 1909. Tanto os relatórios quanto os boletins foram publicados por meio da Academia de Ciências de Paris.

Além dos relatórios, entre o congresso de 1887 e a última reunião do Comitê Permanente em 1909 foram publicados três boletins do Comitê Internacional Permanente para a execução fotográfica da carta do céu em 1892 (seis fascículos), em 1895 (três fascículos) e em 1902 (dois fascículos). Os boletins eram compostos em sua maioria por estudos encaminhados pelo Comitê Permanente (podemos citar como exemplos os artigos *Étendue du champ des clichés photographiques de l'Observatoire de Paris*, de P. Henry; e *Méthode de montage des plaques sensibles, détermination de leur orientation*, de David Gill, solicitados pelo Comitê nas reuniões de 1887 e 1889) e por correspondências trocadas por seus membros.

As temáticas dos boletins podem ser divididas, segundo Lamy (2018), em três eixos: exame dos instrumentos utilizados para obter as fotografias (incluindo as discussões entre os astrônomos e produtores de instrumentos); compartilhamento de problemas; desafios e soluções:

The Bulletin allowed a greater circulation of the experiments and the methods used in connection with the *Carte du Ciel* project. It forced astronomers to detail their practices and to compare them with those of their colleagues. It also started an international discussion on the methods of observing and of using photography in astronomy⁷³ (LAMY, 2018, p. 122).

⁷³ “O Boletim permitiu uma maior divulgação das experiências e dos métodos utilizados no âmbito do projeto *Carte du Ciel*. Obrigou os astrônomos a detalhar suas práticas e a compará-las com as de seus colegas. Também deu início a uma discussão internacional sobre os métodos de observação e uso da fotografia na astronomia” (LAMY, 2018, p. 122, tradução nossa).

Havia reclamações constantes nos boletins de que as regras eram muito restritivas, de forma que as especificidades locais deveriam ser consideradas, mesmo contrariando as resoluções iniciais. Envolviam questões apresentadas em artigos de cientistas que não estavam envolvidos no projeto (como, por exemplo, o artigo de Pickering *Recherches faites à l'Observatoire de Harvard College sur les résultats photométriques auxquels peut conduire la Photographie céleste*).

Por não se tratar de um trabalho voltado para as questões mais teóricas e próprias do campo da Astronomia, cuja formação específica seria necessária, optamos por considerar nestes documentos – relatórios e boletins – apenas as questões envolvendo a concepção da aplicação da fotografia na execução do projeto e aspectos correlatos, como os instrumentos utilizados, fórmulas, chapas, métodos de verificação de erros e parâmetros para obtenção das imagens.

Sobre a bibliografia disponível sobre esse projeto, encontramos poucas obras que analisaram essa temática.

Destacamos primeiramente o resultado do encontro da União Astronômica Internacional em 1987 em Paris, em comemoração aos 100 anos do início do projeto *Carte du Ciel*. Foi publicado como *Mapping the Sky: Past Heritage and Future Directions. Proceedings of the 133rd Symposium of the International Astronomical Union*. Contém diversos artigos sobre as experiências centrais e locais do projeto, bem como uma análise sobre sua contribuição no campo da Astronomia.

Outro estudo foi organizado pelo historiador das ciências francês, Jérôme Lamy, em 2006 denominado *La Carte du Ciel: histoire et actualité d'un projet scientifique international*. É composto por dois blocos de artigos, sendo um voltado para a historicização do projeto *Carte du Ciel* e o outro preocupado com os resultados obtidos desse projeto para o campo da Astronomia. Destacamos dentre esse estudo os capítulos escritos por Ileana Chinnici (*La Carte du Ciel: genèse, déroulement et issues*) e Charlotte Biggs (*La Carte du Ciel vue de Potsdam*).

Também destacamos o estudo de Ileana Chinnici *La Carte du Ciel: correspondance inédite conservée dans les archives de l'observatoire de Paris*. Trata-se de uma compilação de documentos – correspondências – entre o observatório de Paris e os observatórios participantes do projeto.

Essas obras trataram, em geral, da historicização do projeto (Lamy, Biggs), bem como da disponibilização de documentos que trouxessem mais informações sobre sua construção e execução (Chinnici). Não há, contudo, estudos específicos sobre a relação entre a fotografia e a astronomia aplicadas a este projeto.

Há, também, recorrências de estudos locais desse projeto, como Bordeaux, Toulouse, Sydney, Córdoba, dentre outros, destacando os processos de execução desse projeto em relação às condições locais.

3.3 Congressos de Astrofotografia (1887-1909)

3.3.1 Apresentação e organização

Inicialmente daremos uma atenção maior ao Congresso de Astrofotografia de 1887, pois este foi responsável em determinar as estruturas e principais procedimentos a serem adotados pelos participantes do projeto. Posteriormente verificaremos as principais discussões e mudanças ocorridas nos demais congressos.

O congresso de astrofotografia de 1887 foi realizado entre os dias 16 e 27 de abril, contendo ao todo 12 diferentes sessões: gerais (4); técnica (1); astrofotografia (2); Astronômica (3); permanente (1); escritório permanente (1). Cada sessão possuiu uma estrutura executiva de presidente, vice-presidente (apenas para as Sessões Gerais), secretário e membros. As sessões específicas debatiam os parâmetros relacionados às suas áreas (fotografia, técnica, astronômica) e redigiam as proposições a serem votadas nas Sessões Gerais, podendo ser totalmente aceitas ou modificadas.

A abertura do congresso se caracterizou pelos discursos de Bertrand, membro da Academia de Ciências de Paris; Florens, ministro dos Negócios Estrangeiros; Struve, diretor do Observatório de Pulkovo, Rússia; Mouchez, diretor do Observatório de Paris e um dos idealizadores do Projeto *Carte du Ciel*.

Joseph Louis François Bertrand (1822–1900)⁷⁴ foi um matemático francês, membro da Academia de Ciências Francesa. Em seu discurso destacou que para tal projeto foram escolhidos os membros mais eminentes da Academia. Bertrand foi um dos signatários da carta de convite para participação no projeto ao lado de A. Vulpian. Ambos assinaram como secretários perpétuos da Academia de Ciências de Paris. Ressalta ainda o interesse do Governo Francês no progresso: “L’Académie n’est pas seule à prendre à vos travaux un vif intérêt: la présence de M. LE Ministre des Affaires étrangères vous prouve que le progrès, sous toutes ses formes, es tenu France la préoccupation de tous”⁷⁵ (Relatório do Congresso, 1887, p. 2).

⁷⁴ Dados biográficos obtidos em <www.academie-sciences.fr>. Acesso em 27/04/19.

⁷⁵ “A Academia não é a única a manifestar grande interesse pelo seu trabalho: a presença do Sr. Ministro das Relações Exteriores prova que o progresso, em todas as suas formas, é considerado na França uma preocupação de todos” (Relatório do Congresso, 1887, p. 2, tradução nossa).

Émile Léopold Flourens (1841-1920)⁷⁶ frisou, em três momentos, o papel da República Francesa na organização do Congresso. Cabe destacar que a III República Francesa era recente: após a supressão da Comuna de Paris de 1870, foi proclamada em 1871 (Relatório do Congresso, 1887, p. 2-3).

Sobre o uso da fotografia, ressalta que “cet art riche en résultats imprévus, vous allez diriger l’œil humain dans des profondeurs où, à l’aide des plus puissants télescopes, on n’avait pas cru possible de le faire pénétrer”⁷⁷ (Relatório do Congresso, 1887, p. 3). É uma arte rica em resultados inesperados, visto que por meio da fotografia é possível conhecer objetos que não eram visíveis a olho nu ou por meio dos telescópios, reforçando uma ideia geral de ampliação do campo de visão que discutimos no capítulo anterior.

Flourens afirma, ainda, a importância desse Congresso para a Ciência e para a própria história do universo:

Ce sera pour votre nom, Messieurs, une gloire éternelle d’avoir apporté votre précieuse collaboration à l’inauguration de cette grande entreprise, et le jour de l’ouverture de ce Congrès marquera dans les annales de la Science humaine. Une ère nouvelle ouvre pour l’Astronomie physique comme pour l’Astronomie mathématique, qui vont avoir à leur disposition un moyen d’investigation, de contrôle, de précision qui étendra dans une proportion indéfinie la fécondité de leurs recherches. Vous allez écrire la première page authentique des transformations et des modifications de la matière cosmique, c’est-à-dire l’histoire de l’univers lui-même⁷⁸ (Relatório do Congresso, 1887, p. 3).

O próximo discurso foi do diretor do observatório de Pulkovo, Rússia, Otto Wilhelm Struve (1819-1905)⁷⁹. Membro de diversas sociedades acadêmicas europeias, com destaque para o recebimento de uma medalha de ouro da *Royal Astronomic Society*, desempenhou um papel fundamental como presidente das Sessões Gerais e do Comitê Permanente. Ressaltou, em princípio, o pouco tempo entre as experiências de Daguerre e seu uso na astronomia, com destaque para os estudos das superfícies da Lua e do Sol. Destacou ainda a perseverança do observatório de Paris, que continuou as pesquisas que desenvolveram a fotografia e que,

⁷⁶ Informações obtidas em [http://www2.assemblee-nationale.fr/sycomore/fiche/\(num_dept\)/3038](http://www2.assemblee-nationale.fr/sycomore/fiche/(num_dept)/3038) , acesso em 27/04/2019.

⁷⁷ “Esta arte rica em resultados imprevistos, você dirigirá o olho humano a profundidades onde, com a ajuda dos mais poderosos telescópios, não se acreditou possível fazê-lo penetrar” (Relatório do Congresso, 1887, p. 3, tradução nossa).

⁷⁸ “Será em vosso nome, Senhores, glória eterna, a vossa preciosa colaboração na inauguração deste grande empreendimento, e a jornada de abertura deste Congresso marcará nos anais da ciência humana. Uma nova era se abre para a astronomia física e matemática, que terá à sua disposição um meio de investigação, controle e precisão que estenderá a fecundidade de suas pesquisas por um período indefinido. Você vai escrever a primeira página autêntica das transformações e modificações da matéria cósmica, ou seja, a história do próprio universo” (Relatório do Congresso, 1887, p.3, tradução nossa).

⁷⁹ Nyren, M. Otto Wilhelm Struve. *Popular Astronomy*, vol. 14, p. 352-368. 06/1906.

espera-se, seja o principal instrumento de pesquisa para o conhecimento do universo (Relatório do Congresso, 1987, p. 4).

Por fim, o último discurso foi do almirante Mouchez⁸⁰, o idealizador do projeto *Carte du Ciel*, atuou em diversas missões hidrográficas ao redor do mundo, incluindo estudos sobre o Brasil em 1862, 1863, 1869 e 1874. Em 1878 assumiu a direção do observatório de Paris.



Figura 29 - Retrato de Amédée Ernest Barthélemy Mouchez.

Fonte: <<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8450208f.item>>. Acesso em 28/04/2019.

Em seu discurso, Mouchez destaca o novo ramo da ciência, a fotografia astronômica:

Je vous remercie vivement de l'empressement cordial avec lequel vous avez consenti à vous rendre à notre appel et qui prouve le haut intérêt que vous reconnaissez tous à cette nouvelle branche de la Science, la Photographie astronomique qui, par vos travaux récents, a fait de si admirables et rapides progrès. Elle est devenue aujourd'hui un merveilleux et puissant auxiliaire dont on ne saurait trop apprécier la haute valeur et qui, permettant de recueillir en une heure de pose un document qui aurait exigé un an de travail par les anciennes méthodes, va complètement transformer les lents et laborieux procédés des observations astronomiques ; il se produira bien, sans doute, peut-être quelque faible résistance, quelque regret, comme en produit inévitablement tout grand progrès, mais ils s'évanouiront bien vite devant l'éclatante lumière du succès, comme ont disparu il y a un demi-siècle nos

⁸⁰ Dados obtidos em <https://data.bnf.fr/fr/11917016/ernest_mouchez/>. Acesso em 28/04/2019.

antiques diligences devant le triomphe de la locomotive⁸¹ (Relatório do Congresso, 1887, p. 5).

Mouchez também ressalta o caráter multinacional do empreendimento científico, afirmando que, pelo amor à Ciência e ao Progresso, as quinze diferentes nacionalidades trabalhariam em perfeita harmonia, com o apoio dos respectivos governos (Relatório do Congresso, 1887, p. 6).

No segundo momento desta sessão foi definida a composição da mesa responsável pelos andamentos da Sessão Geral. Não houve discussão, apenas a leitura da proposição abaixo, aprovada pelo Congresso:

- Presidente de Honra – Mouchez - França - Diretor do observatório de Paris;
- Presidente – Struve - Rússia - Diretor do observatório de Pulkovo;
- Vice-presidente – Auwers – Alemanha – Academia de Ciências de Berlim;
- Vice-presidente – Christie – Reino Unido – Academia Astronômica Real de Londres;
- Vice-presidente – Faye - França - Academia de Ciências de Paris;
- Secretário - Tisserand - França - Academia de Ciências de Paris;
- Secretário - Bakhuyzen – Holanda – Diretor do observatório de Leiden;
- Suplente: Dunér - Suécia - Diretor do observatório de Lund;
- Suplente - Trépied - Algéria (França) - Diretor do observatório de Argel (Relatório do Congresso, 1887, p. 7).

Dos nove cargos, temos quatro destinados à França, e um para a Rússia, Alemanha, Reino Unido, Holanda e Suécia. Das funções exercidas pelos participantes, temos cinco diretores de observatórios e quatro delegados de academias científicas. Essa organização é importante pois pode ser observada nas demais sessões, nas quais os principais cargos executivos são ocupados por representantes de observatórios de referência europeus: ingleses, franceses, alemães e russos.

⁸¹ “Agradeço-vos de coração a cordial solicitude com que consentiram em atender ao nosso apelo e que prova o elevado interesse que todos reconhecem neste novo ramo da Ciência, a Fotografia Astronômica que, pelo vosso recente trabalho, tem feito tão admirável e rápido progresso. Hoje se tornou um auxiliar maravilhoso e poderoso cujo alto valor não pode ser muito apreciado e que, tornando possível coletar em uma hora de apresentação de um documento que exigiria um ano de trabalho pelos métodos antigos, transformará completamente os lentos. e métodos laboriosos de observações astronômicas; sem dúvida ocorrerá, talvez, alguma resistência débil, algum pesar, pois produz inevitavelmente todo grande progresso, mas eles logo desaparecerão diante da luz ofuscante do sucesso, como desapareceu há meio ano. século nossas antigas diligências antes do triunfo da locomotiva” (Relatório do Congresso, 1887, p. 5, tradução nossa).

O objetivo definido neste congresso estava claro aos participantes conforme o documento analisado, dado que não constava críticas, objeções ou qualquer discussão sobre essa matéria: realizar uma carta fotográfica geral do céu, onde a posição e as grandezas de todas as estrelas, até uma determinada ordem, pudessem ser fixadas com o maior grau de precisão possível.

Não foi citado, mas podemos inferir que esse maior grau de precisão possível poderia ser obtido por meio da fotografia, principal característica do instrumento a ser utilizado nesse trabalho.

3.3.2 Comitê Técnico

Um ponto importante para nossa discussão foi a elaboração de um Comitê Técnico para analisar os instrumentos a serem utilizados bem como as grandezas a serem consideradas. O critério para participação desse comitê, segundo Gill, foi a representatividade por nações: “[...] est important que les principales nations y soient représentées; cela donnera plus de poids aux demandes d’argent que l’on aura à faire⁸²” (Relatório do Congresso, 1887, p. 10). Por isso foi incluído, em um segundo momento e a pedido de Gill, o astrônomo estadunidense Peters. Dessa forma, o comitê técnico foi composto pelos seguintes representantes, votados na Sessão Geral: Struve (Rússia); Loewy (França); Auwers (Alemanha), Bakhuyzen (Holanda), Christie (Reino Unido), Common (Reino Unido), Dúner (Suécia), Fizeau (França), Gill (Reino Unido), Paul Henry (França); Janssen (França); Kapteyn (Holanda); Peters (Estados Unidos); Rayet (França); Roberts (Reino Unido), Tachinni (Itália), Thiele (Dinamarca), Vogel (Alemanha); e Weiss (Suíça) com 18 membros europeus e um membro da América do Norte. Dos membros europeus, cinco franceses e quatro ingleses.

Na primeira reunião desse comitê técnico, o presidente propõe a discussão sobre qual instrumento será utilizado, o refrator ou o refletor, e solicita a Christie que exponha sua visão sobre o assunto.

Christie considera ser mais conveniente usar os refratores para a execução da Carta. Os refletores têm a vantagem de serem independentes da aberração cromática e por evitar o aumento das imagens estelares por espectros secundários. Ele empregaria o refletor em diversos casos, mas especificamente o refrator apresenta uma facilidade maior no trabalho, e já está presente em quase todos os observatórios, por isso recomenda essa categoria de instrumento para a execução da carta (Relatório do Congresso, 1887, p. 36-37).

82 “[...] é importante que as principais nações estejam representadas ali; isso dará mais dinheiro às solicitações do que alguém terá que fazer” (Relatório do Congresso, 1887, p. 10, tradução nossa).

Common concorda com Christie, afirmando que o telescópio refletor é o instrumento de trabalho por excelência. Contudo, apesar da qualidade dos refletores, a uniformidade de um trabalho e conjunto poderá ser obtida apenas pelo uso dos refratores (Relatório do Congresso, 1887, p. 37).

Roberts afirma ainda que a qualidade dos trabalhos do telescópio refletor sobre o refrator, desde que haja um observador hábil capaz de operar o telescópio. Defende por fim que seja adotado o telescópio refrator utilizado pelos Irmãos Henry: “Dans ce cas, il sera plus sûr d'utiliser le réfracteur construit d'après les principes si ingénieusement imaginés par MM. Henry frères”⁸³ (Relatório do Congresso, 1887, p. 37-38).

Para dar seguimento à discussão, Gill propôs definir os parâmetros conforme os do observatório de Paris: “[.] d'accepter le réfracteur comme instrument de travail; 2o. de choisir la distance focale et pour l'ouverture de l'objectif de l'équatorial photographique de l'observatoire de Paris”⁸⁴ (Relatório do Congresso, 1887, p.38).

O presidente observa que a segunda parte da proposta de Gill deverá ser examinada à parte. Quanto à primeira, foi aprovada com unanimidade. Interessante ressaltar neste ponto que os astrônomos que se manifestaram sobre o uso do telescópio refrator tais quais aqueles usados no observatório de Paris são ingleses, e que não houve pronunciamento de astrônomos franceses sobre o caso.

Continuando as discussões do Comitê técnico, é proposta a discussão sobre a magnitude das estrelas a serem fotografadas no projeto *Carte du Ciel*. Thiele acredita ser conveniente tratar primeiramente as dimensões dos instrumentos, podendo em seguida tratar como consequência as grandezas das estrelas desejadas (Relatório do Congresso, 1887, p. 38).

Faye considera que esse limite é baixo, pela grandeza do próprio projeto e para se igualar aos projetos que os dois Hershels fizeram anteriormente (Relatório do Congresso, 1887, p.41).

Cornu insiste na definição da abertura da objetiva fotográfica, pois a concentração focal da luz depende essencialmente do estado da atmosfera, o que pode influenciar na execução do projeto. Defende ainda que a abertura de 0 m, 33 dos irmãos Henry parece ser a dimensão máxima para o projeto a ser executado (Relatório do Congresso, 1887, p. 41-42).

⁸³ “Nesse caso, será mais seguro usar o refrator construído de acordo com os princípios tão engenhosamente desenvolvidos por MM. Irmãos Henry” (Relatório do Congresso, 1887, p. 37-38, tradução nossa).

⁸⁴ “[.] aceitar o refrator como ferramenta de trabalho; 2º para escolher o comprimento focal e para a abertura da objetiva do equatorial fotográfico do observatório de Paris” (Relatório do Congresso, 1887, p.38, tradução nossa).

Pela primeira vez é levantada a questão por Loewy de quanto será o preço provável de um instrumento semelhante ao dos irmãos Henry. E quem responde é um membro da Academia de Ciências Francesa, Trépied, afirmando que o preço será cerca de 40.000,00 francos (Relatório do Congresso, 1887, p. 42). Tal afirmação não trouxe novas discussões.

A discussão sobre a magnitude das estrelas a serem fotografadas trouxe um intenso debate ao comitê, principalmente pois quanto mais estrelas fossem incluídas no projeto, mais tempo e recursos deveriam ser utilizados na execução do projeto. Apesar de membros franceses como Faye defenderem uma magnitude maior, até para que o projeto se iguale aos realizados anteriormente (Faye cita especificamente o trabalho dos dois Herschels), Gill defende o limite de estrelas até a 14^a magnitude, prevendo um trabalho que duraria cerca de quatro anos.

Parecendo estar esgotado o tema, o presidente colocou as seguintes proposições para votação, aprovadas de forma unânime:

- 1^o Les étoiles seront photographiées jusqu'à la 14^a grandeur, cette grandeur étant provisoirement indiquée par l'échelle actuellement en usage en France, et sous la réserve que sa valeur photométrique sera définitivement fixée ultérieurement ;
- 2^o. La distance focale de l'objectif doit être 3m,43, et la limite supérieure de son ouverture 0m,33⁸⁵ (Relatório do Congresso, 1887, p. 42).

Fizeau mostra-se preocupado com o tempo de exposição das fotografias das estrelas de primeiras grandezas, pois poderão não ter as medidas exatas. Solicita, portanto, que o Comitê decida se uma série particular de fotografias das estrelas de primeiras magnitudes de cada região não seria interessante tirar. Essa questão, segundo o presidente, deverá ser encaminhada para o Comitê Especial, que regulamentará os detalhes de execução do trabalho comum (Relatório do Congresso, 1887, p.42).

Janssen reforça a posição do presidente quanto à necessidade de enviar essa questão para a Seção Especial, destacando a necessidade de usar um tempo menor de exposição dependendo da magnitude (Relatório do Congresso, 1987, p. 42-43).

Na segunda sessão Geral de 19 de abril, estiveram presentes 27 cientistas, astrônomos e fabricantes de instrumentos. O presidente iniciou os trabalhos com a leitura dos resultados da comissão técnica:

- 1^o Les instruments employés seront exclusivement des réfracteurs ;
- 2^o Les étoiles seront photographiées jusqu'à la 14^o grandeur inclusivement, cette grandeur étant indiquée provisoirement par l'échelle actuellement en

⁸⁵ 1^o As estrelas serão fotografadas até a magnitude 14^a, sendo esta magnitude provisoriamente indicada pela escala atualmente em uso na França, e com a condição de que seu valor fotométrico seja fixado definitivamente posteriormente; 2^oA distância focal da lente deve ser 3m, 43, e o limite superior de sua abertura 0m, 33" (Relatório do Congresso, 1887, p. 42, tradução nossa).

usage en France, et sous la réserve que sa valeur photométrique sera définitivement fixée ultérieurement ;
3° La distance focale de l'objectif doit être de 3m, 43, et la limite supérieure de son ouverture 0^m,33⁸⁶ (Relatório do Congresso, 1887, p.13).

Os dois primeiros itens foram aprovados sem discussão; contudo, o terceiro ponto foi debatido por Gill (que defendeu a retirada do “limite superior” do terceiro ponto), Oudemans (pela dificuldade do fabricante do instrumento óptico de definir com precisão a distância focal, inserir o termo “em torno de” no terceiro ponto), Steinhel (para a identidade dos instrumentos, é necessário escolher os vidros e sua natureza), Beuf (melhor não indicar uma distância focal, mas definir que 0 m, 001 corresponde a um minuto de arco). Após a discussão, a seguinte proposta foi aprovada: “L'ouverture de l'objectif sera de 0 m,33, et la distance focale d'environ 3 m, 43, de sorte qu'une minute d'arc soit approximativement représentée par 0 m,001”⁸⁷ (Relatório do Congresso, 1887, p. 14).

3.3.3 Comitê de Astrofotografia

Presidido por Jules Janssen, reconhecido pelo desenvolvimento do revólver fotográfico durante a observação dos Trânsitos de Vênus em 1874 e 1882, contava também com Dunér, Trépied como secretários e os seguintes membros: Auwers, Bakhuyzen, Beuf, Christie, Cloue, Common, Cornu, Cruels, Donner, Dúner, Eder, Fizeau, Gauthier (P), Gill, Hasselberg, Paul Henry, Prosper Henry, Janssen, Kapteyn, Knobel, Krueger, Laussedat, Loewy, Mouchez, Pechule, Peters, Pujazon, Roberts, Russel, Steinhel, Tachinni, Thiele, Trépied, Vogel, Weiss, Winterhalter, Wolf. Esse comitê, assim como os demais, foi formado na Primeira Sessão Geral do Congresso.

Na primeira sessão de astrofotografia, ocorrida no dia 20 de abril de 1887, estiveram presentes 37 participantes, entre fabricantes de instrumentos e astrônomos.

Cornu propõe que os trabalhos sejam discutidos a partir de dois objetivos: a obtenção de clichês e a utilização de clichês. Contudo, ressalta que no momento é prematuro chegar a resoluções definitivas, posto que a sessão de astronomia deve ser consultada.

⁸⁶ “1 ° Os instrumentos utilizados serão exclusivamente refratores; 2° As estrelas serão fotografadas até a 14^a magnitude inclusive, magnitude esta indicada provisoriamente pela escala atualmente em uso na França, e com a condição de que seu valor fotométrico seja posteriormente fixado definitivamente; 3° A distância focal da lente deve ser 3m, 43, e o limite superior de sua abertura 0m, 33” (Relatório do Congresso, 1887, p.13, tradução nossa).

⁸⁷ “A abertura da lente será de 0m, 33, e o comprimento focal de aproximadamente 3m, 43, de modo que um minuto de arco é aproximadamente representado por 0m, 001” (Relatório do Congresso, 1887, p. 14, tradução nossa).

A discussão proposta gira em torno dos instrumentos a serem utilizados, com ênfase para que os Irmãos Henry se pronunciem sobre como os instrumentos usados no observatório de Paris foram construídos.

O presidente da sessão Janssen relembra que tal assunto é delicado, dado que os astrônomos costumam encomendar seus instrumentos e espelhos diretamente aos construtores de seus próprios países. Se forem fixas regras muito inflexíveis, há o risco de enfrentar grandes dificuldades para sua execução.

Por conta da demora na construção nos aparelhos – entre 18 meses e dois anos, não haveria tempo de realizar outros estudos acerca dos instrumentos a serem utilizados, devendo-se usar como parâmetro aqueles que já existiam, segundo Loewy.

O Presidente resumiu a discussão atribuindo uma liberdade aos diretores de observatórios em escolher os construtores de objetivas segundo as orientações gerais do congresso (Relatório do Congresso, 1887, p. 48).

Fizeau cita os progressos da fotografia nesse período, em especial a substituição do brometo de gelatina pelo colódio, aumentando consideravelmente a sensibilidade das placas. E, como conclusão, reforça a necessidade de utilizar os mesmos instrumentos e procedimentos do observatório de Paris (Relatório do Congresso, 1887, p. 46).

Outras questões foram discutidas:

- Placas fotográficas: foi aprovado de forma unânime que todas as placas fossem preparadas segundo uma única fórmula, além de instituir um controle permanente para verificação dessas placas (Relatório do Congresso, 1887, p.50).
- Exposição: outra questão aprovada rapidamente foi a discussão sobre a exposição dupla na mesma placa ou em placas diferentes, Christie propõe que sejam realizadas duas séries de clichês para todo o céu. Wolf, Dunér, Folie, Trépied, Cornu, Janssen, apoiam a proposição de Christie, que após a votação é adotada por unanimidade.
- Conservação das placas e sua reprodução: Fizeau ressalta a dificuldade de conservação de imagens formadas em metais ou utilizadas a partir de material animal. Após Fizeau citar o método de Salvy, Laussedat explica que esse método foi apresentado ao Conselho do Observatório de Paris – ele fez as provas vitrificadas de Henry e a todos pareceu satisfatório (Relatório do Congresso, 1887, p. 56-57).

Essas resoluções foram colocadas em votação na terceira Sessão Geral ocorrida em 23 de abril, aprovadas de forma unânime.

3.3.4 Comitê de Astronomia

O Comitê de astronomia foi presidido por Auwers e contava como secretários Oudemans e Rayet. Os membros eram: Auwers, Bakhuyzen, Beuf, Bouquet de La Grye, Christie, Cloue, Common, Cornu, Cruels, Donner, Dúner, Eder, Fizeau, Gauthier (P), Gill, Gyldén, Hasselberg, Paul Henry, Prosper Henry, Janssen, Kapteyn, Knobel, Krueger, Laussedat, Loewy, Mouchez, Oudemans, Pechule, Peters, Pujazon, Rayet, Roberts, Russel, Schoenfeld, Steinhel, Tachinni, Tennant, Thiele, Tisserand, Trépied, Vogel, Weiss, Winterhalter, Wolf.

Esse comitê teve como objeto de trabalho a definição teórica sobre os parâmetros a serem utilizados na obtenção das fotografias. Dentre esses, a preocupação maior foi em torno da redução, da medição e da definição das coordenadas do catálogo.

- Redução: Folie e Gauthier propõe um “nouveau un cadre avec des amorces aux bords”⁸⁸ (Relatório do Congresso, 1887 p. 64). Gauthier é um fabricante de instrumentos de precisão, essa é uma das poucas vezes que ele opina no congresso. Há diversas posições nesse embate – número de linhas a serem usadas como guias na placa, possíveis deformações, utilização de quadros ou não, camadas sensíveis. Após um intervalo de dez minutos, como não houve um consenso, a discussão foi deixada para a próxima reunião.
- Magnitude: para Gill, é necessário lembrar que dependendo do tempo de exposição, será impossível fazer um catálogo completo do céu. Usa como exemplo que há cerca de 4 ou 5 milhões de estrelas até a 12^a magnitude a serem catalogadas. Se considerar as estrelas de 14^a magnitude, esse número chega aos 25 milhões. Esse questionamento é voltado para o catálogo a ser produzido (Relatório do Congresso, 1887, p.66). Após a discussão, o presidente colocou em votação a seguinte proposição, aprovada de forma unânime: “On fera des plaques spéciales destinées à la formation d’un Catalogue”⁸⁹ (Relatório do Congresso, 1887, p. 66).

Após uma discussão entre Gill, Cornu, Christie, Thiele e o presidente, a Seção adotou por unanimidade menos um voto a seguinte proposição:

⁸⁸ “[...] novamente um quadro com inícios nas bordas” (Relatório do Congresso, 1887 p. 64, tradução nossa).

⁸⁹ “Serão feitas placas especiais para a formação de um Catálogo” (Relatório do Congresso, 1887, p. 66, tradução nossa).

Outre l'épreuve qui doit donner les étoiles jusqu'à la 14^e grandeur, il sera fait une série d'épreuves à plus courtes durées d'exposition, pour assurer une plus grande précision dans la mesure micro métrique des étoiles de repère et rendre possible la construction d'un Catalogue⁹⁰ (Relatório do Congresso, 1887, p.67-68).

- Resolução: o presidente propõe que o Comitê escolha uma das seguintes resoluções quanto aos clichês a serem utilizados:

Les clichés pour la Carte générale seront obtenus de la même manière que ceux destinés à la formation du Catalogue et avec les mêmes précautions pour assurer les mesures à faire ultérieurement sur ces clichés. Il n'y aura donc entre eux aucune autre différence que celle provenant de la somme différente des actions lumineuses rassemblées sur les plaques⁹¹ (Relatório do Congresso, 1887, p.71).

Ou :

Dans la construction des clichés destinés à la Carte, on réduira au minimum le nombre des repères auxiliaires destinés au contrôle et à la réduction des clichés⁹² (Relatório do Congresso, 1887, p.71).

Auwers, Weiss e Wolf apoiaram a primeira; Thiele, Struve, Folie, Prosper Henry, Tachinni, Cornu e Christie apoiaram a segunda. A segunda redação é adotada.

- Estrelas de referência: o presidente propõe que a posição das estrelas de referência será utilizada a partir do Catálogo geral de *l'Astronomische Gesellschaft*. Após uma discussão entre Loewy e Gill, e com a proposição de Gylden, o Comitê adotou a seguinte proposição:

“Le choix des étoiles de repère est renvoyé au Comité d'exécution”⁹³ (Relatório do Congresso, 1887, p.71).

Essas resoluções foram colocadas em votação na terceira Sessão Geral ocorrida em 23 de abril, aprovadas de forma unânime.

⁹⁰ “Além do teste que deve dar estrelas até a 14^a magnitude, uma série de testes com tempos de exposição menores serão feitos, para garantir maior precisão na medição micrométrica de estrelas de referência e para possibilitar a construção de um Catálogo” (Relatório do Congresso, 1887, p.67-68, tradução nossa).

⁹¹ “As imagens para o Mapa Geral serão obtidas da mesma forma que aquelas destinadas à formação do Catálogo e com os mesmos cuidados para garantir as medições a serem feitas posteriormente nessas imagens. Não haverá, portanto, nenhuma outra diferença entre eles do que aquela que surge da soma diferente das ações luminosas reunidas nas placas” (Relatório do Congresso, 1887, p.71, tradução nossa).

⁹² “Na construção dos clichês destinados ao Mapa, o número de marcadores auxiliares destinados ao controle e redução dos clichês será reduzido ao mínimo” (Relatório do Congresso, 1887, p.71, tradução nossa).

⁹³ “A escolha das estrelas de referência é submetida à Comissão Executiva” (Relatório do Congresso, 1887, p.71, tradução nossa).

3.3.5 O Comitê Permanente

Na terceira Sessão Geral, ocorrida em 23 de abril, o Congresso votou de forma unânime a criação de uma comissão permanente para o acompanhamento e execução da *Carte du Ciel*.

O Congresso passou a discutir a distribuição do trabalho entre os observatórios. Struve pergunta aos participantes se podem garantir sua participação no trabalho. Perry questiona primeiramente sobre o preço do instrumento, cuja resposta do presidente foi de cerca de 40.000 francos (Relatório do Congresso, 1887, p. 26).

Os observatórios de La Plata, Rio de Janeiro e Santiago do Chile informam que já receberam autorização de seus respectivos governos para participarem do projeto. Com exceção dos observatórios franceses participantes - Paris, Bordeaux, Toulouse - os demais observatórios se pronunciaram com cautela, afirmando haver interesse em participar, mas que tal discussão deveria ser submetida a outros órgãos, em especial aos seus governos.

Ressaltamos aqui a fala do astrônomo estadunidense Peters, ao afirmar que diversos observatórios dos Estados Unidos gostariam de participar, mas não sabe se aceitariam as condições e termos do congresso (Relatório do Congresso, 1887, p. 25).

Um ponto interessante foi proposto por Folie, ao considerar que se houver outros astrônomos cujas fotografias atenderem as exigências do congresso e forem aprovadas pelo Comitê Permanente, poderão participar da execução da carta (Relatório do Congresso, 1887, p. 26).

Janssen apoia a proposta, pois aumentaria o número de colaboradores, usando objetivas menores. Gil afirma que tal proposta contradiz as resoluções do congresso.

Janssen afirma que não é o caso, pois deverá ser aprovado pelo Comitê Permanente. Baillaud acredita que essa centralização aumentará consideravelmente o trabalho da Comissão; Janssen argumenta que essa centralização será importante para o desenvolvimento do projeto bem como para a conservação dos documentos; Struve acredita que essa discussão está se afastando da proposição de Folie; Fizeau reforça o argumento de Gill, de que essa proposta é contraditória às resoluções do Congresso. Folie reconhece essa contradição, mas crê que não é interessante descartar as fotografias que atendam aos critérios do Congresso apenas porque foram obtidas por instrumentos menores.

Peters novamente destaca o interesse dos observatórios dos Estados Unidos, mas apenas se houver uma flexibilização das regras, afirmando que o congresso não deveria votar resoluções, mas recomendações. Ele crê que os observatórios de Lick e Cambridge não aceitarão os instrumentos definidos pelo congresso.

Folie desiste de colocar sua proposição para votação, o que acaba reforçando uma posição da maior parte do congresso em centralizar as atividades da Carta do Céu.

A proposta da criação de um Comitê Permanente é retomada. Janssen afirma ser necessário discutir os nomes e os princípios da Comissão Permanente. Knobel propõe que os membros sejam divididos em duas categorias: membros de direito, compreendendo os diretores de observatórios que executarão o trabalho; membros que não necessariamente fazem parte direta da execução do trabalho (Relatório do Congresso, 1887, p.29).

Após essa primeira leva de discussões, Mouchez realiza a leitura de uma proposta que contempla: 1) Formar uma Comissão Permanente com 11 membros; os diretores dos Observatórios cujos governos obtiveram os instrumentos adotados pelo congresso farão parte do Comitê; 2) O Comitê Permanente se encontrará uma vez por ano; 3) O presidente do Comitê Permanente será responsável por enviar os relatórios a todos os membros participantes; 4) A distribuição dos trabalhos deverá ser realizada, após estudos, na próxima reunião de 1889 em Paris, por ocasião da exposição universal que ocorrerá nessa cidade (Relatório do Congresso, 1887, p. 31-32).

O presidente solicita então, quais membros podem tomar um engajamento definitivo: Baillaud, Beauf, Cruels, Mouchez, Rayet e Trépied declararam que podem tomar tal engajamento (Relatório do Congresso, 1887, p. 33).

Para a votação, foram escolhidos os seguintes membros:

Astrônomo	Número de votos
Gill	44
Christie	39
Vogel	39
Weiss	33
Struve	31
Loewy	28
Tacchini	27
H. Prosper	25
Dunér	25
Janssen	22
Pickering	21

Tabela 5 - Votação para escolha dos membros do Comitê Permanente.

Essa lista apresenta os principais nomes do congresso: Gill, Struve, Henry e Janssen. É interessante notar, contudo, a presença do astrônomo estado-unidense Edward Pickering, que mesmo sem estar presente no Congresso, foi eleito para participar como um membro do Comitê Permanente. Podemos considerar que tal inclusão era uma estratégia de legitimação do projeto *Carte du Ciel*, dada a importância de Pickering no cenário da ciência astronômica nesse período.

A presidência do Comitê Permanente ficou a cargo de Struve, contando como secretário Trépied e tendo os seguintes membros: Baillaud, Beuf, Cruels, Dúner, Gill, Prosper Henry, Janssen, Loewy, Mouchez, Rayet, Tachinni, Trépied, Struve, Vogel e Weiss.

Além do Comitê Permanente, foi criado um Escritório do Comitê Permanente, órgão executivo acima desse comitê. Gill defende que as funções do Escritório deveriam ser: centralizar os trabalhos dos membros do Comitê ou de pessoas externas a esse Comitê; ocupar-se da impressão desses trabalhos; comunicar-se com os diferentes membros do Comitê e recolher os votos. A seguinte proposta para composição do Escritório foi colocada pelo presidente: um presidente, três secretários e cinco membros. Foram eleitos:

Presidente	Mouchez
1º secretário	Gill
2º secretário	Loewy
3º secretário	Vogel
Membro	Christie
Membro	Dúner
Membro	Janssen
Membro	Struve
Membro	Tacchini

Tabela 6 - Votação para escolha dos membros do Escritório do Comitê Permanente.

É interessante perceber como a criação desse escritório com poucos membros, exclusivamente oriundos de observatórios europeus, e sendo responsável pelo direcionamento e execução do projeto acaba por criar as condições para uma espécie de monopólio que revela a ambiguidade do *projeto Carte du Ciel*: é necessário um número considerável de participantes para que ele conseguisse se concretizar, mas isso só acontece a partir de um número reduzido de participantes na tomada de decisões.

Loewy informa que muitos astrônomos que participarão da execução da carta celeste não possuem experiência suficiente nas operações fotográficas, sendo, por esta razão,

necessária a elaboração de instruções detalhadas sobre o uso dos instrumentos fotográficos, sobre o foco e sobre as diversas manipulações que deverão ser realizadas para a execução do trabalho. Janssen apoia essa afirmação (Relatório do Congresso, 1887, p. 82-83). Gill se comprometeu a enviar nos *Comptes rendus* do Comitê Permanente as instruções relativas aos detalhes dessas operações, o que foi aprovado pelo Congresso.

Mouchez elabora o seguinte plano de trabalho, que é adotado pelo Escritório:

1. Étude de la construction des réseaux de repère (Vogel).
2. Etude des grandeurs photographiques (Struve e Pickering).
3. Détermination des déformations optiques des images au moyen des photographies que fourniront P. Henry (Struve).
4. Étudier trois ou quatre étoiles à peu près en ligne droite, embrassant une distance angulaire totale d'environ 10., et photographiées nécessairement au centre et au coin d'une plaque (Alger, Leyde, Paris, Pulkovo).
5. Étude des déformations de la couche sensible (Alger, Meudon, Potsdam)
6. Étude des plaques courbes, au triple point de vue de la construction, des moyens d'étendre la couche sensible, et des mesures (Christie)
7. Étude de l'orientation absolue, c'est-à-dire du montage des plaques sur la lunette photographique (Le Cap, Paris)
8. Étude de l'appareil de mesure à employer pour l'utilisation future des clichés (question renvoyée à un examen spécial du Bureau)
9. Étude d'une formule de préparation des plaques, conforme aux principes généraux posés par le Congrès (Abney et Eder)
10. Étude de l'influence des couleurs des étoiles sur les grandeurs photographiques⁹⁴ (Dunér) (Relatório do Congresso, 1887, p. 84).

Com essa definição do programa de trabalho a ser executado, o presidente conclui a sessão, sendo essa o último encontro do Congresso de 1887.

⁹⁴ "1. Estudo da construção de redes de referência (Vogel).
2. Estudo de tamanhos fotográficos (Struve e Pickering).
3. Determinação das deformações ópticas das imagens por meio de fotografias fornecidas por P. Henry (Struve).
4. Estudar três ou quatro estrelas aproximadamente em linha reta, abrangendo uma distância angular total de cerca de 10, e fotografadas necessariamente no centro e no canto de uma placa (Argel, Leiden, Paris, Pulkovo).
5. Estudo das deformações da camada sensível (Argel, Meudon, Potsdam)
6. Estudo de placas curvas, do ponto de vista triplo da construção, meios de extensão da camada sensível e medidas (Christie)
7. Estudo da orientação absoluta, ou seja, a montagem das placas no telescópio fotográfico (Le Cap, Paris)
8. Estudo do dispositivo de medição a ser utilizado para uso futuro das placas (matéria remetida para exame especial da Mesa)
9. Estudo de uma fórmula de preparação de placas, de acordo com os princípios gerais estabelecidos pelo Congresso (Abney e Eder)
10. Estudo da influência das cores das estrelas nas grandezas fotográficas (Dúner)" (Relatório do Congresso, 1887, p. 84, tradução nossa).

3.3.6 Desenvolvimento do projeto: as reuniões do Comitê Permanente (1889-1909)

A Reunião do Comitê Internacional Permanente de setembro de 1889 teve como principais objetivos discutir as questões inacabadas do Congresso de 1887 e conhecer o estado dos preparativos nos observatórios participantes do Congresso. Segundo o relatório, foram apresentadas duas proposições enviadas nas circulares de 18 de janeiro e 4 de maio de 1889, as quais tiveram adesão unânime de seus membros, motivo pelo qual os cientistas foram convidados a participar da reunião.

Antes de iniciar os trabalhos, os estados de Christie, Gill e Vogel foram alterados de membros eleitos para membros de direito na reunião preparatória de 12 de setembro de 1889. Paul Henry, Kapteyn e Bakhuyzen foram aprovados para ocupar as vagas disponíveis de membros eleitos.

Mouchez inicia seu discurso enfatizando que o encontro é para resolver as questões pendentes do congresso de 1887, e desta forma possibilitar a execução da carta e do catálogo. Destaca ainda que no corrente ano (1889) Paris está sediando a exposição universal, motivo pelo qual a reunião do Comitê Permanente não fora adiada para o ano seguinte.

Antes de iniciar a discussão do programa, Mouchez faz um pequeno lembrete, com base na preocupação expressa por Gill: a de respeitar as decisões tomadas na conferência de 1887. Contudo, não deixa de considerar, caso necessário, realizar uma interpretação mais ampla das decisões do Congresso, citando como exemplo a interpretação de Gill sobre o catálogo.

A preocupação com encaminhamentos autônomos de uma carta do céu é retomada a partir do projeto a ser desenvolvido por Pickering: em um ou dois anos, Pickering executará sozinho a carta fotográfica do céu, com o auxílio de uma luneta de cerca de 250.000 francos, com 4 vidros, em uma curta distância focal de 0 m,60 de abertura, 1.200 ou 1.500 clichês de 0 m,30 de lado, representando um campo de 25 graus, onde poderia obter fotografias de todo o céu. Mouchez o critica:

Bien que faisant parti de notre Comité permanent, il ne fait d'ailleurs aucune mention dans sa circulaire de notre projet en cours d'exécution. Dans une lettre qu'il vient de m'adresser, il me dit qu'il a eu des motifs d'agir ainsi sans toutefois les formuler, et, répondant à quelques critiques qui lui ont été adressées à ce sujet il ajoute qu'il y a tout intérêt pour le progrès de la Science à laisser à chacun la liberté un nouveau travail comme il le juge utile⁹⁵ (Relatório do Comitê Permanente, 1889, p. 3).

⁹⁵ “Embora faça parte de nosso Comitê Permanente, ele não faz nenhuma menção em sua circular sobre nosso projeto em andamento. Numa carta que acaba de me dirigir, diz-me que tinha motivos para agir desta forma sem, no entanto, expressá-los e, respondendo a algumas críticas que lhe foram

Apesar de citar Pickering como membro do Comitê Permanente, não há registro de sua participação no Comitê, e em nenhum dos relatórios ele é citado como tal. Mouchez afirma que o projeto poderá ser usado como um controle para o projeto francês, ainda que possua resultados mais fracos, pois com esses aparelhos e ângulos, Pickering não conseguirá evitar a deformação que impossibilitará a fixação das estrelas. A esse respeito, relembra que Henry Prosper já havia tentado usar a luneta com quatro vidros e ângulo aberto, mas desistiu tanto por conta do preço quanto pela impossibilidade de manter a perfeita linearidade das imagens.

Após essas considerações, Mouchez retoma as duas resoluções fundamentais do Congresso de 1887 – a realização de uma série dupla de clichês se sobrepondo compreendendo estrelas de até a 14^a magnitude para a Carta do Céu; e uma série mais curta com estrelas de até a 11^a magnitude para a composição de um catálogo.

Em seguida, procedeu-se a leitura dos relatos dos Observatórios Participantes:

- Greenwich: Christie afirma que as objetivas encomendadas para Grubb estarão prontas em outubro (1889) e o trabalho poderá ser iniciado no início de 1890;
- Cabo da Boa Esperança: Christie afirma que está no mesmo estado de Greenwich;
- Oxford: na ausência de Pritchard, Christie afirma que a objetiva estará pronta em algumas semanas e logo os testes terão início;
- Potsdam: na ausência de Vogel, Dúner afirma que a construção da objetiva está pronta, falta apenas os chassis, cujas dimensões ainda não foram definidas pelo comitê;
- Argel, Bordeaux e Toulouse: os instrumentos já foram terminados, com exceção dos chassis. As provas-teste poderão ser enviadas no início de 1890;
- Helsinque: as objetivas estão prontas, e o instrumento funcionará na próxima primavera;
- La Plata: Beuf afirma que o instrumento está pronto, a cúpula está em construção e que poderá iniciar os testes no meio de 1890;
- Rio de Janeiro: o instrumento construído por M. Gauthier será enviado em novembro. Está sendo concluída a cúpula e as provas serão enviadas em 1890;
- San Fernando: a situação é a mesma dos observatórios franceses;
- Tacubaya: Grubb informou que enviará a objetiva para exame de Pritchard. Espera-se que terá sido concluído até o mês de dezembro;

dirigidas sobre este assunto, acrescenta que há todo interesse no progresso da ciência em deixar todos livres para fazer novos trabalhos como acharem adequado” (Relatório do Comitê Permanente, 1889, p. 3, tradução nossa).

- Melbourne, Sidney: na ausência de seus representantes, Christie afirma que os instrumentos já foram encomendados para Grubb, e deverão estar concluídas no mesmo tempo que o observatório de Greenwich;
- Santiago: Maturana afirma que o instrumento foi encomendado para M. Gauthier. Espera-se que seja instalado no primeiro semestre de 1890;
- Chapultepec: Dunér informa que Mendizabal, professor da escola militar do México tem a intenção de encomendar um instrumento fotográfico para o observatório de Chapultepec nas três próximas semanas;
- Viena: Weiss ainda aguarda a autorização de seu governo, reforçando o interesse de participar do projeto;
- Catane: Tacchini afirma que o novo observatório de Catane está concluído e foi adquirida uma equatorial fotográfica, com créditos concedidos pelo ministro da instrução pública da Itália, Boselli.

De uma forma geral, os relatos apresentados mostram que tanto o Hemisfério Boreal quanto Austral poderá iniciar as provas no início de 1890, faltando a própria definição dos chassis pelo Comitê Permanente (Relatório do Comitê Permanente, 1889, p.12).

Sobre a divisão das zonas do céu para os observatórios participantes, uma comissão foi formada por Beuf, Cruels, Christie e Loewy. Trata-se da única vez em que representantes dos observatórios da América do Sul foram chamados para participar de uma comissão. Após uma primeira apresentação, criticada por Gill quanto às declinações apresentadas, esse estudo foi aprovado em uma segunda apresentação.

Em seguida ocorrem as discussões das questões propostas no programa, dentre as quais destacamos a definição das estrelas de referência (foi adiada, pois não houve consenso); sobre os obturadores dos instrumentos fotográficos (foi proposto por Dúner que fosse utilizado o mesmo do observatório de Paris, aprovado de forma unânime); construção dos chassis (formação de uma comissão junto a Paul Gauthier, para estudar a questão); comprimento das placas e redes a serem impressas nas placas.

Contudo, a discussão mais interessante foi a proposta defendida por Mouchez e Gill⁹⁶ quanto a criação de um Escritório Internacional de Medidas, responsável pela medição, publicação e de distribuição. Além de facilitar a padronização das atividades do projeto, economicamente também seria mais vantajoso, pois poderia usar o trabalho de mulheres (10 ou 15), consideradas uma mão-de-obra mais barata, ao mesmo tempo em que aprendiam

⁹⁶ Apesar de não estar presente, havia defendido essa possibilidade no boletim do Comitê Permanente.

rápido, possuíam rapidez e precisão para essa finalidade. Custaria em torno de 60.000 a 80.000 francos por ano, sendo para cada observatório em torno de 5.000 francos:

Dans une semblant affaire, la question d'amour-propre national devant être avant tout écartée, rien n'empêcherait de mettre ce bureau central autre part qu'en France, si la majorité du comité en donnait de bonnes raisons⁹⁷ (Relatório do Comitê Permanente, 1889, p. 64).

A sugestão de colocar o escritório na França não foi bem recebida, bem como essa proposta em geral, que foi duramente criticada nessa sessão, chegando ao ponto de Christie afirmar que o governo inglês apoia a execução da carta, mas não do catálogo, e a criação de um escritório central poderia trazer problemas para a execução da carta. A proposta adotada é a criação de um escritório central de medidas para aqueles observatórios que não teriam condições de executar as medidas, sem especificar quais seriam.

A Reunião do Comitê Permanente de 1891 começa informando que a maior parte dos observatórios que farão parte do projeto já terminou de montar seus instrumentos e estarão prontos para começar sendo a recomendação do Comitê, seus trabalhos no corrente ano. Para Mouchez, esta deverá ser a última reunião para definir aspectos técnicos do projeto.

O programa proposto é concentrado no relato dos trabalhos dos observatórios participantes e discussões sobre aspectos técnicos do projeto, como estrelas de referência e impressões das redes sobre as placas. Procedeu-se à leitura das atividades realizadas pelos observatórios:

- Sydney: a objetiva encomendada para Grubb chegou apenas em dezembro - já foi montada e está em fase de testes;
- Melbourne: o observatório já está pronto para o trabalho;
- México: apesar de já ter recebido o instrumento de Grubb, ainda não foi definitivamente instalado;
- Oxford: o observatório já está pronto para o trabalho;
- Brasil: recebeu já a equatorial de Gauthier, mas a construção do novo observatório, fora da cidade, para abrigar esse instrumento ainda não foi concluído. Reforça em sua carta, contudo, que “Le beau ciel de Rio de Janeiro lui permettra de rattraper bien vite ce retard”⁹⁸ (Relatório do Comitê Permanente, 1891, p. 3);
- Chile: as graves ocorrências (guerra civil) atrasaram os preparativos, mas o observatório de Santiago se considera pronto para iniciar os trabalhos;

⁹⁷ “Em um caso aparente, a questão de a autoestima nacional estar acima de tudo descartada, nada impediria este escritório central de ficar em outro lugar que não na França, se a maioria do comitê apresentasse boas razões” (Relatório do Comitê Permanente, 1889, p. 64, tradução nossa).

⁹⁸ “O lindo céu do Rio de Janeiro permitirá que ele alcance muito rapidamente” (Relatório do Comitê Permanente, 1891, p. 3, tradução nossa).

- Paris: o observatório já está pronto para o trabalho;
- San Fernando: o observatório já está pronto para o trabalho, faltando apenas a definição das redes a serem impressas nas placas;
- Helsinque: o instrumento foi instalado, bem como um aparelho de medidas. Também aguarda as redes a serem impressas nas placas;
- Potsdam: o observatório já está pronto para o trabalho;
- Oxford: o observatório já está pronto para o trabalho;
- Bordeaux: o instrumento já está pronto, faltando apenas os chassis metálicos;
- Toulouse: o observatório já está pronto para o trabalho;
- Catane: a objetiva do instrumento já foi construída por Steinhel, mas a finalização será apenas em junho do corrente ano;
- Vaticano: a construção para abrigar os instrumentos está praticamente pronta; a equatorial de Gauthier foi recebida no final do ano passado;
- Argel: o observatório já está pronto para o trabalho;
- La Plata: instrumento está pronto, podendo começar os trabalhos em junho;
- Cabo da Boa Esperança: como a objetiva não produziu os resultados esperados, Gill a devolveu para Grubb para um novo polimento.

Percebemos que praticamente todos os observatórios estão prontos para o início do trabalho, com exceção daquelas cujas construções estão em andamento (Rio de Janeiro e Vaticano), ou daqueles que possuem algum entrave político (Chile).

Uma longa discussão tomou conta dos trabalhos sobre as duas séries de clichês de poses curtas e longas, para confecção da carta e do catálogo. A proposta de Mouchez era para realizar as séries separadamente, começando pela mais curta, dado que realizar as duas simultaneamente poderia trazer dificuldades à execução do projeto.

Baillaud defende uma liberdade maior para cada astrônomo definir a forma pela qual vai obter essas poses curtas e longas. Knoble lembra, ainda, que o principal objetivo dos trabalhos é a carta celeste, e não o catálogo, devendo, portanto, priorizar as poses longas para a confecção da carta. A discussão prossegue, culminando na seguinte afirmação do presidente: “L’expérience acquise, quoique déjà grande, ne suffit peut-être pas encore pour exécuter notre immense travail avec la perfection que nous désirons tous”⁹⁹ (Relatório do Comitê Permanente, 1891, p. 35). E sem chegar a um consenso, encerrou a sessão.

⁹⁹ “A experiência adquirida, embora já grande, pode ainda não ser suficiente para realizar nosso imenso trabalho com a perfeição que todos desejamos” (Relatório do Comitê Permanente, 1891, p.35, tradução nossa).

Para resolver essa questão, um grupo de membros (Baillaud, Bakhuyzen, Beuf, Gill, Kapteyn, Scheiner, Tacchini e Trépied) apresentou uma proposta, onde havia a recomendação do Comitê Permanente para realizar o catálogo o mais breve possível, se beneficiando dos clichês obtidos para a carta celeste. Observamos aqui que algumas das proposições não foram discutidas abertamente nas reuniões, mas sim em conversas paralelas.

Seguindo a discussão sobre como os clichês deverão ser reproduzidos (sobre papel, fotogravura), Cornu faz uma observação interessante:

[...] en effet nous n'avons le droit de faire usage d'aucune méthode qui ne reposerait pas sur l'emploi de la lumière, et ajoute que la lumière, dans nos reproductions, doit agir seule, et qu'il ne doit y avoir aucune intervention de la main humaine. Cela serait contraire au caractère de notre entreprise¹⁰⁰ (Relatório do Comitê Permanente, 1891, p. 44).

Tal reflexão assemelha-se muito ao ideal de objetividade mecânica observada no capítulo anterior: a produção de dados científicos a partir unicamente da luz, sem a interferência das mãos humanas. Tal questão foi reenviada para uma comissão especial para estudo.

Por fim, discutiu-se a nova divisão dos trabalhos, publicadas no 5º fascículo dos boletins, onde a seguinte divisão:

¹⁰⁰ “[...] na verdade, não temos o direito de fazer uso de qualquer método que não seja baseado no uso da luz, e acrescenta que a luz, em nossas reproduções, deve atuar sozinha, e que não deve haver intervenção da mão humana. Seria contra o caráter da nossa empresa” (Relatório do Comitê Permanente, 1891, p. 44, tradução nossa).

<i>Nord.</i>			<i>Sud.</i>		
	Latitude.	Zone.		Latitude.	Zone.
Helsingfors.....	+60. 9	90-70	Rio de Janeiro ..	-22. 54	-18-26
Potsdam.....	+52. 22	70-58	Santiago.....	-33. 26	-26-34
Oxford.....	+51. 45	58-48	Sydney.....	-33. 51	-34-42
Greenwich.....	+51. 28	48-40	Le Cap.....	-33. 56	-42-52
Paris.....	+48. 50	40-32	La Plata.....	-34. 55	-52-70
Vienne.....	+48. 13	32-24	Melbourne.....	-37. 50	-70-90
Bordeaux.....	+44. 50	24-18			
Toulouse.....	+43. 37	18-12			
Catane.....	+37. 30	12- 6			
Alger.....	+36. 48	6- 0			
San Fernando....	+36. 27	0- 6			
Chapultepec.....	+19. 26	- 6-12			
Tacubaya.....	+19. 24	-12-18			

Tabela 7 - Divisão dos trabalhos entre os observatórios participantes.

Foi substituída por

Observatórios.	Latitude.	Zone en déclinaison.	Distance zénithale.	Nombre de plaques.
Greenwich.....	+51. 29	+90 à +65	-13. 31 à -38. 31	1149
Rome.....	+41. 54	+64 à +55	-13. 6 à -22. 6	1040
Catane.....	+37. 30	+54 à +47	+ 9. 30 à -16. 30	1008
Helsingfors.....	+60. 9	+46 à +40	+14. 9 à +20. 9	1008
Potsdam.....	+52. 23	+39 à +32	+14. 23 à +20. 23	1232
Oxford.....	+51. 46	+31 à +25	+20. 46 à +26. 46	1180
Paris.....	+48. 50	+24 à +18	+24. 50 à +30. 50	1260
Bordeaux.....	+44. 50	+17 à +11	+27. 50 à +33. 50	1260
Toulouse.....	+43. 37	+10 à + 5	+33. 37 à +38. 37	1080
Alger.....	+36. 48	+ 4 à - 2	+32. 48 à +38. 48	1260
San Fernando.....	+36. 28	- 3 à - 9	+39. 28 à +45. 28	1260
Tacubaya.....	+19. 24	-10 à -16	+29. 24 à +35. 24	1260
Santiago du Chili.....	-33. 27	-17 à -23	-10. 27 à -16. 27	1260
La Plata.....	-34. 55	-24 à -31	- 3. 55 à -10. 55	1360
Rio-Janeiro.....	-22. 54	-32 à -40	+ 9. 6 à +17. 6	1376
Cap de Bonne-Espérance.	-33. 56	-41 à -51	+ 7. 4 à +17. 4	1512
Sydney.....	-33. 52	-52 à -64	+18. 8 à +30. 8	1400
Melbourne.....	-37. 50	-65 à -90	+27. 10 à +52. 10	1149

Tabela 8- Retificação da divisão dos trabalhos entre os observatórios participantes.

Christie destaca que a primeira divisão pressupunha atribuir a cada observatório uma área o mais próxima possível do seu zênite, para diminuir os efeitos da refração. Contudo, observou-se a dificuldade em fotografar nas proximidades do zênite, em decorrência da condensação da cor rosa na objetiva. Dessa forma, a proposta alterou para que nenhum observatório tivesse que fotografar áreas a uma distância zênite menor que 12°. Para concluir a sessão, Mouchez afirma:

Des divergences de vues se sont produites entre vous sur les moyens, jamais sur le but. Ces divergences étaient inévitables, elles étaient même nécessaires ; elles n'ont fait que mieux éclairer les questions, et n'ont à aucun moment troublé la cordialité de vos rapports. L'unanimité avec laquelle toutes vos décisions ont été finalement prises est un gage certain du succès définitif. C'est dans cette pensée que je déclare terminée la conférence de 1891 et commencée l'œuvre de la Carte photographique du Ciel¹⁰¹ (Relatório do Comitê Permanente, 1891, p.67).

Dessa forma, e talvez para tentar minimizar os atritos surgidos nas discussões dessa reunião, Mouchez finaliza mostrando o quanto as discussões fortaleceram o objetivo – este não era questionado – e “oficializou” o começo dos trabalhos para a carta fotográfica do céu.

Conforme definido pelos membros do projeto *Carte du Ciel* nas circulares de 10 de maio de 1895 e 11 de janeiro de 1896, uma nova reunião foi marcada para 11 de maio de 1896 no observatório de Paris, a Reunião do Comitê Permanente de 1896. O objetivo era finalizar as questões que ficaram abertas nas conferências anteriores e verificar o estado dos trabalhos desenvolvidos pelos observatórios participantes.

O programa preparatório foi dividido entre os trabalhos a serem realizados quanto à carta e quanto ao catálogo.

Para o catálogo a lista de pendências foi mais extensa, envolvendo grandezas, precisão das coordenadas, redução das estrelas e previsão da duração desse trabalho.

Para a carta, questões como a forma de reprodução e conservação dos clichês foram discutidas, além do fornecimento de um possível auxílio aos observatórios cujos trabalhos ainda estão pendentes.

O presidente da conferência, Tisserand, justifica o porquê da demora na realização de uma nova conferência em 1896, e não 1893: a morte do principal idealizador do projeto, Ernest Mouchez. Um segundo argumento utilizado foi haver necessidade de que grande parte do trabalho tivesse sido realizada, fato que ainda não ocorrera. Cita ainda que, infelizmente,

¹⁰¹ “Houve diferenças de opinião entre vocês sobre os meios, nunca sobre o objetivo. Essas diferenças eram inevitáveis, até necessárias; eles apenas lançaram mais luz sobre as questões e em nenhum momento perturbaram a cordialidade de seus relatórios. A unanimidade com que todas as suas decisões foram finalmente tomadas é um sinal seguro do sucesso final. É com isso em mente que declaro encerrada a conferência de 1891 e a inauguração do Mapa Fotográfico do Céu” (Relatório do Comitê Permanente, 1891, p. 67, tradução nossa).

os observatórios da América do Sul ainda não colaboraram de forma eficiente em decorrência de circunstâncias maiores, mas esperava que tal situação logo fosse corrigida. Sugere, por fim, que na próxima reunião proposta para 1900 em decorrência da Exposição Universal, a discussão fosse especificamente sobre o estado avançado dos trabalhos, e não mais questões técnicas, como a determinação fotográfica das grandezas estelares ou sobre a utilidade de se adotar três poses ao invés de uma, para a segunda série dos clichês.

Procede-se então à leitura da situação dos observatórios participantes:

- Sydney: foram obtidas até o ano de 1895, 63 placas do catálogo e 381 da carta, faltando sete para o catálogo e 278 para a carta;
- Melbourne: foram obtidas até o ano de 1895, 703 placas para o catálogo e um número pequeno para a carta;
- Santiago do Chile: o diretor do observatório informa que os trabalhos ainda não começaram, pois, aguardam a encomenda feita de placas e um instrumento de medidas a Gauthier. No relatório, é informado que essas placas e instrumento já foram enviados;
- Rio de Janeiro: em decorrência de estudos para a escolha de uma nova capital para o Brasil, o diretor do observatório Luís Cruls não possuiu tempo para se dedicar ao projeto. Cita também que esta e outras circunstâncias impediram o início dos trabalhos da carta do céu;
- La Plata: por conta de problemas financeiros, o diretor do observatório teve que adiar indeterminadamente o início dos trabalhos da carta do céu;
- Greenwich: foram obtidas 728 placas para o catálogo e 472 para a carta. O número de placas medidas foram 213. Christie espera que o trabalho fotográfico demore ainda cerca de cinco meses, a medição em cinco anos e o cálculo das constantes, sete anos. No escritório de medição atuam um chefe e quatro assistentes para a realização de cálculos;
- Roma (Vaticano): foram obtidos 280 clichês para o catálogo e 100 para a carta;
- Catane: em decorrência da erupção do Monte Etna em 1892, todos os esforços do observatório foram direcionados pelo Governo Italiano para estudos relacionados a esse evento. Defeitos técnicos também foram constatados nos instrumentos, o que impediu a execução dos trabalhos. Cita ainda que espera de seu governo um aumento no número de pessoas do observatório, o que seria facilitado se a Conferência emitisse uma nota sobre essa questão, o que foi prontamente aprovado;

- Helsinque: o diretor do observatório cita que os clichês para o catálogo já foram obtidos. Ressalta que considerou melhor terminar primeiramente os trabalhos relacionados ao catálogo para poder iniciar os trabalhos da carta. Cita ainda que um escritório de medidas foi instalado, compreendendo dois assistentes e três responsáveis pelo cálculo. Cento e sessenta clichês já foram medidos, e as reduções estão sendo estudadas;
- Potsdam: 500 placas já foram obtidas para o catálogo e poucas para a carta, contendo cerca de 35.000 estrelas. Cita ainda que todas as estrelas fotografadas serão comparadas com o *Durchmusterung*, em posição e em grandeza;
- Oxford: as duas séries para o catálogo foram realizadas e 160 clichês foram medidos, totalizando 40.000 estrelas. Será usado como parâmetro para comparação o *Astronomische Gesellschaft*;
- Bordeaux: foram obtidas 300 placas para o catálogo e 60 para a carta. O escritório de medidas é composto por três assistentes;
- Toulouse: foram obtidos 350 clichês para a carta e para o catálogo 150 placas;
- Argel: foram obtidos 1232 clichês para o catálogo e 64 para a carta. O número de clichês medidos foi 168, contendo 32.232 estrelas;
- Paris: foram obtidos 1155 clichês para o catálogo. Para a carta, os trabalhos estão menos avançados, principalmente por conta da discussão aberta sobre três ou uma pose. Foram medidos 298 clichês, tendo um número aproximado de 300 estrelas por clichês;
- San Fernando: as séries para os catálogos foram obtidas, sendo medidos cinquenta clichês – duas pessoas trabalham na medição;
- Tacubaya: foram obtidas 820 placas para o catálogo. Cita ainda a dificuldade dos astrônomos para a execução do trabalho fotográfico, principalmente em decorrência das condições climáticas da região. Para a carta, estima que o trabalho possa ser concluído entre três e quatro anos;
- Cabo da Boa Esperança: as séries para o catálogo foram concluídas. Para a carta, espera as resoluções da Conferência.

O presidente considera, a partir desses relatos, que o trabalho está sendo desenvolvido de forma satisfatória. É possível perceber o avanço dos trabalhos referentes ao catálogo, mas uma letargia em relação à carta, principalmente por conta da discussão acerca das três poses ou da pose única. Percebemos também a grandiosidade desse trabalho em

relação à sua materialidade: cada observatório deverá obter cerca de cerca de mil clichês para o catálogo e carta, além da necessidade de medição e redução dessas placas. Discutiu-se também o tempo estimado para medição das placas, cálculos de redução e publicação dos resultados:

Observatório	Número de estrelas medidas por hora	Medição de grandeza
Greenwich	45	Com avaliação de grandeza
Paris	16	Sem avaliação de grandeza
Argel	12	Com avaliação de grandeza
Toulouse	10	Sem avaliação de grandeza
San Fernando	10	Com medição de diâmetros
Helsinque	15	-
Potsdam	30	-

Tabela 9 - Tempo estimado para medição das placas fotográficas.

Pela tabela acima, o presidente constatou que a duração do trabalho pode ocorrer entre doze e quinze anos.

Por fim, a questão de três ou uma única pose foi retomada. Depois de uma avaliação por uma comissão especial, decidiu-se por 3 poses de cerca de 30 minutos cada, podendo esse tempo variar conforme a sensibilidade da placa. Da mesma forma, a reprodução por fotogravuras foi adotada. Esses eram, segundo o presidente, os principais pontos que faltavam uma definição precisa.

Destaca-se também o preço provável para reprodução dos clichês: cerca de um franco para cada clichê.

Ao final da sessão, o presidente Tisserand destaca:

Le travail photographique du Catalogue est terminé dans plusieurs Observatoires, très avancé dans d'autres, et partout en bonne voie. La volonté d'aboutir est manifeste [...] Le succès d'un Catalogue de plus de 2 millions d'étoiles est assuré, et désormais trois époques seront bien marquées dans le développement de l'Astronomie de précision: celle du Catalogue de Lalande, celle du Catalogue de l'Astronomische Gesellschaft, et enfin celle du Catalogue actuel¹⁰² (Relatório do Comitê Permanente: 1896, p.44).

¹⁰² "O trabalho fotográfico no Catálogo foi concluído em vários Observatórios, bastante avançado em outros e em andamento em todos os lugares. A vontade de vencer é evidente [...] O sucesso de um Catálogo de mais de 2 milhões de estrelas está assegurado, e doravante três eras serão bem marcadas no desenvolvimento da Astronomia de Precisão: a do Catálogo de Lalande, o do Catalogo de l'Astronomische Gesellschaft e, finalmente, o do Catálogo atual" (Relatório do Comitê Permanente: 1896, p. 44), tradução nossa).

Podemos perceber novamente a dimensão desse projeto, ao identificar que serão catalogadas, a princípio, cerca de dois milhões de estrelas. Almejava ainda, colocar-se em uma condição de igualdade junto aos grandes catálogos produzidos, como os citados Lalande e *l'Astronomische Gesellschaft*. Contudo, o trabalho da carta, considerado o principal objetivo do congresso de 1887, pouco avançou até o momento, principalmente em decorrência de algumas questões técnicas que haviam ficado indefinidas.

Conforme decidido na última reunião do Comitê Permanente, uma nova reunião deveria ocorrer em Paris no ano de 1900 por conta da exposição universal que estava ocorrendo na França nesse ano. Foi decidido que a reunião ocorreria a partir do dia 19 de julho de 1900.

O objetivo da Reunião do Comitê Permanente de 1900 foi verificar o andamento dos trabalhos, principalmente em relação às medições das placas. Contudo, outro objetivo, talvez mais importante para o futuro do projeto, foi definido — e não possuía relação direta com a carta ou com o catálogo fotográfico do céu. Tratou-se do esforço do Comitê Permanente em organizar e orientar as observações astronômicas para o acompanhamento da passagem do planeta Eros, que faria um percurso próximo à Terra e assim facilitaria a medição da paralaxe solar.

Tal evento foi de extrema importância, em nosso entendimento, pois a partir desse momento a atenção dos astrônomos presentes voltou-se mais para o desenvolvimento de novas pesquisas no campo da astronomia, ampliando o escopo originalmente proposto, que era a confecção de uma carta e catálogo dos céus.

O programa dessa reunião foi dividido entre o desenvolvimento da carta e do catálogo, por um lado, e a paralaxe solar, por outro.

O presidente do Comitê Permanente, Loewy, abriu os trabalhos, destacando o desenvolvimento do projeto, mas com algumas lacunas dos observatórios que não puderam iniciar seus trabalhos. Destacou ainda a oportunidade de resolver um dos grandes problemas da astronomia, a partir do presente comitê:

La forte organisation des observatoires associés en vue de la *Carte du Ciel* a fait penser à plusieurs membres du Comité que ce travail pourrait très efficacement être entrepris par plusieurs de ces établissements que leur situation géographique désignerait pour une telle mission¹⁰³ (Relatório do Comitê Permanente, 1900, p.3).

¹⁰³ “A forte organização dos observatórios associados à Carta do Céu fez vários membros do Comitê pensarem que esse trabalho poderia ser realizado de forma muito eficaz por vários desses estabelecimentos que sua localização geográfica designaria para tal missão” (Relatório do Comitê Permanente, 1900, p. 3, tradução nossa).

Ressaltamos aqui a ideia de uma forte organização dos observatórios associados ao projeto, visto que diversos cientistas foram convidados para esta reunião para discutir os melhores protocolos para a observação do planeta Èros. Podemos considerar a possibilidade de que esta proposição ampliando o número de cientistas, bem como o número de observatórios “associados”, fazia parte de um objetivo maior, como pretendemos discutir mais especificamente no próximo capítulo, mas que Loewy já parecia apontar em seu discurso: “Je proclame ouverte la Conférence astrophotographique Internationale de 1900, et j’ai la confiance qu’elle laissera des traces durables dans l’histoire de l’Astronomie”¹⁰⁴ (Relatório do Comitê Permanente, 1900, p. 4)

O primeiro ponto da reunião foi estabelecer uma comissão para apresentar uma proposta de trabalho para o planeta Èros: foram escolhidos Christie, Gill, Weiss, Trépied, Bakhuyzen, Elkin, Hartwig, André, Prosper Henry.

Em seguida, procedeu-se à leitura dos trabalhos realizados pelos observatórios participantes do projeto *Carte du Ciel*:

- Vaticano: foram obtidos 476 clichês para o catálogo e 106 para a carta. Até o momento, 3.584 estrelas foram medidas;
- Melbourne e Sydney: Melbourne obteve 900 clichês para o catálogo e 249 para a carta. Sydney concluiu seus clichês para o catálogo, e a grande maioria para a carta;
- Helsinque: os trabalhos do catálogo já haviam sido concluídos em 1896, e os da carta estão em fase final. Até o momento foram medidos 380 clichês;
- Argel: os trabalhos do catálogo já foram concluídos, sendo medidos aproximadamente 497 clichês e obtendo 123.047 estrelas. Essas medidas estão sendo realizadas por dois observadores diferentes. Para a carta, foram obtidos 97 clichês;
- Bordeaux: foram obtidos 402 clichês para o catálogo e 17 para a carta. Foram medidos 293 clichês, obtendo 75.999 estrelas;
- Cabo da Boa Esperança: os trabalhos do catálogo e da carta já foram concluídos. Foram medidos 126 clichês, contendo 38.785 estrelas;
- Catane: as fotografias do catálogo foram concluídas, devendo apenas ser revistas algumas lacunas encontradas. Foram medidas 36 placas, contendo 7.344 estrelas. Os trabalhos da carta ainda não começaram;
- Greenwich: foram obtidos até o momento 1.076 para a carta e 1.106 para o catálogo, faltando 73 para a carta e 43 para o catálogo. Foram medidos 608 clichês;

¹⁰⁴ “Proclamo aberta a Conferência Internacional de Astrofotografia de 1900, e tenho a confiança de que ela deixará rastros duradouros na história da Astronomia” (Relatório do Comitê Permanente, 1900, p. 4, tradução nossa).

- Oxford: todos os clichês para o catálogo já foram obtidos, destes 736 já foram medidos. Os trabalhos para a carta ainda não começaram;
- Paris: os trabalhos do catálogo foram concluídos 650 clichês, medidos e encontradas 248.102 estrelas. Destaca ainda que os fundos públicos necessários para a publicação dos catálogos e da carta já estão disponíveis para o observatório. Serão impressos 10 volumes, juntamente com os observatórios de Bordeaux, Argel e Toulouse. Os trabalhos da carta ainda estão em execução;
- Potsdam: os trabalhos do catálogo estão praticamente prontos, sendo as placas medidas e constatadas mais de 100.000 estrelas. 2 volumes com aproximadamente 20.000 estrelas já foram publicados, sendo que um terceiro volume será publicado em breve. Os trabalhos relativos à carta ainda não foram iniciados;
- San Fernando: foram obtidos 586 clichês para a carta – não cita especificamente o número de clichês para o catálogo;
- Tacubaya: os trabalhos referentes ao catálogo ainda não foram concluídos, em decorrência das condições climáticas anunciadas anteriormente, além de um novo problema envolvendo a objetiva, cujo ajuste não foi possível de se corrigir. Foram obtidas até o momento 746 placas para o catálogo. Ressalta ainda que quatro *demoiselles* puderam medir 203 clichês até o momento e que os trabalhos da carta ainda não foram iniciados;
- Toulouse: os clichês do catálogo já foram obtidos. Sobre a carta, informa que 45 clichês já foram impressos por heliogravura, e outros 20 estão em processo de impressão.

Foram apresentados apenas os relatos de 15 dos 18 observatórios participantes, faltando os observatórios de La Plata, Santiago e Rio de Janeiro. Em seguida, o presidente apresenta a carta que foi enviada a esses três observatórios onde solicita uma resposta decisiva sobre a participação no projeto.

Para o observatório de La Plata, a morte de Beuf ocasionou certas dificuldades, que serão discutidas durante a conferência. O observatório do Rio de Janeiro informou que infelizmente não poderá participar do projeto, apesar dos esforços de seu diretor¹⁰⁵. Já o observatório de Santiago informou que as placas e instrumento de medição encomendados para Gauthier ainda não haviam chegado. O presidente Loewy afirma que esse argumento de Santiago já havia sido colocado para seus antecessores (Mouchez e Tisserand) e que cabia agora aos membros presentes decidir o que fazer com a zona desses observatórios.

¹⁰⁵ Retomaremos mais detalhadamente essa questão no próximo capítulo.

Para tal discussão, o presidente apresenta possíveis candidatos a ocuparem a essas zonas, a saber, o observatório de Córdoba (Argentina) e o observatório de Montevideo (Uruguai), ainda em fase de construção. A Conferência emite uma carta de agradecimento a ambos os governos desses países pela disponibilização dos observatórios e profissionais para a participação futura no projeto *Carte du Ciel*.

Um terceiro observatório foi sugerido por Gill: o observatório de Perth, na Austrália. A Conferência emitiu também uma carta aprovando a participação desse observatório ao secretário inglês de administração das colônias, e agradecendo o Governo Inglês por todos os esforços para a realização do projeto *Carte du Ciel*.

O presidente convida todos os presentes a conhecerem o *Palais de l'Optique*, disponível na Exposição Universal, onde uma grande luneta de 60 m construída por Gauthier está disponível.

Convém ressaltar sucintamente que as Exposições Universais, ocorridas periodicamente desde 1851, eram um espaço privilegiado de representação das sociedades industriais desse período e estavam essencialmente vinculadas a interesses econômicos, dentro de uma lógica capitalista (PESAVENTO, 1997; BARBUY, 1994).

Visando exibir ao grande público as inovações tecnológicas – produtos e máquinas – que “comprovavam” o progresso material especialmente das sociedades europeias e estadunidenses da segunda metade do século XIX, mostrava-se como uma grande propaganda comercial para os países envolvidos.

Dessa forma, é plausível entendermos o convite realizado pelo presidente para o *Palais de l'Optique*, onde se encontrava o instrumento construído por P. Gauthier, o principal fabricante francês de instrumentos ópticos para o projeto *Carte du Ciel*, como uma forma de corroborar aos participantes do congresso a excelência dos instrumentos ópticos franceses.



Figura 30 - Anúncio da Grande Luneta – litografia de Georges Paul Leroux, 1900.
 Fonte: <<https://collections.artsmia.org/art/110043/la-grande-lunette-de-1900-exposition-universelle-palais-de-loptique-georges-paul-leroux>>. Acesso em 17/07/2020.

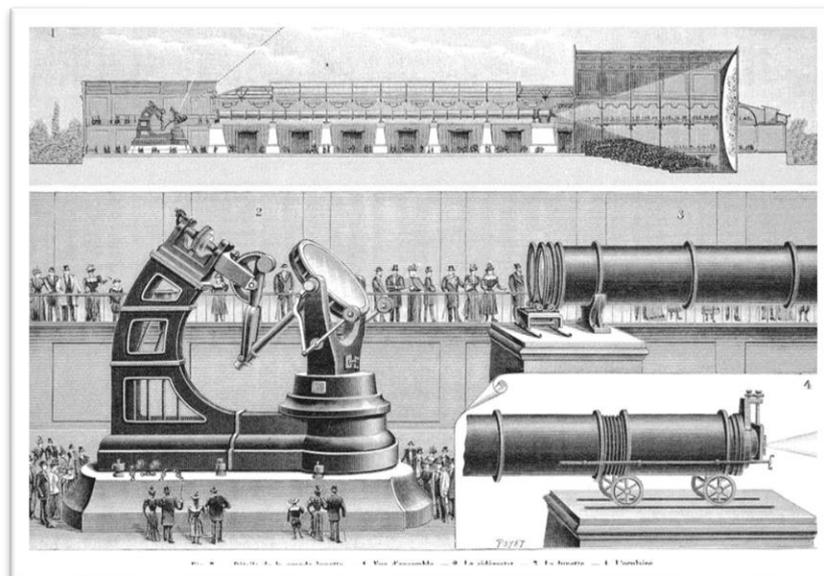


Figura 31 - Detalhes da grande luneta exibida na Exposição Universal de 1900 em Paris.
 Fonte: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Grande_lunette_de_l%27exposition_universelle_de_Paris_1900#/media/Fichier:Great_Ex_Telescope_Design.jpg>. Acesso em 17/07/2020.

O presidente lê em seguida uma carta de Pickering, onde este envia uma fotografia do planeta Èros obtida pelo Observatório de Harvard. Coloca-se à disposição para efetuar os trabalhos fotográficos da trajetória desse planeta e parabeniza os trabalhos da carta e do catálogo dos observatórios de Paris e de Potsdam (Relatório do Comitê Permanente, 1900, p. 37). Em seguida, solicita uma estimativa do número total de estrelas que serão medidas pelos observatórios, chegando aos números abaixo:

Observatório	Número (provável) de estrelas que serão medidas
Paris	480.000
Argel	310.000
Bordeaux	328.000
Greenwich	Não ofereceu uma previsão
Potsdam	350.000
Cabo da Boa Esperança	400.000
Oxford	350.000
Catane	220.000
San Fernando	189.000
Tacubaya	400.000
Total	3.027.000,00

Tabela 10 - Estimativa de estrelas a serem medidas.

Ressalta-se que o observatório de Greenwich não ofereceu uma estimativa, e faltaram ainda oito observatórios a fornecerem suas previsões. Após a discussão de algumas questões técnicas, como as técnicas usadas para medição por cada observatório e métodos para conservação dos clichês – contando com a opinião de um dos inventores do cinema, Louis Lumière – as demais sessões foram exclusivamente dedicadas para o estudo do planeta Èros.

Dos observatórios que confirmaram adesão ao programa proposto pela comissão formada pelo Comitê Permanente, podemos citar Bamberg, Cambridge, Edimburgo, Heidelberg, Leipzig, Lyon, Marseille, Minneapolis, Mount-Hamilton, Nice, Strasbourg, Viena, Washington e William Bay. Há uma menção especial aos observatórios dos Estados Unidos, destacando que sem dúvidas trarão uma grande contribuição para a observação e medição

da paralaxe solar (Relatório do Comitê Permanente, 1900, p. 65). É interessante ainda ressaltarmos que, ao contrário do projeto *Carte du Ciel*, há apenas recomendações sobre os protocolos a serem seguidos pelos observatórios participantes, podendo haver uma flexibilização de acordo com as condições locais próprias. Por fim, foram enviadas, de agosto a dezembro do mesmo ano, seis circulares com recomendações e orientações aos observatórios participantes da observação do planeta Éros.

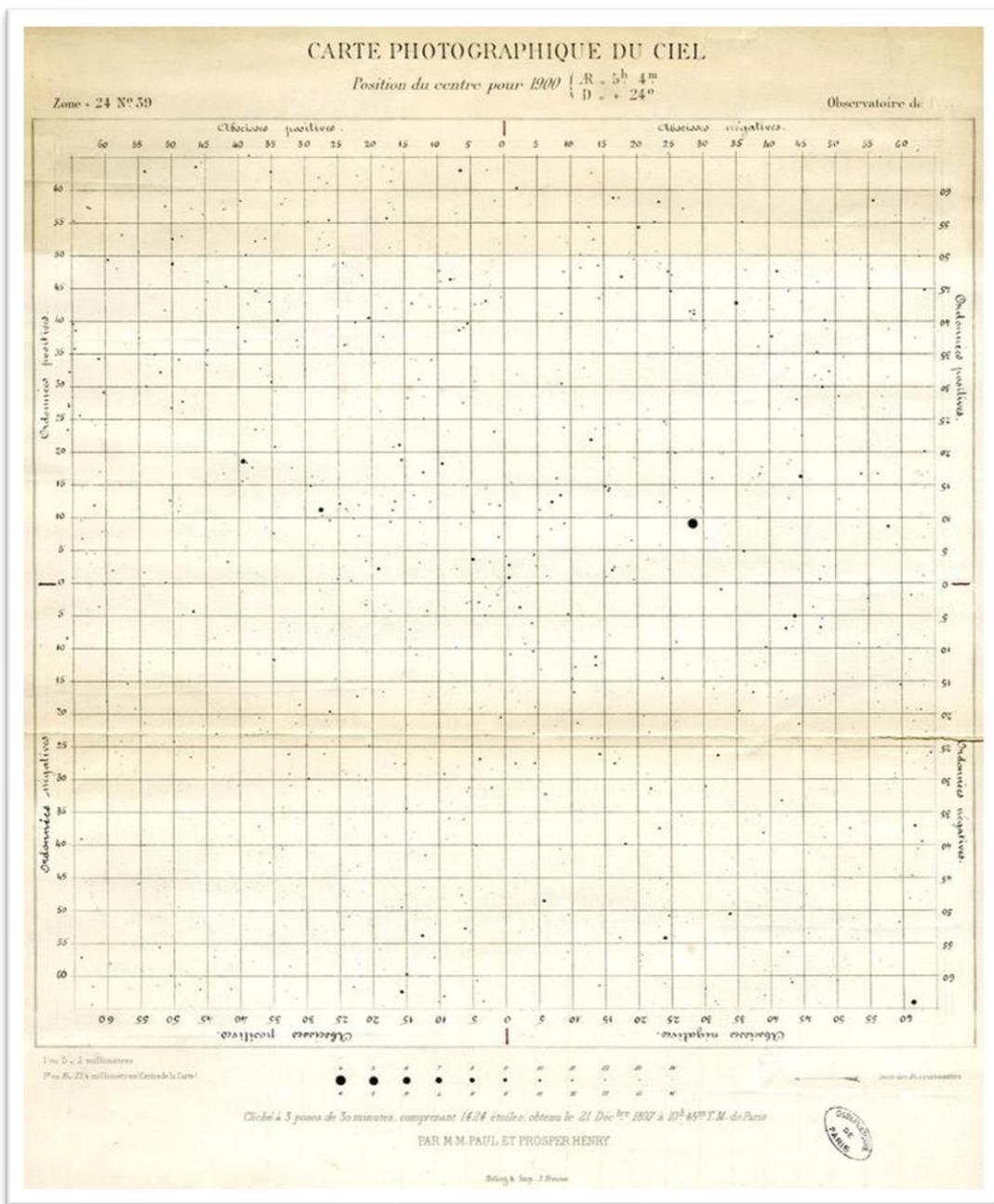


Figura 32 - Exemplo de heliogravura de uma placa fotográfica da Carta do Céu, Observatório de Paris.

Fonte: <<https://www.mprl-series.mpg.de/studies/12/5/index.html>>. Acesso em 18/07/2020.

Após a morte do diretor do observatório de Paris, Loewy, os membros do Comitê Permanente solicitaram uma nova reunião, que ocorreu em 19 de abril de 1909, em Paris, sob a direção do novo diretor Baillaud. O programa prévio foi elaborado por David Gill, consistindo na análise dos resultados obtidos pelos observatórios quanto à carta e ao catálogo, além de estudos relativos às questões ópticas, de grandezas, de estrelas fundamentais e por fim relacionadas ao planeta Êros. Essas questões foram divididas em Comissões.

Baillaud faz uma sucinta lista dos astrônomos que construíram o projeto e já haviam falecido: Mouchez, Paul e Prosper Henry, Tisserand, Loewy. Aproveita também para agradecer os membros que ainda estão vivos do comitê: Gill, Bakhuyzen, Weiss, Pickering, Kapteyn e Duner. Cita, contudo, que era hora de renovar esse Comitê (Relatório do Comitê Permanente, 1909, p. 5).

Iniciando os trabalhos da comissão relativa ao estado geral do projeto, há uma redistribuição das zonas que ainda não tiveram seus trabalhos iniciados. As demais comissões efetuam a leitura de seus relatórios, aprovados sem maiores discussões. Tratam-se não mais de questões relacionadas diretamente à carta e ao catálogo (com exceção de suas respectivas comissões), mas de orientações gerais para os trabalhos contemporâneos que estão ou serão executados por parte dos observatórios presentes.

Ao contrário das demais reuniões, não há um relato do estado de trabalho de cada observatório nas sessões, mas estes constam apenas como anexos finais:

- Argel: os trabalhos para o catálogo foram concluídos e a maior parte dos clichês medidos. Parte destas medidas já foram publicadas. Os trabalhos para a carta ainda não foram concluídos;
- Bordeaux: foram obtidos 958 clichês para o catálogo e medidos 819. Foram encontradas 230.486 estrelas. Dois volumes desse trabalho já foram publicados. Para a carta, foram obtidos 127 clichês, sendo publicados por meio da heliogravura;
- Cabo da Boa Esperança: todos os 1512 clichês previstos para o catálogo e para a carta já foram obtidos. Foram medidos 1402 clichês;
- Catane: 1008 placas foram obtidas para o catálogo, e 590 foram medidas. Foram obtidos 97 clichês para a carta;
- Córdoba: foram obtidos 1486 clichês para o catálogo (destes, 829 deverão ser refeitos) e 324 para a carta (destes, 197 deverão ser refeitos) – em ambos houve uma falha na impressão das redes nas placas, comunicada a Gauthier (Relatório do Comitê Permanente, 1909, p. A28). Foram medidos 299 clichês contendo 150.099 estrelas;

- Edimburgo: responsável por parte das medidas do observatório de Perth – 32 clichês foram medidos;
- Greenwich: os clichês do catálogo (1149) já foram obtidos, medidos e corrigidos, sendo publicados nos Volumes I e II do Catálogo Astrofotográfico de Greenwich;
- Helsinque: foram obtidos todos os clichês do catálogo (1008), e medidos 679. Serão publicados dois volumes. Para a carta, foram obtidos 843 clichês de um total de 1008;
- Melbourne: foram obtidos todos os clichês do catálogo (1149) e medidos. Para a carta, todos os clichês foram obtidos. Contudo, ainda não foi possível reproduzir esses clichês;
- Sydney: foram obtidos todos os clichês, e 705 já foram medidos, contendo 428.206 estrelas. Consideram-se ainda necessários cerca de dois anos para conclusão dos trabalhos;
- Oxford: foram obtidos todos os 1180 clichês atribuídos para o observatório. Todos já foram medidos. Cinco volumes desses resultados já foram publicados;
- Paris: foram obtidos 373 clichês para a carta, faltando 347. Os clichês para o catálogo já foram obtidos;
- Perth: todos os clichês para o catálogo já foram obtidos;
- Potsdam: todos os clichês para o catálogo já foram obtidos. Foram medidos e reduzidos 300 clichês. Será publicado o quinto volume do catálogo, mas não há menções quanto à carta;
- Vaticano: para a carta, foram obtidos 1040 clichês, faltando ainda 937. Para o catálogo, foram obtidos 720 clichês, faltando 320;
- San Fernando: foram obtidos todos os clichês do catálogo (1260). Para a carta, 215 clichês já foram publicados e outros 173 estão em fase de reprodução;
- Tacubaya: foram obtidos 203 clichês para o catálogo e 543 para a carta;
- Toulouse: foram obtidos para a carta 191 clichês possíveis de publicação, e para o catálogo, 738.

TABLE II.

$\omega_0 = +1^*$.

Pour ω_0 négatif : changer le signe de l'argument η .

$\beta_2 = (\lambda - 1) (\alpha - \lambda_0)'$.

Pour $(\alpha - \lambda_0)'$ négatif : changer le signe du nombre β_2 .

Les valeurs de β_2 sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

τ ou $\delta - \omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							η ou $\delta - (\omega_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+10'	+20'	+30'	+40'	+50'	+60'	+70'		+10'	+20'	+30'	+40'	+50'	+60'	+70'
-65,0	+18	+36	+53	+71	+89	+107	+124	-50,8	+11	+21	+32	+43	+53	+63	+74
-64,7	18	36	53	71	88	106	123	-50,5	11	21	31	42	52	63	73
-64,3	17	35	52	70	87	105	122	-50,3	11	21	31	42	52	62	72
-64,0	17	35	52	69	86	104	121	-50,0	10	20	30	41	51	61	71
-63,8	17	35	52	69	86	103	120	-49,7	10	20	30	40	50	60	70
-63,5	17	34	51	68	85	102	119	-49,3	10	20	30	40	49	59	69
-63,3	17	34	51	68	85	102	118	-49,0	10	19	29	39	48	58	68
-63,0	17	34	50	67	84	101	117	-48,8	10	19	29	39	48	57	67
-62,7	17	33	50	66	83	100	116	-48,5	9	19	28	38	48	57	66
-62,3	16	33	49	66	82	99	115	-48,3	9	18	28	37	47	56	65
-62,0	+16	+33	+49	+65	+81	+98	+114	-48,0	+9	+18	+27	+37	+46	+55	+64
-61,8	16	33	49	65	81	97	113	-47,7	9	18	27	36	45	54	63
-61,5	16	32	48	64	80	96	112	-47,3	9	17	26	35	44	53	62
-61,3	16	32	48	64	80	96	111	-47,0	9	17	26	35	43	52	61
-61,0	16	32	47	63	79	95	110	-46,8	9	17	26	35	43	51	60
-60,7	16	31	47	62	78	94	109	-46,5	8	17	25	34	42	51	59
-60,3	15	30	46	61	77	92	108	-46,3	8	17	25	34	42	50	58
-60,0	15	30	46	61	76	91	107	-46,0	8	16	24	33	41	49	57
-59,8	15	30	46	61	76	91	106	-45,8	8	16	24	32	40	48	56
-59,5	15	30	45	60	75	90	105	-45,5	8	16	24	32	40	47	55
-59,3	+15	+30	+45	+60	+75	+90	+104	-45,3	+8	+15	+23	+31	+39	+47	+54
-59,0	15	29	44	59	74	88	103	-45,0	8	15	23	31	38	46	53
-58,7	15	29	44	58	73	87	102	-44,7	8	15	22	30	37	45	52
-58,3	14	29	43	58	72	86	101	-44,3	7	14	22	29	37	44	51
-58,0	14	28	43	57	71	85	100	-44,0	7	14	21	29	36	43	50
-57,8	14	28	43	57	71	85	99	-43,8	7	14	21	28	35	42	49
-57,5	14	28	42	56	70	84	98	-43,5	7	14	21	28	35	42	48
-57,3	14	28	42	56	70	83	97	-43,3	7	13	20	27	34	41	47
-57,0	14	27	41	55	69	82	96	-43,0	7	13	20	26	33	40	46
-56,7	14	27	41	54	68	81	95	-42,7	7	13	19	26	33	39	45
-56,3	+13	+26	+40	+53	+67	+80	+94	-42,3	+6	+12	+19	+25	+32	+38	+44
-56,0	13	26	40	53	66	79	93	-42,0	6	12	18	24	31	37	43
-55,8	13	26	40	53	66	79	92	-41,8	6	12	18	24	30	36	42
-55,5	13	26	39	52	65	78	91	-41,5	6	12	18	24	30	36	41
-55,3	13	26	39	52	65	77	90	-41,3	6	11	17	23	29	35	40
-55,0	13	25	38	51	64	76	89	-41,0	6	11	17	22	28	34	39
-54,7	13	25	38	50	63	75	88	-40,7	6	11	16	21	27	33	38
-54,3	12	24	37	49	62	74	87	-40,3	5	10	16	21	27	32	37
-54,0	12	24	37	49	61	73	86	-40,0	5	10	15	20	26	31	36
-53,8	12	24	37	49	61	73	85	-39,8	5	10	15	20	25	30	35
-53,5	+12	+24	+36	+48	+60	+72	+84	-39,5	+5	+9	+14	+19	+24	+29	+34
-53,3	12	24	36	48	60	71	83	-39,3	5	9	14	19	24	29	33
-53,0	12	23	35	47	59	70	82	-39,0	5	9	14	18	23	28	32
-52,8	12	23	35	47	58	69	81	-38,7	5	9	13	17	22	26	31
-52,5	11	22	34	45	57	69	80	-38,3	4	8	13	17	21	25	30
-52,3	11	22	34	45	57	68	79	-38,0	4	8	12	16	20	24	29
-52,0	11	22	34	45	56	67	78	-37,8	4	8	12	16	20	24	28
-51,7	11	22	33	44	55	66	77	-37,5	4	7	11	15	19	23	27
-51,3	11	22	33	44	55	65	76	-37,3	4	7	11	15	19	22	26
-51,0	+11	+21	+32	+43	+54	+64	+75	-37,0	+4	+7	+11	+14	+18	+21	+25

Tabela 11 - Catálogo fotográfico do céu, publicado pelo observatório da Argel em 1903.

Não encontramos um discurso informando se o projeto da carta e do catálogo foram concluídos nos documentos analisados – mesmo porque muitos observatórios ainda não haviam terminado seus trabalhos. De fato, tratava-se de um trabalho oneroso, ao adquirir os instrumentos, calibrá-los, realizar provas, obter os clichês, verificar erros nos clichês, medir a placa, calcular as ascensões, calcular as reduções e outras variáveis, publicar os resultados, tanto para a carta quanto para o catálogo.

3.4 Análise dos relatórios

Procuramos neste momento refletir sobre o Congresso de 1887, momento que consideramos ser a fundação das bases a serem seguidas nas demais reuniões do Comitê Permanente. Em relação aos países que tiveram representação nesse congresso, o gráfico abaixo permite uma comparação.

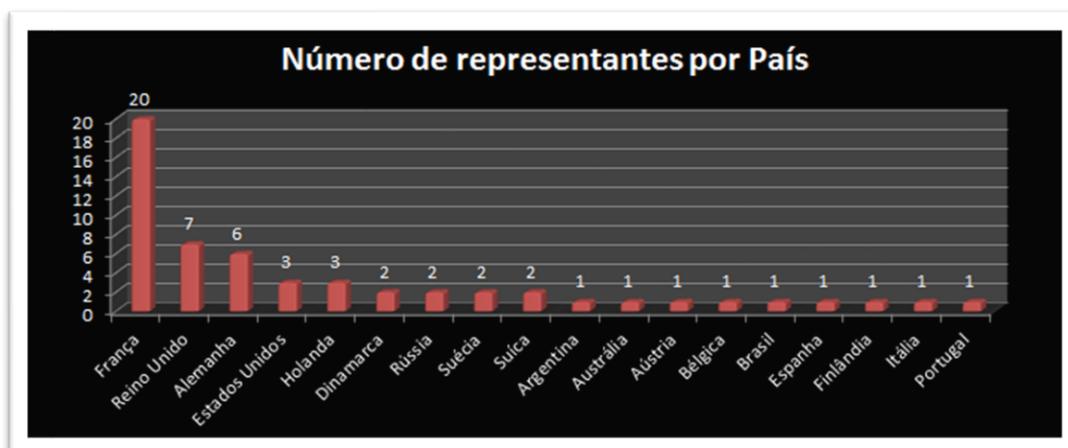


Tabela 12 - Representantes por país.

Percebe-se, nitidamente, que a França – idealizadora do projeto, sede do congresso e do Comitê Permanente e do Escritório do Comitê Permanente – possuiu a maioria dos presentes nesse evento. A preocupação de Gill, quanto aos observatórios presentes nos hemisférios boreal e austral, foi pertinente.



Tabela 13 - Representantes por Hemisfério

Poderíamos acrescentar, ao número de hemisférios austrais o observatório da Cidade do Cabo – o gráfico acima é baseado apenas em critérios geopolíticos, sendo que no período a África do Sul ainda era um território britânico. O mesmo se aplica para os observatórios da Austrália. Além disso, Mouchez reiterou que seria possível contar com o observatório de Santiago (Chile) para a execução do projeto.

O Projeto *Carte du Ciel* foi uma das primeiras tentativas de cooperação internacional, mas podemos melhor defini-lo como uma cooperação internacional entre países europeus, com predominância de representantes franceses.



Tabela 14- Países por continente.

Alguns astrônomos possuíam uma grande reputação, a julgar pelos discursos no Congresso e pelo número de votos recebidos para participar das comissões, a saber: Irmãos Paul e Prosper Henry, do Observatório de Paris; David Gill, do Observatório da Cabo da Boa Esperança; Struve, do Observatório de Pulkovo; além do próprio almirante Mouchez, idealizador desse projeto.

A participação nas discussões dos representantes dos observatórios da América do Sul (Rio de Janeiro e La Plata) foi mínima – opinaram apenas quando foram questionados se haveria condições financeiras para arcar com os custos dos equipamentos. Da mesma forma, não ocuparam nenhum cargo nas comissões criadas no Congresso.

A Academia de Ciências de Paris ficou encarregada de enviar os convites aos observatórios estrangeiros, além de organizar o Congresso e se responsabilizar pela impressão dos *Compte rendu* e demais comunicações. Uma atenção maior sobre os interesses dessa academia no projeto será essencial para entendermos quais eram seus interesses, motivações e expectativas no próximo capítulo.

A partir da segunda Reunião do Comitê Permanente, os presentes foram divididos entre membros e cientistas convidados, a saber:

Sobre a quantidade total nessas 5 reuniões de membros, convidados e convidados que se tornaram membros, teremos o quadro a seguir:

Membros	38
Convidados	83
Convidados que se tornaram Membros	5
Total	126

Tabela 15 - Convidados que se tornaram membros.

Se considerarmos apenas os membros por país:

Membros por país	1889	1891	1896	1900	1909
França	7	7	6	5	4
Reino Unido	1	1	2	2	3
Alemanha	0	1	1	1	2
Cabo da Boa Esperança	0	1	1	1	2
Holanda	2	2	1	1	2
Itália	2	3	2	2	2
Argentina	1	1	0	0	1
Austrália	0	0	0	0	1
Bélgica	0	0	0	0	1

Argel (colônia francesa)	1	1	1	1	1
Escócia	0	0	0	0	1
Espanha	1	1	1	1	1
Estados Unidos	0	0	0	0	1
Finlândia	0	1	1	0	1
México	1	0	1	2	1
Rússia	1	0	1	0	1
Áustria	0	0	0	0	0
Brasil	1	0	0	0	0
Chile	0	0	0	0	0
Dinamarca	0	0	0	0	0
Grécia	0	0	0	1	0
Suécia	1	0	1	1	0
Suíça	1	0	0	1	0
Uruguai	0	0	0	0	0
Número de Membros por ano	20	19	19	19	25

Tabela 16 - Convidados que se tornaram membros por país.

Percebemos, claramente, que em todas as reuniões do Comitê Permanente do projeto *Carte du Ciel* estiveram presentes mais membros da França, seguido por Reino Unido e Alemanha.

Dos membros que participaram de todas as reuniões, podemos citar apenas Baillaud, do observatório de Toulouse, França; e Bakhuyzen, do observatório de Leiden, Holanda. A maioria participou de apenas uma reunião, em decorrência do abandono de alguns observatórios, como Rio de Janeiro e La Plata, ou pelo ingresso de novos observatórios em 1909 (11).

	5 reuniões	4 reuniões	3 reuniões	2 reuniões	1 reunião
Participação em todas as reuniões dos membros	2	8	9	9	15

Tabela 17 - Participações nas reuniões.

Em relação aos cientistas convidados por ano, teremos o quadro a seguir:

Convidados por país	1889	1891	1896	1900	1909
França	6	6	10	16	33
Reino Unido	4	3	4	0	3
Estados Unidos	1	0	2	4	2
Bélgica	2	0	0	0	2
Itália	0	0	0	0	1
Dinamarca	1	0	0	0	1
Chile	1	1	0	0	1
Áustria	0	0	0	0	1
Alemanha	0	0	0	1	1
Uruguai	0	0	0	1	0
Suíça	0	0	0	0	0
Suécia	0	0	0	0	0
Rússia	1	1	0	0	0
México	2	0	0	0	0
Holanda	0	0	0	0	0
Grécia	0	0	0	0	0
Finlândia	0	0	0	0	0
Espanha	1	0	0	0	0
Escócia	0	0	0	1	0
Cabo da Boa Esperança	0	0	0	0	0
Brasil	0	0	0	0	0
Austrália	0	0	0	0	0
Argentina	0	0	0	0	0
Argel (colônia francesa)	0	0	0	0	0
Número de Convidados por ano	19	11	16	23	45

Tabela 18 - Cientistas convidados por reunião.

Observamos um predomínio, em maior grau, dos cientistas convidados de origem francesa, mais acentuada do que em relação aos membros do Comitê Permanente. Em relação aos cientistas convidados que participaram de todas as reuniões do Comitê, podemos citar apenas Bouquet de La Grye, da Academia de Ciências de Paris, França; e Gauthier, construtor de instrumentos, França. A maioria dos convidados participou de apenas uma reunião, caracterizando esse grupo como um grupo bem heterogêneo.

	5 reuniões	4 reuniões	3 reuniões	2 reuniões	1 reunião
Participação completa dos convidados	2	3	3	19	59

Tabela 19 - Participação em reuniões do Comitê Permanente.

Percebemos em 1889 um aumento no número de diretores de observatórios como membros do Comitê Permanente.

Comparando o número de membros do Comitê Permanente com o número de cientistas convidados, obteremos o quadro a seguir:

Recorrência por ano	1887	1889	1891	1896	1900	1909
Membros do Comitê Permanente X	36 membros estrangeiros x	20 MC	19 MC	19 MC	19 MC X	25
Cientistas convidados	20 membros franceses	X 19 CC	X 11 CC	X 16 CC	23 CC	MC X 45 CC

Tabela 20 - Membros do Comitê e Cientistas convidados.

Percebemos, ainda, que nas três primeiras reuniões do Comitê havia mais membros do que cientistas convidados. A partir de 1900, com a proposta de cooperação internacional para a observação do planeta Eros, essa relação se inverte. Podemos afirmar à princípio que neste momento já havia uma transição dos trabalhos antes voltados exclusivamente para a *Carte du Ciel* para uma nova forma de cooperação astronômica internacional.

Epílogo: O uso da fotografia na produção da carta e do catálogo celeste

Foram estabelecidos os objetivos do Congresso de 1887 (carta e catálogo fotográficos), tendo como justificativa os progressos realizados na fotografia astronômica. Para tanto, era necessário:

1. Utilizar exclusivamente os telescópios refratores (resolução 4);
2. Fotografar estrelas até a 14ª grandeza para a carta (resolução 5) e até a 11ª grandeza para o catálogo (resolução 19);
3. A abertura da objetiva deveria ser de 0,33m, e, de forma que um minuto de arco seria aproximadamente representado por 0,001m (resolução 6).
4. O aplanetismo e o acromatismo das objetivas deveriam ser calculados de acordo com as radiações próximas do raio G de Fraunhofer (resolução 8);
5. Todas as placas deviam ser preparadas segundo uma única fórmula;
6. As objetivas deviam ser construídas de maneira que o campo utilizável será de 1º ao menos a partir do centro (resolução 13);
7. Obrigatoriedade de executar duas séries de clichês para eliminar as falsas estrelas (resolução 14);

8. Inscrição na placa fotográfica de dados necessários para obter sua orientação e escala (resolução 18).

Para garantir o comprimento desses parâmetros, foram aprovadas resoluções como a instituição de um controle permanente (resolução 10) e a realização de uma série preliminar de testes com exposições mais curtas (resolução 18).

Consideramos que as resoluções mais relevantes para o projeto foram as relacionadas aos instrumentos utilizados e aos limites a serem fotografados.

O instrumento escolhido, sem discussão no Congresso, foi a equatorial fotográfica elaborada pelos Irmãos Henry e construída pelo fabricante de instrumentos de precisão, P. Gauthier. Podemos inferir que a ausência de discussões decorreu de uma aceitação pela comunidade astronômica internacional – ao menos dos participantes que estiveram presentes no congresso de 1887 – de que as fotografias obtidas pelos Irmãos Henry possuíam uma qualidade excepcional, superior aos demais instrumentos em uso.

Quanto ao limite de magnitude das estrelas, tal definição foi importante para delimitar a grandeza desse projeto. Ao mesmo tempo em que se desejava fazer um “monumento imperecível” dos céus, um projeto cuja amplitude garantiria um lugar junto aos grandes catálogos e mapas feitos pelos grandes astrônomos de outrora, os participantes enfrentaram a dificuldade de executar materialmente esse projeto: quantidade de placas, seu devido estudo e cálculo, seu armazenamento. Tudo isso dependia do limite de magnitude das estrelas a serem fotografadas.

Percebemos que os observatórios que já possuíam minimamente a estrutura necessária para o desenvolvimento do projeto foram capazes de completar a execução fotográfica que lhes coube. Outros observatórios, notadamente aqueles da América do Sul, enfrentaram graves problemas e a maioria acabou saindo do projeto.

O uso da fotografia para a obtenção das placas não foi questionado ao longo do projeto. Não porque fosse desconhecido por seus membros a possibilidade de alteração do negativo fotográfico, ou outras técnicas de modificação da imagem original. Mas sim pelo fato de ter sido estabelecido um protocolo científico que garantisse seu uso como um dado científico.

Dentre esses protocolos destacamos o instrumento a ser utilizado, o tempo de pose, a pose dupla, as informações a serem disponibilizadas em cada clichê, as provas a serem enviadas para o Comitê Central, o posicionamento das estrelas de referência, citadas em outras cartas e catálogos aceitos pela comunidade científica. Esse conjunto de regras a serem

observadas permitiu que essas imagens fossem usadas para medição, posicionamento e catalogação das estrelas observadas.

Tal reflexão pode responder nossa hipótese inicial sobre a forma pela qual a fotografia foi entendida e utilizada nesse projeto: como um instrumento científico, balizada por normas a serem obrigatoriamente – ao menos era a proposição – adotadas por todos os cientistas participantes desse projeto.

Contudo, cabe lembrar que tais proposições, em especial a escolha do instrumento a ser usado, foram discutidas anteriormente, entre as correspondências trocadas entre Gill e Mouchez, e não nos congressos em si. Tal reflexão é consonante com a proposta de Bruno Latour ao considerar que para entender como a ciência é realizada não basta recorrermos apenas aos seus produtos prontos, mas sim aos atores e às escolhas que foram realizadas ao longo do processo.

Se, por um lado, compreendemos como a fotografia científica foi utilizada na execução da *Carte du Ciel*, cabe agora analisarmos a posição política e social dos agentes desse projeto na comunidade científica internacional.

Capítulo 4: O lugar do Projeto *Carte du Ciel* na sociedade científica internacional



Figura 35 - Primeira Assembleia Geral da União Astronômica Internacional (IAU) EM Roma, Itália, 1922.

Fonte: <<https://www.iau-100.org/iau-history>>. Acesso em 15/10/2022.

Buscamos neste momento inserir o projeto de astrofotografia em um contexto social e político mais amplo, abordando fatores externos à prática científica para tentarmos compreender seu significado para a comunidade científica internacional do final do século XIX.

Para tanto, neste capítulo discutimos a legitimidade dada ao projeto *Carte du Ciel* por meio de seus agentes políticos, concentrando nossas reflexões em torno de duas instituições-chave no campo da astronomia: a *Royal Society Academy* (Inglaterra) e a *Académie des Sciences* (França). Além das academias, procuramos compreender o papel do projeto *Carte du Ciel* em outros campos de divulgação científica: os periódicos científicos e as exposições universais, como formas de legitimação no cenário científico e político internacional.

Consideramos que o papel das academias e sociedades científicas foi fundamental para o desenvolvimento do projeto, de forma que a ausência destes, seja em decorrência de escolha ou de impossibilidade de participação, trouxe consequências relevantes para o projeto.

Como já vimos nos capítulos precedentes, a astronomia é uma ciência extremamente dependente do suporte estatal, dada sua complexa organização material, envolvendo tanto infraestrutura arquitetônica (observatórios), quanto instrumentos (telescópios). Para a execução da *Carte du Ciel*, houve um esforço do governo francês na promoção deste projeto, bem como do governo Inglês, ressalvadas algumas características que veremos a seguir.

Como fio condutor de nossa análise aqui, consideraremos a participação dessas academias e de outras sociedades científicas na execução de projetos científicos internacionais.

4.1 Cooperações acadêmicas internacionais no século XIX

O Projeto *Carte du Ciel* não foi a primeira tentativa de cooperação internacional. Galison e Daston em seu ensaio *Scientific Coordination as Ethos and Epistemology* abordam os parâmetros que levaram os cientistas desse período a buscarem soluções conjuntas. Dentre os parâmetros, destaca-se a questão geográfica como um dos principais motivos para essa colaboração (GALISON; DASTON, 2008, p. 298). No campo da astronomia, principalmente, a necessidade de observação celeste a partir de diversos pontos no globo terrestre é fundamental para se obter melhores resultados.

Propomos como introdução ao capítulo o arrolamento breve de alguns desses projetos que envolveram a cooperação científica internacional na área de astronomia.

Começamos com talvez o projeto mais citado pelos participantes da *Carte du Ciel*. Fundada em 1863 por 26 astrônomos (incluindo F.W.A. Argelander) e concluída em 1954, a *Astronomische Gesellschaft* (Sociedade Astronômica) possuía três objetivos principais: organizar congressos, coordenar projetos amplos (como catálogos de estrelas) e publicar artigos acadêmicos na área de astronomia.

O projeto mais ambicioso e global da sociedade foi o *Astronomische Gesellschaft Katalog* (AGK) foi um catálogo de estrelas até a nona magnitude, iniciado em 1861 pelo astrônomo prussiano Friedrich W. A. Argelander, e publicado em 1912. Uma segunda edição (AGK2) foi realizada em 1924, a partir de fotografias e publicada entre 1951 e 1958. Por fim, uma terceira edição ocorreu em 1969, com o objetivo de indicar o movimento de cada estrela, sendo publicada em 1975.

No início do século XX o astrônomo estado-unidense George E. Hale (1868-1938) convidou diversos cientistas e sociedades científicas a participar de discussões acerca dessa temática por meio de uma circular. Como a resposta foi positiva, decidiu-se convocar uma conferência em *New College Oxford*, e posteriormente um congresso internacional de ciências a ser realizado próximo à exibição de Saint Louis, sendo denominada de *International Union for Solar Research* (1904). De acordo com Hale, “The object proposed was an international organization, so planned as to interfere in no way with individual liberty, but rather to aid and suggest, wherever it could be of service, and to collect information for discussion” (HALE, 1904, p.13)¹⁰⁶.

Diversas sociedades científicas aceitaram participar dessa cooperação, entre eles: a Real Sociedade Inglesa, a Academia de Ciências de Paris, a Academia de Ciências de Viena, a Sociedade Astronômica e Astrofísica Americana, a Sociedade Astronômica da França. As pesquisas ocorreram entre 1905 e 1913, e essas atividades foram consideradas um prelúdio à IAU (*International Astronomical Union*).

Outro exemplo de cooperação científica internacional foi a criação da Associação Internacional de Geodésica (*Internationale Gradmessung*), fundada em 1862, tendo como objetivo desenvolver trabalhos de Geodésica na região da Europa Central. Inicialmente denominada de *Mitteuropäische Gradmessung*, recebeu o atual nome apenas em 1886. O novo nome buscava demonstrar a importância da internacionalização na pesquisa nessa área.

Além dos casos já citados, convém lembrar os já citados nos capítulos anteriores: as cooperações científicas para a observação dos Trânsitos de Vênus (1874 e 1872) e a

¹⁰⁶ “O objetivo proposto era uma organização internacional, planejada de modo a não interferir de forma alguma na liberdade individual, mas sim auxiliar e sugerir, onde quer que pudesse ser útil, e coletar informações para discussão” (HALE, 1904, p.13, tradução nossa).

discussão sobre a padronização de um marco zero na Conferência Internacional do Meridiano (1884) em Washington.

Percebemos nestes breves exemplos que havia uma necessidade física, material, de cooperação científica no período. Tal fato decorreu principalmente da escala do objeto a ser estudado: para a realização de medições era necessário considerar diversos pontos do globo terrestre, sendo que o envio de missões científicas era financeiramente impraticável, quando não mesmo impossível, dependendo do tipo de instrumento a ser utilizado. Desta forma, a divisão de trabalhos considerando um objetivo comum era indispensável para o desenvolvimento do conhecimento científico.

Esse conhecimento científico, contudo, não era neutro ou tampouco externo às características sociais, econômicas e políticas das sociedades onde foi engendrado. Ao contrário – e como vimos nos capítulos precedentes - a própria organização material de um observatório astronômico já possuía sua função social, sendo considerado um espaço de poder político.

Verificamos anteriormente como se deu a construção do projeto *Carte du Ciel* – analisaremos neste momento como ocorreu a consolidação e a legitimação social, científica e política desse projeto francês.

4.2 Formas de legitimação: academias, periódicos, exposições universais

Criadas na segunda metade do século XVII, essas instituições estão relacionadas não apenas ao novo modelo da ciência denominada moderna, embasada na filosofia experimental e empírica oriunda das revoluções científicas, citadas anteriormente, mas também a uma nova configuração de Estado Moderno e da sociedade civil (PHILIPS, 2016, p. 225). Serviram em um primeiro momento como uma base legitimadora para que esses novos filósofos garantissem autoridade e legitimidade social, passando a ganhar maior relevância com a divulgação de informações e práticas científicas (por meio dos periódicos e das revistas especializadas) e pela formação de redes de contatos entre seus pares.

Em geral, ambas – academias e sociedades – possuíam o mesmo papel: experimentação, pesquisa e desenvolvimento das ciências naturais. O ponto que podemos distingui-las é em relação ao suporte do governo: as academias geralmente estão incorporadas no aparelho estatal, sendo reconhecidas como uma instituição do governo e recebendo assim verbas financeiras para a execução de suas atividades. São menores – em relação ao tamanho de associados – e mais restritas. Já as sociedades eram mais amplas e abertas, sendo financiadas diretamente por seus membros.

As academias e sociedades científicas foram fortemente agregadas pelo Estado Moderno, não apenas por conta do prestígio, à época, de possuir tal instituição, mas também pela concepção de que o estudo da natureza poderia fornecer respostas úteis (pragmáticas) para a melhoria no processo de manufatura e agricultura (PHILIPS, 2016, p. 227-228). Em retorno, eram por muitas vezes incorporadas aos quadros gerais de administração do Estado, recebendo verbas e estrutura para a prática científica. Segundo McClellan III, esse fator foi o diferencial dessas instituições para outros grupos no passado (MCCLELLAN III, 2008, p. 89): a incorporação dentro da rede oficial do Estado.

As primeiras academias/sociedades científicas foram a *Royal Society of London* (1662), no Reino Unido e a *Académie Royale des Sciences* (1666) na França.

Para McClellan III, esse tipo de instituição tinha como objetivo:

In a quid pro quo exchange between state and institution, scientific societies delivered technical expertise in support of governance. In return, scientific societies received recognition, aid, and a modicum of independence to govern their own affairs. The Paris Academy, for example, judged patent claims. The Royal Society of London provided occasional expert opinion to the British government on matters such as protecting buildings against lightning strikes¹⁰⁷ (MCCLELLAN III, 2008, p. 92).

A historiadora Martha Ornstein (1978-1915) ofereceu uma boa perspectiva sobre o papel das Academias Científicas em sua tese de doutorado defendida em 1913, *The role of scientific societies in the seventeenth century*, abrangendo as sociedades científicas italianas de Lincei (1600-1630) e Cimento (1657-1967); a Royal Society inglesa; a *Académie des Sciences* francesa; e as Academias Científicas Germânicas de Leibniz e Berlin. Dado nosso escopo, trataremos das academias e sociedades científicas inglesa e francesa.

Para Ornstein, não é mero acaso a criação de academias e sociedades científicas ao longo do século XVII, mas sim uma consequência da nova forma de se produzir ciência promovida por Descartes, Galileu, Bacon, dentre outros. Trata-se, portanto, de um período de intensa atividade científica cujos desdobramentos serviram como base para a ciência moderna.

A *Royal Society* inglesa e a *Académie des Sciences* francesa possuíam, em sua fundação, uma característica comum: os experimentos científicos eram importantes, mas deveriam também estar relacionados com questões práticas envolvendo o comércio e a

¹⁰⁷ “Em uma troca quid pro quo entre o estado e a instituição, as sociedades científicas forneceram conhecimentos técnicos em apoio à governança. Em troca, as sociedades científicas recebiam reconhecimento, ajuda e um mínimo de independência para governar seus próprios assuntos. A Academia de Paris, por exemplo, julgou reivindicações de patentes. A Royal Society of London forneceu opiniões especializadas ocasionais ao governo britânico sobre questões como proteção de edifícios contra raios” (MCCLELLAN III, 2008, p. 92, tradução nossa).

manufatura (ORNSTEIN, 1928, p. 91). Contudo, havia uma diferença notável entre ambas as instituições – a vinculação com o Estado. A *Royal Society* possuía uma estrutura mais flexível, por não estar subordinada diretamente ao Governo Inglês, ao mesmo tempo que foi impactada pela falta de recursos financeiros. Ao contrário, a *Académie des Sciences* possuía a rigidez característica de uma instituição pública bem como o suporte financeiro do tesouro nacional francês. Nesse ponto, o rei Luís XIV foi uma figura de destaque por não apenas oferecer pensões fixas para os cientistas da academia, mas também por disponibilizar bolsas de pesquisa para cientistas estrangeiros de renome (ORNSTEIN, 1928, p.92).

Além disso, métodos de experimentação distintos foram utilizados pela *Royal Society* e pela *Académie*: enquanto a primeira desenvolvia seus experimentos de forma isolada por seus membros, na instituição francesa os experimentos eram primeiramente discutidos e depois realizados conjuntamente nos laboratórios.

A autora destaca, por fim, que dada a hegemonia francesa no continente sob o reinado de Luís XIV, seu modelo de academia de ciências (estatal, com suporte do monarca) foi mais implementado em outros países do que o modelo inglês.

A hegemonia das academias e sociedades científicas perdurou até fins do século XIX, quando novas formas de produção de conhecimento passaram a ocupar outros espaços. Crosland (1992) aponta como exemplos que resultaram no enfraquecimento da *Académie* francesa a criação de diversos institutos técnicos não apenas em Paris, mas também Nancy, Grenoble e Toulouse na década de 1890, bem como o desenvolvimento de agências alternativas criadas por industriais para a solução de problemas específicos relacionados ao seu setor (CROSLAND, 1992, p. 440).

A atuação da *Académie des Sciences* no projeto *Carte du Ciel* não foi discreta: foi responsável pela emissão dos convites para a participação aos astrônomos e demais academias/sociedades científicas nos congressos; imprimiu todos os relatórios das reuniões do Comitê Permanente, além dos boletins; participou efetivamente de todos os congressos. A estratégia de organizar um projeto científico de grande porte é consonante com as observações acima de Crosland, onde a *Académie*, diante de uma crise institucional, cobrada pelo governo francês a ao mesmo tempo ameaçada pelos novos locais de produção do conhecimento, tentou protagonizar um projeto de cooperação acadêmica internacional.

No Congresso realizado em 1887, 29 participantes eram oriundos de observatórios; 16 eram representantes de Academias e Sociedades Científicas, e 4 eram de outros campos (professores, construtores de instrumentos).

Contudo, as academias e sociedades científicas presentes eram apenas da França, em sua grande maioria (dezesseis) e do Reino Unido (quatro), contando ainda com um

representante da Sociedade Astronômica de Leipzig (Alemanha). Ainda que os observatórios astronômicos estivessem, conforme já mencionado anteriormente, vinculados ao Estado bem como essas instituições de pesquisa, é notável a ausência de representantes de outros países.

O apoio na realização do Congresso de 1887 e das demais reuniões do Comitê Permanente não foi um ato isolado da *Académie* francesa. Outra estratégia para a divulgação dos conhecimentos produzidos nas academias e sociedades científicas foram os periódicos acadêmicos.

As revistas científicas desenvolvidas na Europa, na segunda metade do século XVII, tais como *Journal des sçavans* (Paris, 1665), *Philosophical Transactions* (London, 1665), *Giornale de literati d'Italia* (Florence, 1668), *Miscellanea curiosa medico-physica* (Schweinfurt, 1670) e *Acta medica et philosophica* (FYFE, 2016, p.388), tinham como principal objetivo a divulgação de práticas, de informações e de métodos científicos em um âmbito local (nacional) num primeiro momento, e posteriormente para um público maior – incluindo as academias e sociedades científicas - vulgarizando o conhecimento científico, com mais destaque para o século XIX.

França, Reino Unido e os Estados Alemães foram os que mais se destacaram na produção desse tipo de comunicação, em decorrência de uma prática científica já bem estabelecida. Contudo, a barreira imposta pela língua, que favorecia a comunicação no mesmo idioma, mas dificultava a trajetória desta para outras regiões de idiomas distintos. fez com que as revistas científicas permanecessem com um caráter local até meados do século XIX.

Para McClean III, o êxito das revistas científicas pode ser explicado pelo fato que possuíam um processo de publicação mais rápido do que os livros e um acesso muito mais amplo do que as correspondências, formas habituais de contato entre a comunidade científica (McClelan III, 2008, p. 900).

A revista científica publicada anualmente pelo Observatório de Paris *Le Bulletin Astronomique*, publicada entre 1884 e 1918, concedeu amplo espaço para a divulgação do congresso de 1887, incluindo um detalhamento de todas as comissões formadas, cargos ocupados e objetivos do projeto (*Le Bulletin Astronomique*, 1887, p. 129). Também publicava *revues* dos boletins do Comitê Permanente (*Le Bulletin Astronomique*, 1890, p. 303).

Por outro lado, o periódico científico inglês *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, um dos mais antigos periódicos ingleses que ainda estão em circulação, também acompanhava o projeto francês, embora de forma mais sucinta. Criada em 1827 e associada

ao Observatório Real de Greenwich, era publicada a cada dez dias. Trata de assuntos relacionados à astronomia e à astrofísica.

Antes do Congresso de 1887, convém destacar o artigo do fabricante de instrumentos científicos de precisão irlandês Howard Grubb intitulado *On the choice of Instruments for Stellar Photography*, onde se adianta às discussões que seriam realizadas no Congresso ao defender o uso do telescópio refletor em detrimento do telescópio refrator. Ao considerar os trabalhos realizados por Gill e os Irmãos Henry, afirma: “I readily admit that the refractors have done better work than I had expected, I am by no means prepared to admit without further demonstration that under equal conditions they may be expected to do better work than the reflectors”¹⁰⁸ (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1887 p. 310).

Destacam-se também o artigo de C. Pritchard (*Remarks on some of the presente Aspects of Celestial Photography*) onde cita brevemente a realização da *Carte du Ciel* (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1887, p. 324); e o artigo de Isaac Roberts *Photographic Search for the Minor Planet Sappho*, onde cita algumas dificuldades a serem enfrentadas no projeto francês (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1887, p. 265).

Em geral, a *Monthly News* priorizou os aspectos do projeto relacionados à parte inglesa: artigo sobre os relógios dos telescópios adotados no Congresso de Paris (1889); artigo sobre encomenda a H. Grubb de um telescópio refrator para o observatório de Sidnei (1891); e, principalmente, a execução dos trabalhos da carta e do catálogo nos observatórios de Greenwich e Oxford (1896), além da publicação dos catálogos astrofotográficos (1900).

Mesmo ao considerarmos outros periódicos que não estavam diretamente vinculados a *Académie* francesa ou a *Royal Society* inglesa, percebemos que o projeto *Carte du Ciel* não passou despercebido em outras publicações científicas.

Em contraposição ao *Bulletin Astronomique* e a *Monthly News*, voltadas especificamente para questões relacionadas à astronomia, observamos em 2 periódicos de divulgação científica geral menções ao projeto de astrofotografia francês. A revista científica inglesa *Nature*, de periodicidade semanal, fundada por Norman Lockye e Alexander Macmillan em 04 de novembro de 1869 e atualmente ainda em circulação (é uma das revistas científicas mais citadas na atualidade). Seu propósito foi publicado no editorial de 11 de novembro de 1869:

The object, which is proposed to attain by this periodical, may be broadly stated as follows. It is intended, FIRST, to place before the public the grand

¹⁰⁸ “Eu prontamente admito que os refratores fizeram um trabalho melhor do que eu esperava, não estou de forma alguma preparado para admitir, sem maiores demonstrações, que sob condições iguais pode-se esperar que eles façam um trabalho melhor do que os refletores” (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1887 p. 310, tradução nossa).

results of Scientific Work and Scientific Discovery; and to urge the claims of science to a more general recognition in Education and Daily Life. SECONDLY, to aid scientific men themselves by giving early information of all advances made in any branch of Natural knowledge throughout the world, and by affording them an opportunity of discussing the various scientific questions, which arise from time to time¹⁰⁹ (NATURE, Editorial, Janeiro, 1870).

A revista deu ampla cobertura ao Congresso de 1887 (*Nature* 21/04/1887, p. 584-585; 02/06/1887, p. 112-113), bem como as demais reuniões do Comitê Permanente (*Nature* 22/01/1891; 09/04/1891; 30/04/1891; 13/08/1896; 10/06/1909). Apesar de não encontrarmos referências diretas nos anos de 1889 e 1900, percebemos que tal projeto foi periodicamente lembrado pelo periódico inglês.

Em geral não há grandes discussões acerca do projeto francês, mas sim um resumo das atividades realizadas nas reuniões bem como a hospitalidade do Governo francês:

Prince Roland Bonaparte gave a reception to the members of the conference and their wives and families at his charming house in the Avenue d'Iéna. On the Thursday Baron Rothschild entertained some of the members to dinner and on the same evening there was a delightful reception at the Paris Observatory, at which was given a little comedy by members of the Theater Français, and a little operetta by members of the Opéra Comique, the evening concluding with a tour de valse. Many private entertainments to members were given at the hospitable homes of the Paris members of the conference, and the whole concluded with a banquet at the observatory on the Saturday evening at which covers were laid for eighty-two guests¹¹⁰ (NATURE, 10/06/1909, p. 443).

Interessante ressaltar a menção ao Príncipe francês Roland Bonaparte, sendo que o último Bonaparte que governou a França, Napoleão III, foi retirado do poder justamente na proclamação da Terceira República francesa em 1870. De qualquer forma, podemos perceber que houve uma preocupação do Governo francês em proporcionar não apenas meios e

¹⁰⁹ “O objetivo a que este periódico se propõe atingir pode ser amplamente expresso da seguinte forma. Pretende-se, PRIMEIRO, colocar perante o público os grandes resultados do Trabalho Científico e da Descoberta Científica; e exortar as reivindicações da ciência a um reconhecimento mais geral na Educação e na Vida Cotidiana. SEGUNDO, para ajudar os próprios cientistas, dando informações antecipadas de todos os avanços feitos em qualquer ramo do conhecimento natural em todo o mundo, e dando-lhes uma oportunidade de discutir as várias questões científicas que surgem de tempos em tempos” (NATURE, Editorial, Janeiro, 1870, tradução nossa).

¹¹⁰ “O príncipe Roland Bonaparte deu uma recepção aos membros da conferência e suas esposas e famílias em sua charmosa casa na Avenue d'Iéna. Na quinta-feira, o Barão Rothschild recebeu alguns dos membros para jantar e na mesma noite houve uma deliciosa recepção no Observatório de Paris, na qual foi apresentada uma pequena comédia por membros do Theatre Français e uma pequena opereta por membros da Ópera Comique, a noite terminando com um tour de valse. Muitos entretenimentos privados para os membros foram oferecidos nas casas hospitaleiras dos membros da conferência em Paris, e tudo foi concluído com um banquete no observatório na noite de sábado, no qual foram colocadas as cobertas para oitenta e dois convidados (NATURE, 10/06/1909, p. 443, tradução nossa).

condições para que as reuniões do Comitê fossem realizadas em uma perspectiva científica, mas também garantir uma difusão da cultura francesa.

A outra revista científica de ampla divulgação foi a francesa *La Nature*, fundada em 1873 por Gaston Tissandier. A revista possuiu uma vida longa, tendo sido incorporada pela revista *La Recherche* em 1972. Era especializada em questões relativas à natureza.

Nessa revista há um destaque maior para os trabalhos realizados no observatório de Paris e a proposta da *Carte du Ciel*. Ao contrário das demais revistas citadas anteriormente, há uma quantidade maior de ilustrações:

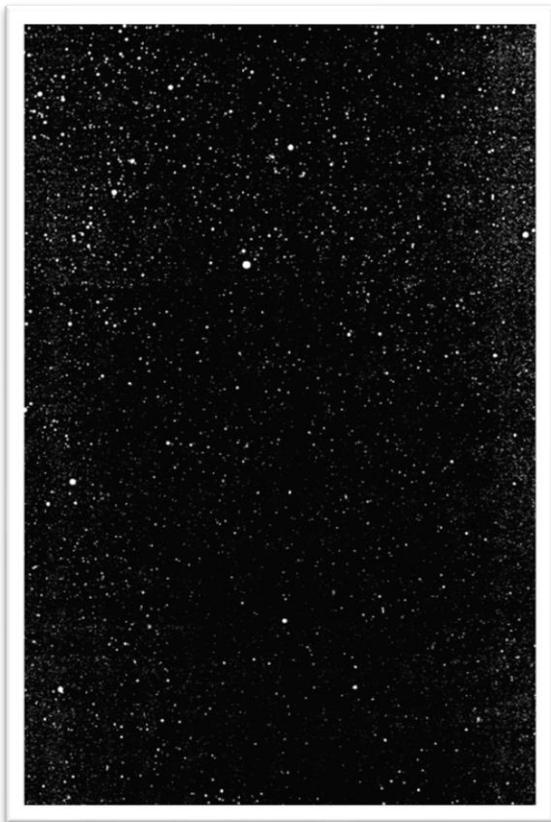


Figura 33 - Parte da constelação de Cassiopeia. Fac-símile de uma fotografia do observatório de Paris, obtida pelos Irmãos Henry em 06/11/1896. Fonte: La Nature, 1897, p.201.

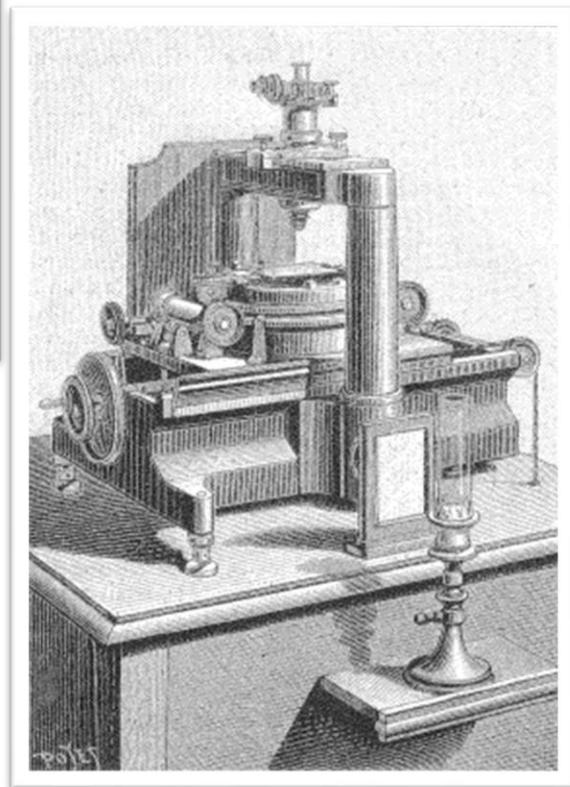


Figura 34 - Instrumento de medição de fotografias celestes construído pelos Irmãos Henry. Fonte: La Nature, 1897, p.200. La Nature, 1897, p.200.

LA CARTE DU CIEL A L'OBSERVATOIRE DE PARIS



Fig. 1. — Photographie d'une portion de la Lune. Copernic (13 février 1886). Agrandissement direct, 31 fois.

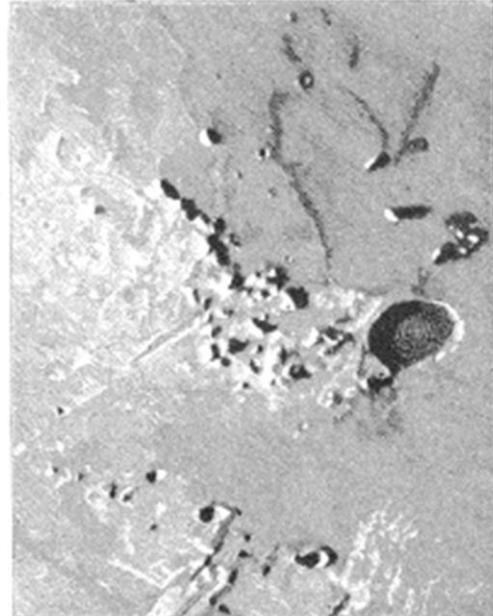


Fig. 2. — Photographie d'une portion de la Lune. Platon (12 avril 1886). Agrandissement direct, 15 fois.

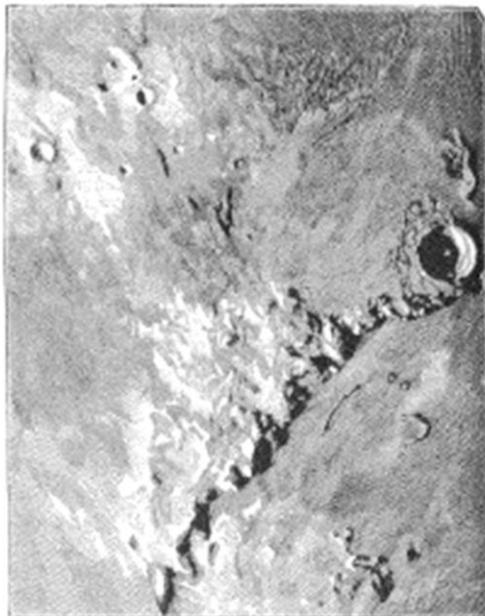


Fig. 3. — Photographie d'une portion de la Lune. Environs d'Eratosthène. Agrandissement direct, 15 fois.



Fig. 4. — Photographie d'une portion de la Lune. Archimède (12 avril 1886). Agrandissement direct, 15 fois.

Fac-similé des photographies de la Lune obtenues par MM. Paul et Prosper Henry, à l'Observatoire de Paris.

Figura 35 - Fac-Símile de fotografias obtidas no observatório de Paris de crateras lunares pelos Irmãos Henry em 1886

Da esquerda para direita: Copernic, Plato, Eratosthène e Archimède). Fonte: La Nature, 1887, p. 321.

Apesar das ilustrações apresentando o trabalho realizado no observatório de Paris, *La Nature* não se diferencia, em relação ao conteúdo, das demais revistas. Podemos inferir, contudo, que houve uma preocupação nas revistas consultadas, de ao menos, citar a realização do Congresso de 1887 e das reuniões subsequentes. O material citado por essas revistas ao publicarem os artigos referentes à *Carte du Ciel* tiveram origem na mesma fonte: as publicações da *Académie des Sciences* francesa (relatórios e boletins).

Uma outra estratégia da *Académie des Sciences* para legitimar a *Carte du Ciel* foi observada na realização das Exposições Universais.

Segundo Pesavento, as exposições universais funcionaram “como síntese e exteriorização da modernidade dos novos tempos e como vitrine de exibição dos inventos e mercadorias postos à disposição do mundo pelo sistema de fábrica” (PESAVENTO, 1997, p. 14). De fato, possuíam uma dimensão econômica e universal, onde as diferentes mercadorias expostas eram comercializadas.

Iniciadas em 1851 em Londres, no Palácio de Cristal sob o título *Grande Exposição dos Trabalhos da Indústria de Todas as Nações*, teve seu auge no final do século XIX e início do século XX, passando por um período de declínio com a Primeira Guerra Mundial, onde os princípios desse tipo de exposição – a crença no progresso industrial e científico bem como a harmonia entre os povos sofreram, na prática, uma forte contestação.

Há um paralelo claro entre as exposições universais realizadas em Paris e encontros do Comitê Permanente:

Ano (Exposição Universal)	País sede	Encontro do Comitê
1888	Madrid (Espanha)	Não
1889	Paris (França)	Sim
1893	Chicago (Estados Unidos)	Não
1897	Bruxelas (Bélgica)	Não
1900	Paris (França)	Sim
1901	Buffalo (Estados Unidos)	Não
1904	St Louis (Estados Unidos)	Não
1905	Liège (Bélgica)	Não

1906	Milão (Itália)	Não
1907	Dublin (Reino Unido)	Não
1908	Hampton Roads (Estados Unidos)	Não
1909	Seattle (Estados Unidos)	Sim

Tabela 21 - Relação entre as reuniões do Comitê Permanente e as Exposições Universais.

Percebemos que nos anos em que Paris sediou a Exposição Universal – 1889 e 1900 – foram também anos de encontro dos membros do comitê permanente, o que é perfeitamente compreensível: uma oportunidade clara de atrair a atenção para os trabalhos realizados na *Carte du Ciel*.

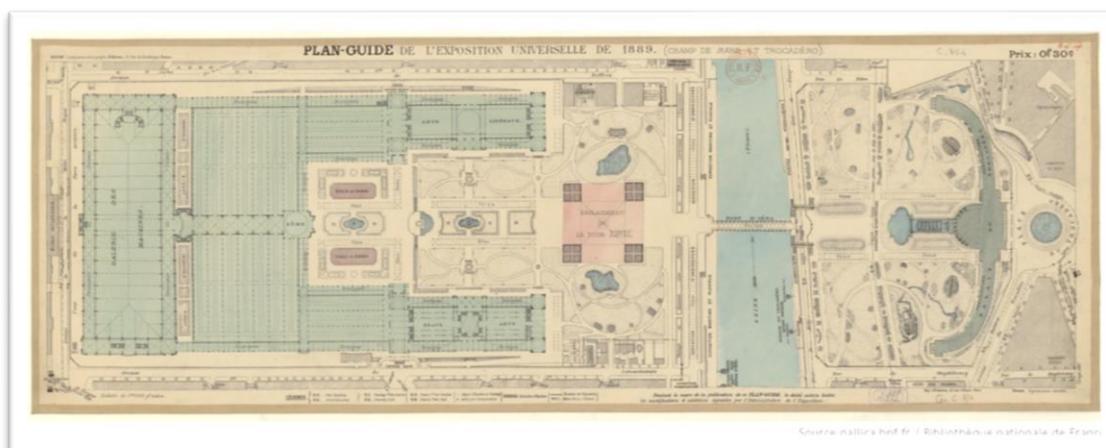


Figura 36 - Mapa da Exposição Universal de Paris em 1889.

Fonte:

<<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b530229468.r=catalogue%20du%20exposition%20universelle?rk=214593;2#>>. Acesso em 18/04/2022.

Concluimos assim que o papel das academias e sociedades científicas estava essencialmente atrelada ao Estado, seja por meio do financiamento direto de suas atividades, seja como forma de legitimação política e social de suas atividades.

Dessa forma, retomando à discussão proposta anteriormente, percebemos que a atividade científica está inserida em uma tessitura social mais ampla, que a legitima e fornece os recursos necessários para sua continuidade. As formas de comunicação dessa atividade, como os periódicos científicos ou as exposições universais embasam esse argumento, demonstrando a existência de um caráter político da ciência.

Quanto ao projeto *Carte du Ciel*, verificamos, dessa forma, que a participação da Academia de Paris foi vital para a realização do projeto, seja pela sua responsabilidade na divulgação e organização do congresso de 1887 e das reuniões do Comitê Permanente, seja por sua divulgação nos periódicos científicos ou, por fim, na utilização das Exposições Universais como forma de divulgar o pretendido protagonismo científico da França.

Entretanto, mesmo com essa estratégia clara do Governo Francês em cooptar observatórios para a execução da *Carte du Ciel*, seja por meio de sua estrutura física ou de disponibilidade de recursos humanos, houve resistências de alguns países ou mesmo desistências de observatórios na execução do projeto francês. Analisaremos agora, sucintamente, o que consideramos as ausências mais relevantes: Estados Unidos e Alemanha, bem como a impossibilidade da execução do projeto, caso de alguns observatórios sul-americanos.

4.3 Resistências e desistências do projeto

Dos observatórios participantes do projeto *Carte du Ciel*, houve apenas um observatório alemão que participou do projeto, sem concluí-lo integralmente (realizou apenas o catálogo, e não a carta): o observatório de Potsdam. Tal fato merece ser destacado, dadas as contribuições significativas de astrônomos alemães para a elaboração de catálogos, tal como o já mencionado Argelander.

A Guerra Franco-Prussiana ocorrida entre 1870 e 1871 pode ter influenciado negativamente para a participação dos observatórios alemães em 1887, hipótese que reforça mais uma vez que o exercício da ciência não está dissociado do contexto social, econômico e política que a compõe.

Nas correspondências trocadas entre os observatórios de Paris e Potsdam, entre 1886 e 1909, não há nenhuma indicação política ou social para a não participação dos observatórios alemães. Nessa discussão, foram apontados apenas argumentos científicos (teóricos e práticos) acerca da resolução adotada pelo congresso em 1891 acerca do uso de telas e malhas metálicas a serem colocadas em frente às objetivas das lunetas, para cálculo das grandezas. Vogel defende que esse trabalho poderia ser calculado por cada observatório, e que tal resolução poderia apresentara riscos graves para os trabalhos executados na carta do céu (CHINICCI, 1999, p. 311).

Ao longo do século XIX houve diversos astrônomos, matemáticos e físicos dos Estados Alemães que contribuíram decisivamente para a ciência astronômica, como Karl Friedrich Gauss (1777-1855), Heinrich Wilhelm Olbers (1758-1840), Karl L. Harding (1765-

1834), Johann Wilhelm Ritter (1776-1810), Johann Georg von Soldner (1766-1833), Joseph von Fraunhofer (1787-1826). Contudo, os observatórios alemães não aderiram ao projeto francês.

A rivalidade entre as duas regiões pode explicar parcialmente a ausência de observatórios alemães no projeto. Uma segunda hipótese pode ser colocada em relação à obrigatoriedade de seguir as resoluções votadas no Congresso, uma vez que na observação do planeta Éros os observatórios alemães de Heidelberg e Leipzig decidiram participar.

Outro país cujos observatórios não participaram da *Carte du Ciel* foram os Estados Unidos.

Edward Charles Pickering, diretor do observatório de *Harvard College* a partir de 1877, participou das conversas iniciais sobre a elaboração e execução do projeto *Carte du Ciel*. Além disso, enviou artigos publicados no *Bulletin*, sobre estudos de fotografia estelar. Contudo, não houve a participação de um observatório dos Estados Unidos no projeto francês.

Pickering não pôde participar do Congresso de 1887 em decorrência dos trabalhos envolvendo a constituição do Memorial Henry Draper, mas enviou uma carta para Mouchez sugerindo alguns parâmetros a serem adotados no Congresso, dentre eles: um telescópio refrator; abertura de 11 ½ polegadas e distância focal de 67 polegadas. Contudo, foram aprovados outros parâmetros: 13 polegadas de abertura e distância focal de 11 polegadas (JONES, 1971, p. 208-209).

No artigo “Telescopes for Stellar Photography” publicado na Revista *Nature* em 1889, Pickering expõe detalhadamente o motivo dessas escolhas, em especial as relacionadas aos instrumentos escolhidos para a observação celeste.

Por outro lado, Pickering desenvolveu projetos astrofotográficos próprios, voltados para a fotometria por meio da fotografia (resultando em 200.000 negativos originais) e no estudo dos espectros estelares (espectroscopia).

Esse grande volume de dados obtidos era incompatível com a quantidade de astrônomos capazes de analisar esses dados. A necessidade de analisar esses dados e o custo para tal fizeram com que o observatório de *Harvard College* contratasse mulheres para o trabalho de medição e catalogação desses dados. Entretanto, individualmente essas mulheres não foram devidamente reconhecidas, sendo denominadas apenas de “Harém” de Pickering. Foram contratadas para esse trabalho cerca de 80 mulheres ganhando 25 centavos a hora (SOBEL, 2017, p. 119).

Verificamos no capítulo anterior que a grande preocupação dos astrônomos estadunidenses que participaram das reuniões do Comitê Permanente foi a obrigatoriedade

em seguir as resoluções votadas no congresso. Isso impossibilitou os observatórios dos Estados Unidos em participarem oficialmente do projeto francês.

Na proposta de cooperação para a observação do planeta Èros, da mesma forma que alguns observatórios alemães, diversos observatórios estado-unidenses aceitaram participar, como Minneapolis, Mount-Hamilton e Washington, uma vez que não se tratavam mais de resoluções a serem seguidas fielmente, mas sim de recomendações a serem acatadas ou não por cada observatório.

Podemos apontar, como uma hipótese a ser devidamente verificada em pesquisas futuras, que a resistência desses países em participar do projeto *Carte du Ciel* esteve associado, em um primeiro momento, à obrigatoriedade em seguir as resoluções do congresso, o que tiraria a autonomia e as condições de realização de outras pesquisas por parte desses observatórios.

Passamos agora para os países que aceitaram as condições de participação impostas no congresso de 1887, mas que não puderam executar a parte que lhes cabia no projeto, em especial o caso do observatório brasileiro.



*Figura 37 - Vista do IORJ no Morro do Castelo.
Fonte: Annales de L'Observatoire Imperial de Rio de Janeiro, 1882, Tomo 1, p. 3.*

A participação do Observatório Imperial do Rio de Janeiro no projeto *Carte du Ciel* (posteriormente denominado Observatório Nacional com a proclamação da República no

Brasil em 1889) foi marcada por uma combinação de necessidades materiais e propensões científicas que fracassaram diante do contexto social e econômico do país.

Desde sua criação, em 1827, possuiu especificamente funções voltadas para o conhecimento de dados astronômicos e meteorológicos que pudessem fornecer informações valiosas para a agricultura, transportes, controle do tempo e demais aplicações práticas. Tal quadro não foi alterado até as gestões de estrangeiros naturalizados brasileiros na década de 1870: o francês Emmanuel Liais (1826-1900) e o belga Luís Cruls (1848-1908).

A gestão do francês E. Liais no IORJ (1871; 1874-1881) foi marcada tanto pela tentativa de divulgar as atividades realizadas pelo observatório quanto pela tentativa de modernizá-lo, buscando novos instrumentos científicos em países europeus, pois julgava os já existentes no IORJ como obsoletos (Henriques, 2010, p. 105). Liais iniciou a publicação dos Anais do Imperial Observatório como forma de divulgar ao grande público a importância das atividades científica praticadas no observatório, bem como apresentar questões e artigos tratados em observatórios no exterior. Liais buscou a separação entre a Escola Militar e o Observatório, para que este tivesse autonomia para realizar o acompanhamento e registro dos fenômenos celestes e meteorológicos voltados para a prática científica, o que acabou gerando um acirrado conflito com Manoel Pereira Reis (1837-1922), antigo astrônomo-adjunto do observatório que, a partir de 1878, teceu diversas críticas à capacidade científica e administrativa do então diretor do observatório (Videira; Oliveira, 2003, p. 45).

Após a saída de E. Liais, Cruls assumiu a direção do IORJ em 1882. Seus objetivos, tal como seu predecessor, foram voltados para a vulgarização das atividades científicas práticas do observatório, como as publicações da Revista do Observatório. Mas além disso, havia uma intenção clara de inserir o Brasil na comunidade científica internacional nos campos da astronomia e da meteorologia.

É interessante notar que tanto E. Liais quanto Cruls utilizaram, respectivamente, o Anuário e a Revista do observatório como formas de mostrar as atividades realizadas ao mesmo tempo em que denunciava as condições precárias de infraestrutura, recursos humanos e instrumentos científicos.

Entendemos que, a pretensão de participar do projeto *Carte du Ciel* poderia servir como um argumento para que as melhorias na infraestrutura (instalações físicas, instrumentos científicos, mão-de-obra qualificada) pudessem ser atendidas pelo Governo brasileiro, o que se mostrou verdadeiro em um primeiro momento.

O imperador D. Pedro II, um reconhecido defensor e apoiador das ciências no Brasil, autorizou Cruls, como vimos no capítulo anterior, a confirmar a participação brasileira no projeto francês desde o primeiro Congresso de Astrofotografia de 1887.

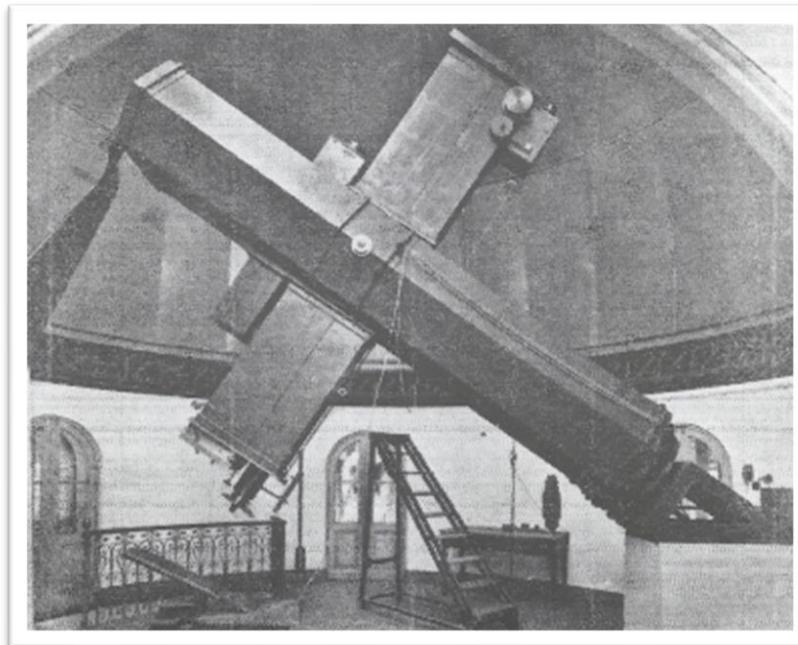
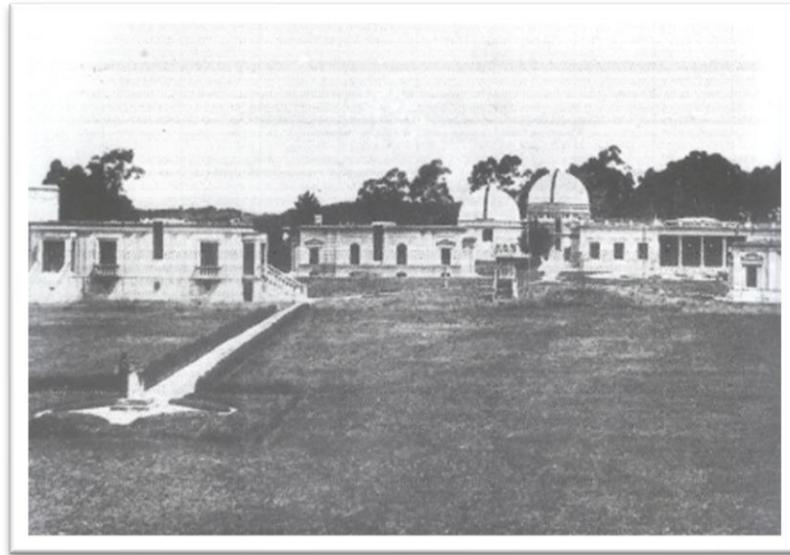
Contudo, com a proclamação da República Brasileira em 1889, outros projetos ganharam importância, como as expedições ao planalto central para escolha da nova capital brasileira.



Figura 38 - Pavilhão construído no novo campus do Observatório Nacional em São Cristóvão, construído entre 1913 e 1921, para abrigar a equatorial fotográfica. Fonte: Teresinha Rodrigues, Observatório Nacional 185, 2012, p. 35.

Foi somente em 1921 que a transferência do observatório do morro do Castelo para São Cristóvão se concretizou. Apesar de ter sido projetada uma cúpula específica para montar a equatorial fotográfica do projeto *Carte du Ciel*, esta nunca foi montada, sendo substituída por outro instrumento.

Além do observatório do Rio de Janeiro, outros 4 observatórios latino-americanos participaram do projeto: Córdoba e La Plata, na Argentina; Santiago, Chile; e Tacubaya, no México.

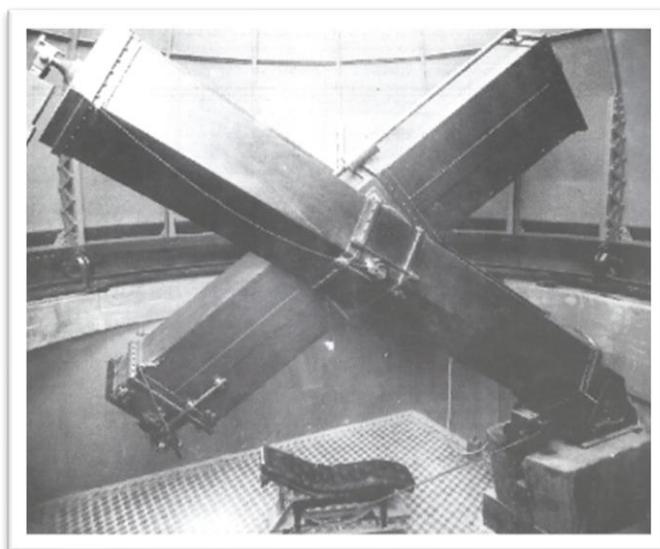


Figuras 39a e 41b - Observatório de La Plata e equatorial fotográfica de Gauthier, encomendada para o projeto Carte du Ciel. Fonte: CHINNICI, 1999, p.113.

Beuf esteve desde o início, em meados de 1886, discutindo a participação do observatório de La Plata no projeto *Carte du Ciel*, sendo um dos primeiros diretores a confirmarem a participação no projeto. Em uma das cartas trocadas com o Mouchez, Beuf cita o estado do observatório do Rio de Janeiro: “J’ai vu Cruls em passant à Rio et visite son Observatoire: il est bien misérable, mais Cruls est gentil”¹¹¹ (CHINICCI, 1999, p. 252).

¹¹¹ “Vi Cruls passar por mim no Rio e visitei seu Observatório: ele [observatório] é muito miserável, mas Cruls é gentil” (CHINICCI, 1999, p. 252, tradução nossa).

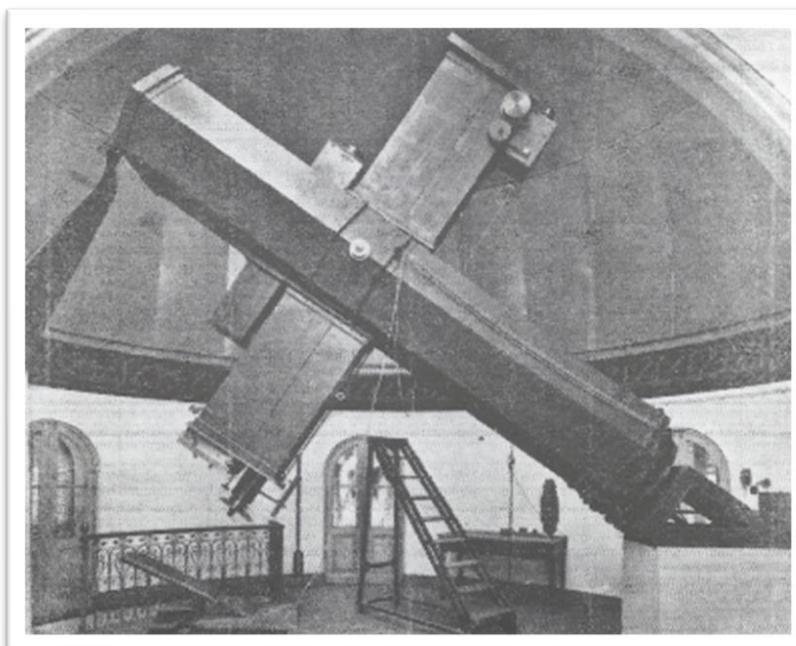
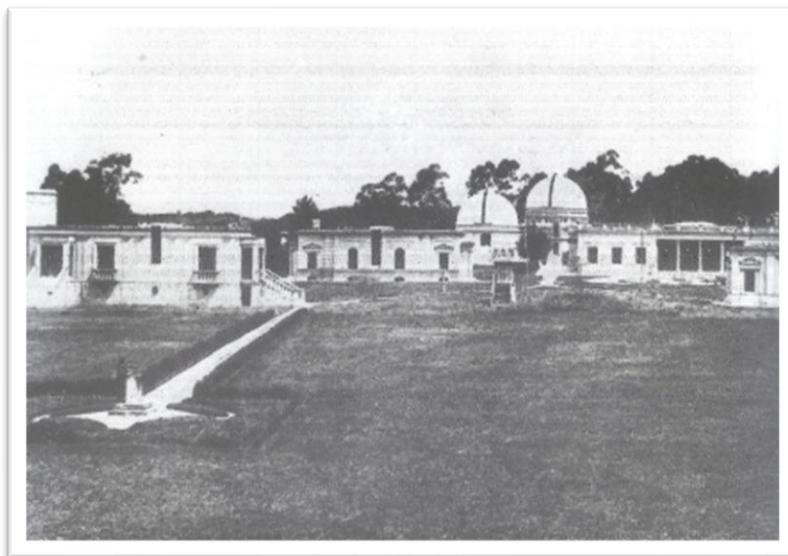
Em decorrência de problemas internos – eleições, crise econômica – Beuf afirmou ter encontrado dificuldades na realização da carta, bem como citou a falta de diversos equipamentos adquiridos junto a Gauthier, mas que ainda não haviam sido enviados. Beuf não tratou mais das questões relativas ao projeto, sendo a última correspondência trocada em 1897, apoiando o novo presidente do projeto *Carte du Ciel*, Loewy.



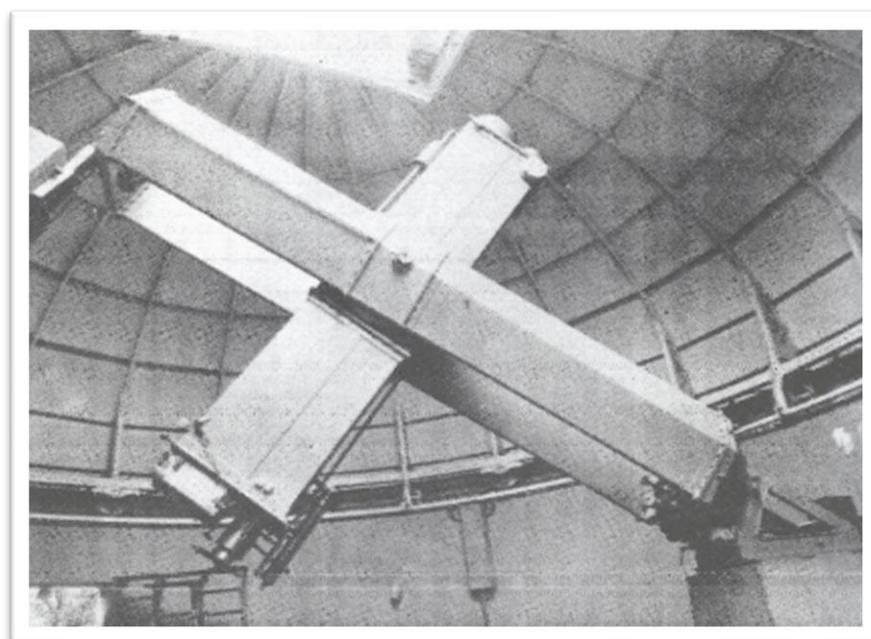
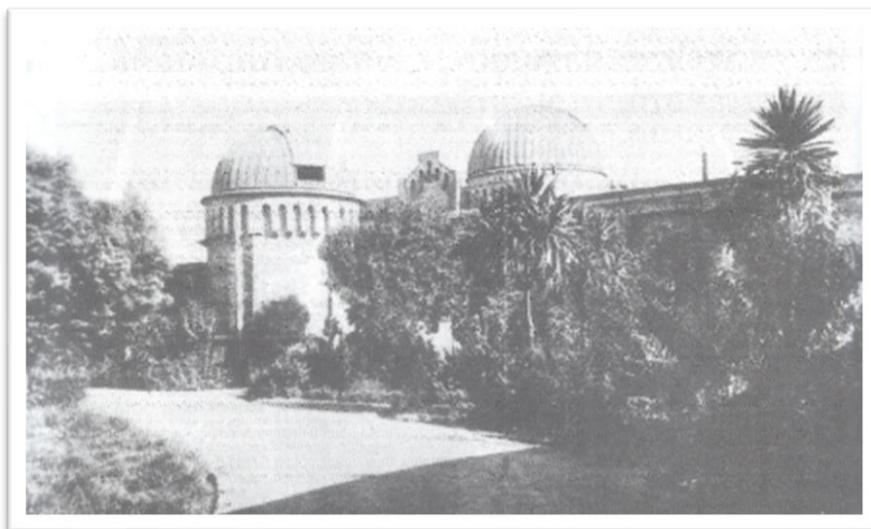
Figuras 40a e 43b - Observatório de Cordoba e equatorial fotográfica de Gauthier, encomendada para o projeto Carte du Ciel. Fonte: CHINNICI, 1999, p.114.

O diretor do observatório de Córdoba assumiu a tarefa dada inicialmente ao observatório de La Plata, em 1900. As trocas de mensagens com o diretor do observatório de Paris, Loewy, mostram que La Plata enfrentou dificuldades na execução do projeto após a morte de seu diretor, Beuf, e em decorrência de um estrago realizado no equipamento (umas das lentes estava furada).

A entrada de Córdoba ocorreu após o envio de doze mil francos para a compra da nova lente (a ser construída pelos irmãos Henry) e de outros instrumentos mecânicos (a serem construídos por Gauthier). Esse material chegou parcialmente a Córdoba em dezembro de 1901, faltando as placas fotográficas que chegaram no decorrer de 1902 – os trabalhos fotográficos começaram, de fato, apenas em 1903, sendo concluídos em 1909.



Figuras 44a e 44b - Observatório de La Plata e equatorial fotográfica de Gauthier, encomendada para o projeto Carte du Ciel. Fonte: CHINNICI, 1999, p.117.



Figuras 415a e 45b - Observatório de Santiago do Chile e equatorial fotográfica de Gauthier, encomendada para o projeto Carte du Ciel. Fonte: CHINNICI, 1999, p.115.

José G. Vergara, apesar de não poder comparecer ao Congresso Internacional de 1887, afirmou que o Governo do Chile estava de acordo, e que um dos ministros do país (Blest Gana) estava em Paris e tentaria adquirir os instrumentos definidos nesse congresso. Foi adquirida a equatorial fotográfica dos irmãos Henry, a ser construída por Gauthier. Interessante ressaltar que as discussões sobre a aquisição desse instrumento foram realizadas pelo diretor do observatório de Santiago, o diretor do observatório de Paris, Mouchez, e pelo ministro chileno em Paris Blest Gana. Inclusive quando Vergara morreu, em 1889, as correspondências foram trocadas entre o ministro e Mouchez.

Após uma intensa troca de mensagens em 1887 e 1889 (24 cartas), o próximo contato ocorreu apenas em 1908, quando o novo diretor do observatório, o astrônomo alemão Friedrich Ristenpart, que ficaria responsável pelos trabalhos relacionados à carta no observatório, denominado agora de Observatório Astronômico Nacional. Contudo, não houve retorno do Observatório de Paris.

Por fim, o único observatório latino-americano localizado no hemisfério norte e que participou do projeto *Carte du Ciel* foi o Observatório de Tacubaya, no México.



Figura 42a e 45b - Observatório de Tacubaya e equatorial fotográfica de Gauthier, encomendada para o projeto *Carte du Ciel*. Fonte: CHINNICI, 1999, p.115.

Em resposta à carta convite enviada pelo presidente do escritório permanente da Carta do Céu, Mouchez, o diretor do Observatório Astronómico Nacional Mexicano, Angel Anguilano, confirmou a participação desse observatório no projeto Carta do Céu, tendo consultado primeiramente o presidente da República acerca dessa questão.

A organização e a disponibilidade do observatório mexicano, em detrimento dos demais observatórios da América do Sul são destacadas por Mouchez em carta endereça ao presidente mexicano Porfírio Diaz:

Elle est d'autant plus heureuse que par suite des troubles politiques et financiers le concours des 3 autres républiques natives de l'Amérique du Sud, Chili, Confédération argentine et Brésil, se trouve très compromis bien que tous les appareils spéciaux aient été acquis e toutes les dispositions prises depuis longtemps pour entreprendre le travail. Le Mexique fait donc une exception des plus honorables et des plus remarquables qui rend son concours bien plus nécessaire encore” ¹¹² (CHINICCI, 1999, p. 374).

De fato, Tacubaya conseguiu concluir parcialmente suas atividades, obtendo em 1909 604 clichês, sendo 377 apenas para o catálogo.

Dessa forma, temos que os observatórios do Rio de Janeiro, Santiago e La Plata não conseguiram atingir as metas estabelecidas no congresso, sendo substituídos pelos observatórios de Perth (Austrália), Edinburgh (Reino Unido), Hyderabad (Índia) e Córdoba (Argentina). Um artigo recente (2019) de Santiago Paolantonio e Beatriz Garcia, busca compreender a trajetória desses observatórios latino-americanos no projeto francês, em especial as questões relativas às dificuldades, acertos, obstáculos e condições de cada um desses observatórios. A conclusão aponta para a dificuldade de infraestrutura desses três observatórios ao mesmo tempo em que enfrentavam graves crises sociais e políticas.

Os países latino-americanos, por outro lado, tiveram um grande interesse em participar desse projeto desde seu início. Mas as dificuldades encontradas na execução foram diversas, impossibilitando a participação de alguns observatórios desses países (como os observatório do Rio de Janeiro, La Plata e Santiago do Chile) ou na conclusão parcial das tarefas designadas, como o observatório de Tacubaya.

¹¹² “É ainda mais feliz que, como resultado de problemas políticos e financeiros, a assistência das outras 3 repúblicas nativas da América do Sul, Chile, Confederação Argentina e Brasil, esteja muito comprometida, embora todas as ferramentas especiais tenham sido adquiridas e todos os arranjos feitos por um longo tempo para realizar o trabalho. O México, portanto, faz uma exceção muito honrosa e notável, o que torna sua assistência ainda mais necessária” (CHINICCI, 1999, p. 374, tradução nossa).

Nesse sentido, consideramos que as estratégias de legitimação da *Carte du Ciel* foram parcialmente exitosas, uma vez que não conseguiu atrair para o projeto observatórios renomados cientificamente, como *Harvard College* (Estados Unidos) e Heidelberg (Alemanha). Por outro lado, embora essa estratégia não tenha sido suficiente para garantir a execução plena do projeto nos observatórios sul-americanos, estes foram rapidamente substituídos por outros observatórios para a execução das áreas pendentes.

Tendo verificado as formas de legitimação e sua consequência direta durante a execução do projeto, trataremos agora dos resultados científicos e políticos desse projeto.

4.4 Legados político e científico

Cabe nos questionar qual foi o resultado prático desse projeto: ele cumpriu seus objetivos iniciais e se tornou um monumento imperecível dos céus, tal como afirmado por Mouchez? Foi reconhecida pela comunidade científica como uma referência a ser seguida pelos demais astrônomos? Paris virou o centro das discussões sobre astronomia?

Em outras palavras, o que um projeto que: envolveu centenas de cientistas de diversos países; custou uma grande quantidade de recursos financeiros e humanos; e demorou setenta e sete anos para ser finalizado, trouxe de inovação para o conhecimento estelar?

Primeiramente vamos destacar os seus efeitos políticos, para em seguida discutirmos o conhecimento científico produzido a partir desse projeto.

4.4.1 Legado Político

Podemos iniciar com a criação da *Internacional Astronomical Union*, em 1919, que não foi uma novidade em relação à cooperação acadêmica internacional, conforme vimos anteriormente. Mas após a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) houve a necessidade de reorganizar internacional as ciências. Criada com o objetivo de padronizar definições, nomenclaturas e padronizações, passou a fomentar pesquisas e intercâmbios de jovens pesquisadores.

A retomada dos contatos entre as comunidades científicas ocorreu apenas na Conferência de Londres de 1918, intitulada Primeira Conferência Interaliados sobre o Futuro da Organização na Ciência (BLAAUW, 1994, p. 46). Participaram os representantes das academias de ciências dos seguintes países: Bélgica, Brasil, França, Reino Unido, Itália, Japão, Portugal, e Estados Unidos.

Dentre as diversas resoluções aprovadas nesta conferência, destaca-se a sugestão de criar uma Organização Internacional de Ciência e Pesquisa, sendo formalizado

posteriormente na Convenção de Paris (onde passou a se denominar *International Research Council* -IRC) no mesmo ano e na Convenção de Bruxelas, em 1919. Cabe ressaltar que puderam participar apenas representantes dos países aliados e dos países que mantiveram uma postura neutra durante a guerra.

Em Bruxelas foram criadas cinco organizações referentes ao campo da astronomia, bem como houve a eleição de seus representantes:

- International Research Council. Presidente Picard (França), secretário: Schuster (Reino Unido);
- International Astronomical Union. Presidente: Baillaud (França), secretário: Fowler (Reino Unido);
- International Union for Geodesy and Geophysics. Presidente: Lallemand (França), secretário: Lyons (Reino Unido);
- International Time Commission. Presidente: Sampson (Reino Unido), secretário: Bigourdan (França);
- Central Bureau for Telegrams. Presidente: E. Stromgren (Dinamarca), sem secretário

O IAU foi criado durante a Assembleia Constitutiva do *International Research Council*, em 1919. Nesta, foi definida a possibilidade de criar uniões internacionais, das quais a IAU foi a primeira.

Um de seus objetivos era facilitar as relações entre os astrônomos de diferentes nações onde a cooperação é necessária ou útil (BLAAUW, 1994, p. 2).

O primeiro presidente do IAU foi o diretor do observatório de Paris Benjamin Baillaud (1848-1934) e os países membro eram: Bélgica, Canadá, França, Reino Unido, Grécia, Japão, e Estados Unidos. Itália e México ingressaram posteriormente. Outros países foram sendo gradualmente inseridos no IAU, exceto os considerados “inimigos”, ou seja, os que lutaram na Primeira Guerra Mundial. Os comitês nacionais foram formados sob a responsabilidade da Academia de Ciências local ou equivalente.

Ao tentar resumir a criação do IAU, BLAAUW afirma: “The IAU, far from being the result of an idealistic move for internationalism under peaceful circumstances, was born in the atmosphere of miserable conflict between the belligerent nations of World War I”¹¹³ (BLAAUW, 1994, p. 52).

¹¹³ “A IAU, longe de ser o resultado de um movimento idealista de internacionalismo em circunstâncias pacíficas, nasceu na atmosfera de conflito miserável entre as nações beligerantes da Primeira Guerra Mundial” (BLAAUW, 1994, p. 52, tradução nossa).

4.4.2 Legado Científico

A single photograph of a scene tells us only the actual situation at a given moment. It may suggest that changes are going on; but to be sure of these changes we must have another photography taken later; and if we can get whole series taken consecutively, as in a kinematograph, we trace completely the history of changes¹¹⁴ (TURNER, 1912, p. 66).

Uma primeira análise científica do projeto *Carte du Ciel* foi realizada mesmo antes de seu término, pelo professor de astronomia da Oxford University H.H. Turner no livro intitulado “The Great Star Map: being a brief general account of the international Project known as Astrographic Chart” de 1912. Esse livro é composto de artigos publicados no periódico *Science Progress*, entre julho de 1910 e abril de 1911.

Turner inicia destacando a característica que fundamenta o projeto: o uso da fotografia para a localização e medição das estrelas. Contudo, cita que tal instrumento não necessita de um grande conhecimento, ressaltando a semelhança entre o trabalho do astrônomo e o trabalho do fotógrafo amador: “[...] he uses a much longer câmara; he drives the câmara by clockwork so it may follow the stars; and he takes pictures at night instead of in the daytime”¹¹⁵ (TURNER, 1912, p. 2).

Tal como outros autores já citados, Turner define uma grande virada na fotografia estelar a partir das fotos obtidas por David Gill do grande cometa de 1882, onde um número significativo de estrelas foi registrado nas fotografias, seguida da construção de lentes fotogrâficas pelos Irmãos Henry. Tal proposição é consonante com os estudos realizados sobre a origem do projeto *Carte du Ciel*, sendo provavelmente um de seus precursores.

Turner destaca diversos pontos do projeto, passando pelo Congresso de 1887, a escolha dos telescópios refratores em detrimento dos refletores, a divisão dos trabalhos, dentre outros.

Contudo, alguns pontos específicos merecem um detalhamento maior. Turner compara os projetos da *Carte du Ciel* e da Harvard Sky, coordenado por Edward Pickering. Apesar do trabalho deste ter sido mais rápido e pouco numeroso – foram tiradas apenas 55

¹¹⁴ “Uma única fotografia de uma cena nos diz apenas a situação real em um determinado momento. Pode sugerir que mudanças estão acontecendo; mas para ter certeza dessas mudanças, devemos tirar outra fotografia mais tarde; e se pudermos obter séries inteiras tomadas consecutivamente, como em um cinematógrafo, traçaremos completamente a história das mudanças” (TURNER, 1912, p. 66, tradução nossa).

¹¹⁵ “[...] ele usa uma câmara muito mais longa; ele dirige a câmara por um relógio para que ela siga as estrelas; e ele tira fotos à noite em vez de durante o dia” (TURNER, 1912, p. 2, tradução nossa).

placas fotográficas em comparação com os milhares do projeto francês – e, por consequência, muito menos custoso, os resultados obtidos foram diferentes.

Segundo o autor, decorreu principalmente dos objetivos específicos de cada projeto: para Pickering o escopo era a identificação de novas estrelas variáveis, enquanto a *Carte du Ciel* tinha como preocupação as estrelas em suas posições e movimentos, o que requereu uma escala muito mais ampla do que a utilizada no projeto de Harvard.

Um outro ponto de destaque é o que o autor denominou no quarto capítulo “Alguns incidentes de trabalho”. Turner cita alguns problemas enfrentados para a correção de dados em relação às discrepâncias observadas em alguns cálculos, como a equação da magnitude, mas que logo foram corrigidos. Outra questão, não tanto como incidente, mas como oportunidade, a passagem próxima à órbita da Terra do então denominado planeta Éros descoberto em 1898, convergiu os esforços dos participantes da *Carte du Ciel* para esse evento.

O principal objetivo dessa observação, também utilizando a fotografia como instrumento para registro, era a medição da distância entre a Terra e o pequeno “planeta” Éros.

Em relação à citação inicial de Turner, encontramos seu entendimento do projeto *Carte du Ciel*: “The Great Star Map in process of construction is only the first Picture; others must follow it if we are to study the motions of the stars, and our knowledge will grow with each repetition”¹¹⁶ (TURNER, 1912, p. 67). Logo, não é um projeto que se encerra em si próprio, mas um primeiro passo para – ou fotografia – para desenvolver o conhecimento sobre as estrelas.

Outras duas análises sobre o projeto *Carte du Ciel* foram feitas recentemente. A primeira faz parte de uma coletânea da União Astronômica Internacional de 1987 ocorrida em Paris, que celebrou os 200 anos do início do projeto *Carte du Ciel*.

Alguns artigos dessa coletânea trataram especificamente de assuntos relacionados a *Carte du Ciel*: *Naissance et Développement de La Carte du Ciel en France*, de T. Weimer ; *The Carte du Ciel - The Australian Connection*, de G.L. White ; *T.N. Thièle and the Carte du Ciel*, de L.K. Kristensen; *the Carte du Ciel instrument of San Fernando*, de A. Orte *Documents pour une exposition : la Carte du Ciel*, de S. Debarbat ; *Petite Histoire du congrès astrophotographique de 1887*, de A.M. Motais de Narbonne ; *Proper Motions from Carte du Ciel plates*, de W.J. Luyten ; *Astrometry with Carte du Ciel Plates*, de P. Brosche e M. Geffert ;

¹¹⁶ “O Grande Mapa Estelar em construção é apenas a primeira Imagem; outros devem segui-lo se quisermos estudar os movimentos das estrelas, e nosso conhecimento aumentará a cada repetição” (TURNER, 1912, p. 67, tradução nossa).

The Carte du Ciel and the catalogue photographic plates of the Bourdeaux Observatory, de J. Colin e G. Soulie ; e *Double Stars in the Astrographic Catalogue*, de C.E. Worley.

Dado grande número de artigos, percebemos que os dados obtidos e registrados pelo projeto *Carte du Ciel* não foram relegados ao esquecimento. De forma geral, percebemos que tratam ou da história e desenvolvimento do projeto francês (em seu formato mais amplo ou específico para uma determinada região) ou de estudos relacionados aos dados obtidos – astrometria, catálogos.

Por fim, temos o artigo de Derek Jones, intitulado *Carte du Ciel: the scientific value*, publicado em 2000. Esse autor já relaciona que o recente catálogo Tycho-2 obtidos a partir do satélite ESA Hiparcos dependeu, em relação às posições e movimentos das estrelas, fortemente do catálogo astrográfico realizado a partir do Congresso de 1887. É importante destacar aqui que o autor ressalta o uso científico do catálogo de estrelas (*Astrographic Catalogue*) e não o atlas (*Carte du Ciel*), sendo que o primeiro foi devidamente concluído e o segundo apenas parcialmente. Esse autor aponta, sem grandes especificações – exceto o catálogo citado anteriormente – que o material produzido no âmbito desse projeto continuará a ter seu valor científico, mesmo com falhas e imprecisões apresentadas (em relação às reduções do catálogo).

Epílogo: O lugar da *Carte du Ciel* no campo de saber astronômico

Retomando rapidamente a cronologia dos eventos da *Carte du Ciel*, destacamos que:

- Projeto formalizado em 1887 pelo Congresso de Astrofotografia e referendado nas reuniões dos Comitês de 1889, 1891, 1896, 1900 e 1909;
- Criação da União Astronômica Internacional em 1919;
- O projeto *Carte du Ciel* foi transferido para a comissão 23 da IAU em 1925;
- Em 1964, a comissão decidiu que o Catálogo Astrográfico foi concluído;
- Em 1970, a 14ª Assembleia Geral decidiu que a Carta do Céu não foi concluída;

Esse projeto não foi o primeiro a ser desenvolvido enquanto cooperação científica internacional, mas certamente foi um dos primeiros em relação ao tamanho da empreitada proposta: 18 observatórios participantes de diversos países; um longo período de trabalho; a necessidade de recursos humanos qualificados e instrumentos científicos padronizados entre todos os seus integrantes; a dedicação quase exclusiva para esse tipo de observação. Desse

ponto de vista, podemos afirmar que os esforços realizados pelos idealizadores e pelos observatórios participantes que executaram as observações fotográficas, alçaram o projeto *Carte du Ciel* a um nível precursor das atuais cooperações científicas internacionais.

Em uma primeira fase do projeto encontramos diversas tentativas de legitimação do projeto *Carte du Ciel* na sociedade científica internacional, por meio do apoio dado pelas academias e sociedades científicas de Paris e Londres, bem como de publicações científicas que destacaram a importância desse projeto na ciência astronômica. A integração com as Exposições Universais, por meio das reuniões do comitê em Paris quando esta foi sede, foi uma oportunidade para reforçar ainda mais o caráter científico e inovador do projeto, ou segundo Mouchez, o monumento imperecível que a *Carte du Ciel* propunha.

Embora houve resistências de alguns países em participar do projeto francês, como Estados Unidos e Alemanha, percebemos que tal impedimento decorreu possivelmente mais das regras rígidas do projeto do que de sua validade científica.

Observamos que a *Carte du Ciel* teve um papel de destaque no campo da astronomia, seja pela integração da comunidade científica internacional, referendada por outras pesquisas como a observações de Èros e posteriormente a criação da IAU; seja como referência atual para comparação, tal como no catálogo Tycho-2. Em relação ao legado político, Apesar de não podermos afirmar categoricamente que a IAU foi resultado direto do projeto francês, certamente este influenciou na concepção e organização da União Astronômica Internacional.

Conclusão: A fotografia como um dado científico

Verificamos ao longo da tese a relação existente entre a fotografia enquanto um instrumento científico e a atividade científica, por meio da astronomia. Retomando Wilder (2009), reforçamos o entendimento de que a fotografia desempenhou um papel fundamental na transformação da ciência, ajudando os cientistas a visualizar e documentar fenômenos naturais de uma forma nunca antes possível. Essa autora argumenta que a fotografia permitiu que os cientistas observassem detalhes que eram invisíveis a olho nu e que, por sua vez, levou a novas descobertas e avanços na compreensão da natureza. Por outro lado, a própria fotografia foi fortemente influenciada por novas pesquisas científicas que possibilitaram o desenvolvimento de novas técnicas e processos que tornaram as imagens mais nítidas e obtidas de forma mais rápida, constatadas a partir da introdução do colódio seco na década de 1870.

A fotografia, embasada pela objetividade mecânica presente no século XIX, surgia como uma promessa de imparcialidade e neutralidade do observador, como verificamos. Contudo, conforme destacado por Rouillé, a fotografia, desde a sua invenção até o final do século XX, é mais do que uma simples técnica de produção de imagens; em vez disso, a fotografia é vista como uma prática cultural complexa e multifacetada.

Ainda nessa linha, Hart e Edwards argumentam que as fotografias não são meramente registros objetivos da realidade, mas são construções culturais que são moldadas pelas normas, valores e ideologias da sociedade em que foram criadas. Elas afirmam que as fotografias têm uma história social, política e cultural que pode ser estudada por meio da análise dos contextos em que foram produzidas, consumidas e interpretadas. Além disso, as autoras destacam que as fotografias são objetos materiais que têm uma história física, que pode ser revelada por meio da análise das técnicas e materiais utilizados na produção das imagens. Elas enfatizam que a fotografia não é apenas uma imagem visual, mas também um objeto físico com uma história material.

Verificamos que no projeto *Carte du Ciel* houve a necessidade de adotar critérios e normas pelas quais as fotografias deveriam ser obtidas, apoiando-se em uma concepção de neutralidade da ciência, uma vez que os processos fotográficos, desde que padronizados, trariam resultados passíveis de serem registrados, medidos e comparados. Dessa forma, os protocolos científicos definidos nos congressos de astrofotografia dotaram de uma certa

cientificidade o processo fotográfico utilizado para a produção de uma carta e de um catálogo celestes.

Tal escolha de parâmetros, contudo, não foi puramente científica. Conforme verificamos com Latour, a ciência é uma atividade social e prática que envolve uma série de negociações. A ciência não é vista como um processo de descoberta da verdade, mas sim como uma série de redes e alianças que são formadas em torno de objetos específicos. Observamos ao longo da pesquisa que tal processo se iniciou, ao menos, desde a troca de correspondências entre Gill, Mouchez e outros diretores de observatórios, construindo de tal forma as bases do projeto que muitas discussões e definições ocorreram antes do início do congresso de 1887.

Além disso, retomamos os apontamentos de Lynch, em que as representações científicas, dentre as quais a fotografia, são construídas em um contexto social e cultural específico e que sua criação e uso são influenciados por fatores sociais, políticos e históricos. As representações, dessa forma, são construções culturais que refletem as normas e valores da sociedade em que foram criadas não sendo simplesmente cópias da realidade, mas sim interpretações da realidade que são moldadas pelas teorias, instrumentos e práticas científicas.

Temos aqui o caldo necessário para compreender a fotografia como um instrumento científico nesse estudo de caso. Trata-se de um conjunto de normas, teorias e valores vigentes em uma determinada comunidade científica que produziram materialmente um determinado tipo de dado científico.

O problema inicial proposto a partir da frase do astrônomo francês e um dos participantes do projeto *Carte du Ciel*, “a fotografia é a retina do cientista” nos permitiu analisar como a fotografia foi compreendida e utilizada para a execução parcial da carta e do catálogo celeste. Essa retina, na realidade, foi construída pelos participantes dos congressos de astrofotografia a partir de critérios científicos, mas também políticos.

Não houve um questionamento acerca da fotografia como espelho do real, pois para que a fotografia fosse considerada válida era necessário seguir protocolos científicos definidos nos congressos. Fotografias obtidas fora desses padrões não poderiam, em tese, serem utilizadas pelos observatórios participantes. Uma das grandes preocupações dos organizadores do projeto foi a uniformidade de procedimentos e padrões, uma vez que a realidade material dos observatórios era bem heterogênea.

Dessa forma, podemos inferir que a fotografia foi utilizada como um instrumento científico que deveria ser construído, calibrado e direcionado de acordo com orientações comuns que lhe conferiram validação como um dado que poderia ser utilizado na ciência

astronômica. Esse uso da fotografia ultrapassou a definição de fotografia-documento conceituada por Rouillé, uma vez que a fotografia foi utilizada não apenas para a documentação do projeto, mas para a própria obtenção de dados.

No que se refere à materialidade da fotografia, condições de uso e guarda, é notória a pouca atenção dispensada. Apesar de estar prevista a forma de arquivamento dessas placas, não há resoluções específicas a respeito, já que por conta da grande quantidade de fotografias obtidas não era possível armazenar de forma satisfatória todas as placas utilizadas. As referências mais recorrentes foram apenas em relação ao processo de medição das placas fotográficas para a publicação dos catálogos por cada observatório participante

Em relação aos instrumentos utilizados para a obtenção da fotografia, observamos que, apesar dos telescópios refletores apresentarem melhores resultados, em prol da padronização dos procedimentos foi adotado o telescópio refrator, sendo o mesmo modelo utilizado pelos irmãos Henry no observatório de Paris.

Ao considerarmos que todas as reuniões do Comitê Permanente foram realizadas em Paris (com recepções oferecidas pelo Governo Francês) e houve um esforço da *Académie des Sciences* em publicar os relatórios e os boletins do Escritório do Comitê Permanente, podemos apontar que os trabalhos desenvolvidos no projeto não se limitavam ao aspecto puramente científico, ou seja, houve uma pretensão em transformar Paris no centro dos estudos celestes, conforme apontado anteriormente na reformulação da astronomia francesa, a partir de 1870. Além disso, os principais cargos executivos desse projeto ficaram nas mãos de astrônomos franceses ou alinhados ao projeto, como David Gill e Otto Struve; podemos inferir, portanto, que o projeto francês foi tanto científico, quanto político. O projeto, contudo, encontrou diversas dificuldades tanto no campo científico como no campo político.

As diferenças materiais existentes entre os observatórios levaram à desistência de muitos, antes e durante a execução da carta celeste. Cumpre lembrar que Pickering, do observatório de *Harvard College* e um dos destaques da astronomia nesse período, se recusou a participar, tanto por conta dos instrumentos utilizados quanto pela exclusividade que o observatório deveria se comprometer para a execução desse grande projeto francês. Já os observatórios da América Latina tiveram, além das dificuldades materiais, importantes mudanças sociais e políticas, como a Guerra Civil no Chile e a Proclamação da República brasileira.

Nesse campo, cumpre destacar também a ausência dos observatórios alemães: embora fossem especialistas principalmente na produção de lentes utilizadas na astronomia, as cicatrizes das guerras com a França ainda eram recentes. As duas grandes guerras mundiais (1914-1918; 1939-1945), por fim, também dificultaram o desenvolvimento do projeto

que, segundo Mouchez em 1887, deveria perdurar por uma década ou pouco mais. No fim, foi oficialmente concluído apenas em 1964.

Os objetivos científico e políticos deste grandioso e extenso projeto foram, ao menos parcialmente, alcançados: seus resultados científicos ainda são utilizados atualmente, pois se apresentam como uma grande base de dados para o posicionamento das estrelas durante o período em que as fotografias foram obtidas. E como resultado político, podemos citar a criação da IAU com sede em Paris, sendo que um dos objetivos da III República Francesa era que a capital francesa se tornasse a referência para a comunidade científica no campo da astronomia.

Referências bibliográficas

Fontes Principais

ASTRONOMICAL SOCIETY OF THE PACIFIC. **Publications of the Astronomical Society of the Pacific** (1889-1898)

ACADEMIE DES SCIENCES, ed. **Congrès Astrophotographique International tenu à l'Observatoire de Paris pour le Levé de la Carte du Ciel**. Paris, Gauthier-Villars (1887).

_____ **Congrès Astrophotographique International tenu à l'Observatoire de Paris pour le Levé de la Carte du Ciel**. Paris, Gauthier-Villars (1889).

_____ **Congrès Astrophotographique International tenu à l'Observatoire de Paris pour le Levé de la Carte du Ciel**. Paris, Gauthier-Villars (1891).

_____ **Congrès Astrophotographique International tenu à l'Observatoire de Paris pour le Levé de la Carte du Ciel**. Paris, Gauthier-Villars (1896).

_____ **Congrès Astrophotographique International tenu à l'Observatoire de Paris pour le Levé de la Carte du Ciel**. Paris, Gauthier-Villars (1900).

_____ **Congrès Astrophotographique International tenu à l'Observatoire de Paris pour le Levé de la Carte du Ciel**. Paris, Gauthier-Villars (1909).

ACADEMIE DES SCIENCES, ed. **Bulletin du Comité International Permanent pour l'Exécution Photographique de la Carte du Ciel**. Volume I Paris, Gauthier-Villars (1892).

_____ **Bulletin du Comité International Permanent pour l'Exécution Photographique de la Carte du Ciel**. Volume II Paris, Gauthier-Villars (1895).

_____ **Bulletin du Comité International Permanent pour l'Exécution Photographique de la Carte du Ciel**. Volume II Paris, Gauthier-Villars (1902).

_____ **Bulletin du Comité International Permanent pour l'Exécution Photographique de la Carte du Ciel**. Volume II Paris, Gauthier-Villars (1913).

_____ **Bulletin du Comité International Permanent pour l'Exécution Photographique de la Carte du Ciel.** Volume II Paris, Gauthier-Villars (1915).

MOUCHEZ, Ernest B. **La Photographie astronomique à l'Observatoire de Paris e le Carte du Ciel.** Paris : Gauthier-Villars, 1887.

Observatoire de Paris. **Annales de l'Observatoire d'astronomie physique de Paris sis Parc de Meudon.** Ed. J Janssen (1886).

_____. **Bulletin astronomique.** Ed. M. F. Tisserand, 1887-1900.

L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE MOUNTSOURIS. **Annales du Bureau des Longitudes.** Ed. Gauthier-Villar et Fills, 1897.

TURNER, Herbert Hall. **The great Star Map.** New York: E.P. Dutton, 1912.

WINTERHALTER, Albert G. **The International Astrophotographical Congress and a visit to certain European Observatories and other institutions. Report to the Superintendent.** Washington: Government Printing Office, 1889.

Fontes dos séculos XVI-XIX

BARNARD, Edward E. **The development of photography in Astronomy.** Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Vol. 10, 1898.

_____. **Some of the results of astronomical photography pertaining specially to the work with a portrait lens.** Publications of the Astronomical Society of the Pacific, vol xlvj, April 20, 1907.

BRAHE, Tycho. *Astronomiae instauratae mechanica*, 1598.

BURAI, A. **Applications de la photographie a la médecine.** Paris : Gauthier-Villars et Fils, 1896.

CLERKE, Agnes M. **The Herschels and Modern Astronomy**. London : Cassell and Co., 1895.

CRULS, L. **A transferência do observatório**. Revista do observatório, Rio de Janeiro, ano I, p. 129-131, 1882.

DAVANNE, A. **La photographie, ses origines e ses applications**. Paris : Gauthier-Villars, 1879.

DUCHENNE, G. B. **Album de la photographies pathologiques complementaire du livre intitulé De L'electrisation localisée**. Paris:J.-B. Baillière et fils, 1862.

FABRE, Charles. **Traité Encyclopédique de Photographie, Deuxième Supplément, B**. Paris: J.-B. Baillière et fils, 1897.

FREMY, **Encyclopedia Quimie, Tome V – Applications La photographie**. Paris: J.-B. Baillière et fils, 1889.

GALILEI, Galileu. **Sidereus nuncius**, 1610.

International Conference Held at Washington for the Purpose of Fixing a Prime Meridian and a Universal Day. Washington: Gibson Bros., Printers and Bookbinders, 1884. Disponível em <http://www.gutenberg.org/files/17759/17759-h/17759-h.htm#Page_199>, acesso em 30/06/2020.

LEFÈVRE, Julien. **La Photographie et ses applications aux sciences, aux arts et a l'industrie**. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1888.

LONDE, Albert. **La Photographie Médicale : application aux sciences médicales et physiologiques**. Paris: Gauthier-Villars et Fils, 1893.

PICKERING, Edward. **Stellar Photography conducted at the Harvard College Observatory with the aid of an appropriation from the Bache Fund**, 1886.

OBSERVATÓRIO IMPERIAL DO RIO DE JANEIRO. **Annales de l'observatoire Impérial de Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Lombaerts & Cie., T.I-III, 1882-1883,1887.

RADAU, M. R. **La photographie et ses applications scientifiques**. Paris : Gauthier-Villars, 1878.

TRUTAT, **La photographie appliquée à l'histoire naturelle**. Paris: Gauthier-Villars, 1884.

YOUNG, Charles. **A Textbook of General Astronomy for Colleges and Scientific Schools**. Boston: Ginn & Company, 1889.

Fontes Complementares

AUBIN, David, BIGG, Charlotte and SIBUM, H. Otto. **The Heavens on Earth: Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture**. Durham, NC and London: Duke University Press, 2010.

BIGG, Charlotte. **Photography and labour history of astrometry: The Carte du Ciel**. In: Klaus Hentschel, Axel D. Wittmann (Eds.): **The Role of Visual Representations in Astronomy: History and Research Practice** (Acta Historica Astronomiae ; 9). Frankfurt am Main: Deutsch, 2000.

BARBUY, H. **O Brasil vai a Paris em 1889: um lugar na Exposição Universal**. Anais Do Museu Paulista: História E Cultura Material, 4(1), 211-261, 1984.

BLAAUW, Adriaan. **History of the IAU: The Birth and First Half-Century of the International Astronomical Union**. Springer Science & Business Media, 1994.

BRADT, Hale. **Astronomy Methods: A Physical Approach to Astronomical Observations**. Cambridge University Press, 2004.

CAMPBELL, Mary Blaine. IV. **On the Infinite Universe and the Innumerable Worlds**. Wonder and Science: Imagining Worlds in Early Modern Europe, Ithaca, NY: Cornell University Press, 2004, pp. 113-150.

CANALES, Jimena. **Photogenic Venus: The “Cinematographic Turn” and Its Alternatives in Nineteenth-Century France**. Isis, Volume 93, Number 4, December 2002.

CHINNICI, i. **La Carte du Ciel. Correspondance inédite conservée dans les Archives de l'Observatoire de Paris, Observatoire de Paris & Observatorio Astronomico di Palermo G. S. Vaiana, Palermo, 1999.**

CRARY, Jonathan. **Técnicas do Observador**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

CRATO, Nuno; REIS, Fernando; TIRAPICOS, Luís. **Trânsitos de Vênus: à Procura da Escala Exacta do Sistema Solar**. Lisboa: Gradiva, 2004.

CROSLAND, Maurice. **Science under control: The French Academy Sciences, 1795–1914**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

DASTON, Lorraine. **Objectivity and the Escape from Perspective**. *Social Studies of Science*. Vol. 22, No. 4, Nov., 1992, pp. 597-618.

DUBOIS, Phillipe. **O Ato Fotográfico**. Campinas: Papyrus, 1993.

EDWARDS, Elizabeth; HART, Janice. **Photographs Objects Histories: On the Materiality of Images**. Routledge, 2004.

EICHHORN, Heinrich K. **Astronomy of star positions; a critical investigation of star catalogues, the methods of their construction, and their purpose**. New York: Ungar, 1974.

FLUSSER, Vilém. **Filosofia da Caixa Preta**. São Paulo: HUCITEC, 1985.

FREUND, Gisèle. **Fotografia E Sociedade**. Lisboa: Editora Vega 1980.

FRIZOT, Michel. **Os continentes Primitivos da Fotografia**, IN: Turazzi, Maria Inêz (org.) *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, n. 27 – Fotografia, 1997, pp.36-45.

_____. **The new history of photography**. KONEMANN VERLAGGESELLSCHAFT, 2000.

FYFE, Aileen. **Journals and periodicals** in LIGHTMAN, Bernard (ed.). *A Companion to the History of Science*. Wiley Blackwell, 2016.

GALISON, Peter. **Objectivity is Romantic**. In *Humanities and the Sciences*, edited by Jerome Friedman, Peter Galison, and Susan Haack, 15-43. ACLS, 2000.

GALISON, Peter; DASTON, Lorraine. **Scientific Coordination as Ethos and Epistemology**. In *Instruments in SCHRAMM, Helmar Art and Science: On the Architectonics of Cultural Boundaries in the 17th Century*. *Theatrum Scientiarum*. English Edition, 2008.

_____. **Objectivity**. New York: Zone Books, 2010.

_____. **Picturing Science, Producing Art.** New York: Routledge, 1998.

_____. **The Image of Objectivity.** *Representations*, No. 40, Special Issue: Seeing Science, Autumn, 1992, pp. 81-128.

GERSHEIM, Helmut. **The history of photography: from the camera obscura to the beginning of the modern era.** London: Thames & Hudson, 1969.

HOSKIN, Michael. **The Cambridge Concise History of Astronomy.** Cambridge: University Press, 1989.

HOWSE, Derek. **Greenwich Time and the Discovery of the Longitude.** Oxford University Press, 1980.

HUDON, Daniel. **A (Not So) Brief History of the Transits of Venus.** *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, Vol. 99, Issue 1, p.6.

JONES, Bessie Zaban. **The Harvard College Observatory: the first four directorships, 1839-1919.** Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1971.

KOYRÉ, Alexandre. **From the Closed World to the Infinite Universe.** Baltimore: Johns Hopkins Press, 1957.

KRAUSS, Rosalind. **O fotográfico.** Editora Gustavo Gili, 2002.

LAMY, Jérôme. **La Carte du Ciel.** Paris: EDP Sciences, 2006.

_____. **The role of the conferences and the bulletin in the modification of the practices of the Carte du Ciel project at the end of the nineteenth century.** *Journal of Astronomical History and Heritage*, Vol. 12, No. 2, p. 119 – 124, 2009.

LANKFORD, John. **The impact of Photography on Astronomy.** *Astrophysics and Twentieth-Century Astronomy to 1950.* Ed. Owen Gingerich. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 1984.

_____. **Photography and the Nineteenth-Century Transits of Venus.** *Technology and Culture*, v. 28, n. 3, p. 648-657, 1987.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LATOUR, B, & WOOLGAR, S. **Laboratory life: the construction of scientific facts**. Princeton: Princeton University Press (1979).

LEMAGNY, Jean-Claude & ROUILLÉ, André. **Historia de la Fotografia**. Barcelona: Alcor, 1988.

LE GUET TULLY; DE LA NOË; SADSAOUD. **Les traces matérielles de la Carte du Ciel. Le cas des observatoires d'Alger et de Bordeaux** in Lamy, Jérôme. La Carte du Ciel, histoire et actualité d'un projet scientifique international. La Carte du Ciel. Collection : Références Astronomiques, EDP Sciences, 2006.

LYNCH, Michael; WOOLGAR, Steve. **Introduction: Sociological Orientations to Representational Practice in Science**. Human Studies, vol. 11, no. 2/3, 1988, pp. 99–116.

LYNCH, M. Discipline and the Material Form of Images: An Analysis of Scientific Visibility. Social Studies of Science, 1985, 15(1), 37–66.

_____. **The production of scientific images: vision and re-vision in the history, philosophy, and sociology of science**. In PAUWELS, L. (Ed.), Visual cultures of science: rethinking representational practices in knowledge building and science communication. Lebanon. NH:Darthmouth College Press, 2006.

MARTINS, Lilian Al-Chuey Pereira. **História da ciência, objetos, métodos e problemas**. Ciência & Educação 11 (2): 305-317, 2005.

JARDIM, M. E.; PERES, M; COSTA, F. M. **Costa Imagens do Século XIX: Fotografia Científica** in POMBO, O.; DI MARCO, S. As imagens com que a Ciência se faz, Lisboa: Fim de Século - Edições, 2010, pp. 223- 244.

MCCLELLAN III, James. **Scientific Institutions and the organization of Science** in PORTER, Roy (ed). **The Cambridge History of Science. Vol 4 – Eighteenth Century Science**. Cambridge University Press, 2008.

NEWHALL, Beaumont. **The History of Photography from 1839 to the Present Day**. Nw York: Museum of Modern Art, 1978.

NICKEL, Douglas. **History of Photography: The State of Research**. The Art Bulletin, Vol. 83, No. 3 (Sep., 2001), pp. 548-558.

O'HARA, Nathy. **Astrographic Catalogues of British Observatories** in DEBART, Suzanne et al., eds. Mapping the Sky: Past Heritage and Future Directions. Proceedings of the 133rd Symposium of the International Astronomical Union. Dordrecht, Boston, and London: Kluwer, 1988.

ORNSTEIN, Martha. **Scientific Societies in the Seventeenth Century**. Chicago: University of Chicago Press; London: Cambridge University Press, 1928.

PAOLANTONIO, S; GARCÍA, B. **The Carte du Ciel and the Latin American Observatories** in STERKEN; HEARNshaw, eds. Under One Sky: The IAU Centenary Symposium Proceedings IAU Symposium No. 349, 2019.

PANG, Alex Soojung-Kim. **Visual Representation and Post-Constructivist History of Science**. Historical Studies in the Physical and Biological Sciences , 1997, Vol. 28, No. 1, pp. 139-171, 1997.

PESAVENTO, Sandra Jatahy. **Exposições universais: Espetáculos da modernidade do século XIX**. São Paulo: Hucitec, 1997.

PHILIPS, Denise. **Academies and Societies** in LIGHTMAN, Bernard (ed.). A Companion to the History of Science. Wiley Blackwell, 2016.

POMIAN, Krzysztof. **Vision and Cognition** in JONES, C; Galison, P. Picturing Science, Producing Art. Routledge: London, 1998.

REICHEN, Charles-Albert. **A history of astronomy**. Hawthorn Books, 1963.

RETALLACK, James. **Imperial Germany 1871 – 1918**. Oxford University Press, 2008.

ROUILLÉ, André. **A fotografia: entre documento e arte contemporânea**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2009.

SICARD, Monique. **A fábrica do olhar. Imagens da Ciência e aparelhos de visão. Século XV-XX**. Lisboa: Edições 70, 2006.

SOBEL, Dava. **The Glass Universe: How the Ladies of the Harvard Observatory Took the Measure of the Stars**. Penguin Books, 2017.

SONTAG, Susan. **Sobre Fotografia**. São Paulo: Cia das Letras, 2004.

STEARNS, Peter N. **The Industrial Revolution in World History**. New York: Routledge 2013.

THULLIER, Pierre. **De Arquimedes A Einstein. A Face Oculta Da Invenção Científica**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1994.

VAN HELDEN, Albert. **The invention of the telescope**. Philadelphia: American Philosophical Society, 1977.

_____. **Telescopes and Authority from Galileo to Cassini**. *Osiris*, vol. 9, 1994, pp. 8–29.

VAUCOULEURS, Gérard. **La photographie astronomique, du daguerréotype au télescope électronique**. Paris, Albin Michel, 1958.

VIDEIRA, Antônio Augusto Passos & OLIVEIRA, Januária Teive de. **As Polêmicas entre Manoel Pereira Reis, Emmanuel Liais e Luiz Cruls na passagem do século XIX**. *Revista da SBHC* nº I/2003. pp. 42-52.

WEIMER, Theo. **Naissance et development de la Carte du Ciel** in DEBART, Suzenne et al., eds. *Mapping the Sky: Past Heritage and Future Directions*. Proceedings of the 133rd Symposium of the International Astronomical Union. Dordrecht, Boston, and London: Kluwer, 1988.

WILDER, Kelley. **Photography and Science**. Reaktion Books, 2009.

WINKLER, Mary G; VAN HELDEN, Albert. **Representing the Heavens: Galileo and Visual Astronomy**. *Isis* 83 (2):195-217 (1992).

Anexo A - Perfil detalhado dos participantes de 1887

Nome	País	Filiação	Participou de quais comissões?	Executou quais cargos?
Auwers	Alemanha	Secretário e Delegado da Academia de Ciências de Berlin, e da Sociedade Astronômica de Leipzig	SG CT SAF SA	Presidente SA Vice-presidente SG
Baillaud	França	Diretor do Observatório de Toulouse	CP	X
Bakhuyzen	Holanda	Diretor do Observatório de Leiden	SG CT SAF SA	Secretário da SG
Bertrand	França	Delegado da Academia de Ciências da França	SG	X
Beuf	Argentina	Diretor do Observatório de La Plata	SG SAF SA CP	X
Bouquet de la Grye	França	Delegado da Academia de Ciências da França	SG SA	X
Christie	Reino Unido	Delegado da Sociedade Astronômica	SG CT SAF AS	Vice-presidente da SG

		Real de Londres	ECP	
Common	Reino Unido	Delegado da Sociedade Astronômica Real de Londres	SG CT SAF AS	X
Cornu	França	Delegado da Academia de Ciências da França	SG SAF SA	X
Cruls	Brasil	Diretor do Observatório Imperial do Rio de Janeiro	SG SAF SA CP	X
Donner	Finlândia	Diretor do Observatório de Helsinki	SG SAF SA	X
Dúner	Suécia	Diretor do Observatório de Lund	SG CT SAF SA CP ECP	Secretário da SAF
Eder	Áustria	Professor da Escola Industrial e da escola politécnica	SG SAF SA	X
Faye	França	Delegado da Academia de Ciências da França	SG	Vice-presidente da SG
Fizeau	França	Delegado da Academia de	SG CT	X

		Ciências da França	SAF SA	
Folie	Bélgica	Diretor do Observatório de Bruxelas	SG	X
Paul Gauthier	França	Construtor de instrumentos de precisão, Paris	SG SAF SA	X
Gill	Reino Unido	Diretor do Observatório da Cidade do Cabo	SG CT SAF SA CP ECP	Secretário do ECP
Gyldén	Suécia	Diretor do Observatório de Estocolmo	SG SA	X
Hasselberg	Rússia	Observatório de Pukolvo	SG SAF SA	X
Paul Henry	França	Astrônomo adjunto do Observatório de Paris	SG CT SAF SA	X
Prosper Henry	França	Astrônomo adjunto do Observatório de Paris	SG SAF SA CP	X
Janssen	França	Delegado da Academia de Ciências da França	SG CT SAF SA CP ECP	Presidente SAF
Kapteyn	Holanda	Universidade de Groningen	SG CT SAF	X

			SA	
Knobel	Reino Unido	Secretário e Delegado da Sociedade Astronômica Real de Londres	SG SAF SA	X
Krueger	Alemanha	Diretor do Observatório de Kiel	SG SAF SA	X
Laussedat	França	Museum and College of Applied Sciences, Paris	SG SAF SA	X
Loewy	França	Delegado da Academia de Ciências da França	SG CT SAF SA CP ECP	Secretário do CT Secretário ECP
Lohse	Alemanha	Observatório de Potsdam	SG	X
Mouchez	França	Delegado da Academia de Ciências da França	SG CP SA CP ECP	Presidente de Honra CG Presidente ECP
Oudemans	Holanda	Diretor do Observatório de Utrecht	SG SA	Secretário da SA
Pechule	Dinamarca	Astrônomo do Observatório de Copenhagen	SG SAF SA	X
Perrier	França	Delegado da Academia de	SG	X

		Ciências da França		
Perry	Reino Unido	Diretor do Observatório da Faculdade de Stonyhurst	SG	X
Peters	Estados Unidos	Diretor do Observatório Hamilton College	SG CT SAF SA	X
Pujazon	Espanha	Diretor do Observatório de San Fernando, Capitão de Embarcação	SG	X
Rayet	França	Diretor do Observatório de Bordeaux	SG CT SA CP	Secretário da SA
Roberts	Reino Unido	Diretor do Observatório Privado de Maghull	SG CT SAF SA	X
Russel	Austrália	Diretor do Observatório de Sidney	SG SAF SA	X
Schoenfeld	Alemanha	Diretor do Observatório de Bonn	SG SA	X
Steinheil	Alemanha	Construtor de instrumentos de precisão de Munique	SG SAF	X
Struve	Rússia	Diretor do Observatório de Pulkovo	SG CT CP	Presidente da SG

			ECP	Presidente da CT Presidente da CP
Tachinni	Itália	Diretor do Observatório Romano do Colégio	SG CT SA CP ECP	X
Tennant	Reino Unido	Delegado da Sociedade Astronômica Real de Londres	SG SA	X
Thiele	Dinamarca	Diretor do Observatório de Copenhagen	SG CT SAF SA	X
Tisserand	França	Delegado da Academia de Ciências da França	SG SA	Secretário da SG
Trépiéd	França	Diretor do Observatório de Algiers (Argel)	SG SAF AS CP ECP	Secretário- suplente da SG Secretário da CP
Vogel	Alemanha	Diretor do Observatório de Potsdam	SG CT SAF SA CP ECP	Secretário da ECP
Weiss	Suíça	Diretor do Observatório de Viena	SG CT SAF SA CP	X

Winterhalter	Estados Unidos	Tenente de embarcação, assistente do observatório de Washington	SG SAF SA	X
Wolf	França	Delegado da Academia de Ciências da França	SG SAF SA	X

Anexo B - Perfil dos participantes dos Congressos de 1889 – 1909

Nome	Observatório	País	Status	1889	1891	1896	1900	1909
Anguilano	Tacubaya	México	Membro	X	-	X	X	-
Azcarate	São Fernando	Espanha	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Backlund	Pulkovo	Rússia	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Baillaud	Toulouse	França	Membro	X	X	X	X	X
Bakhuyzen	Leiden	Holanda	Membro	X	X	X	X	X
Beuf	La Plata	Argentina	Membro	X	X	-	-	-
Christie	Greenwich	Reino Unido	Membro	X	X	X	X	-
Cooke	Perth	Austrália	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Cowell	Greenwich	Reino Unido	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Cruls	Rio de Janeiro	Brasil	Membro	X	-	-	-	-
Cosserat	Toulouse	França	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Darboux	Escritório de Longitudes	França	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Donner	Helsinki	Finlândia	Membro a partir de 1891	-	X	X	-	X
Dyson	Edimburgo	Escócia	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Dúner	Upsália	Suécia	Membro	X	-	X	X	-
Gill	Cabo da Boa Esperança	Colônia inglesa	Membro	-	X	X	X	X
Gonnessiat	Alger	Colônia francesa	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Hale	Monte Wilson	Estados Unidos	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Paul Henry	Paris	França	Membro	X	X	X	X	-
Prosper Henry	Paris	França	Membro	X	x	X	X	-
Hinks	Cambridge	Reino Unido	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Hugh	Cabo da Boa Esperança	Colônia inglesa	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Janssen	Meudon	França	Membro	X	X	-	-	-
Kapteyn	Groningen	Holanda	Membro	X	X	-	-	X
Kustner	Bonn	Alemanha	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X

Lecoite	Uccle	Bélgica	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Loewy	Paris	França	Membro	X	X	X	X	-
Mouchez	Paris	França	Membro	X	X	-	-	-
Perrine	Córdoba	Argentina	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Picart	Bordeaux	França	Membro a partir de 1909	-	-	-	-	X
Pujazon	São Fernando	Espanha	Membro	X	X	-	-	-
Rayet	Bordeaux	França	Membro	X	X	X	X	-
Ricco	Catania	Itália	Membro	-	X	X	X	-
Tacchini	Rome	Itália	Membro	X	X	-	X	-
Trépied	Alger	Colônia Francesa	Membro	X	X	X	X	-
Turner	Oxford	Reino Unido	Membro a partir de 1896	-	-	X	X	X
Valle	Tacubaya	México	Membro a partir de 1900	-	-	-	X	X
Viniegra	São Fernando	Espanha	Membro a partir de 1896 – morte de Pujazon	-	-	X	X	-
Weiss	Viena	Suíça	Membro	X	-	-	X	-
Abney	Sociedade Real Astronômica de Londres	Reino Unido	Convidado	-	X	X	-	-
Andoyer	Toulouse	França	Convidado	-	X	-	-	X
André	Lyon	França	Convidado	-	-	-	X	X
Augot	Escritório Meteorológico	França	Convidado	-	-	-	-	X
Backlund	Academia de Ciências de São Petersburgo / Poukolvo a partir de 1909	Rússia	Convidado / membro a partir de 1909	X	-	X	-	X
Bassot	Serviço Geográfico do Exército	França	Convidado	-	-	-	X	-
Baume-Pluvinel	Correspondente do Escritório de Longitudes	França	Convidado	-	-	-	-	X
Bayet	Representante do Ministério de Instrução Pública	França	Convidado	-	-	-	-	X

Belopolsky	Pulkovo	Rússia	Convidad o	-	X	-	-	-
Benoit	Escritório Internacional de Pesos e Medidas	-	Convidad o	-	-	-	-	X
Bigourdan	Escritório de Longitudes	França	Convidad o	-	-	-	-	X
Bonaparte (Príncipe Roland)	- / membro do instituto a partir de 1909	França	Convidad o	-	-	-	X	X
Boquet	Paris	França	Convidad o	-	-	-	-	X
Bouquet de La Grye	Academia de Ciências de Paris	França	Convidad o	X	X	X	X	X
Bourgeois	Serviço Geográfico do Exército	França	Convidad o	-	-	-	-	X
Bourget	Marseille	França	Convidad o	-	-	-	-	X
Callendrau	Academia de Ciências de Paris	França	Convidad o	-	-	X	X	-
Carpentier	Membro do instituto	França	Convidad o	-	-	-	-	X
Copeland	Edimburgo	Escócia	Convidad o	-	-	-	X	-
Common	Sociedade Real Astronômica de Londres	Reino Unido	Convidad o	X	-	X	-	-
Cornu	Academia de Ciências de Paris	França	Convidad o	-	X	X	-	-
Delvosal	Uccle	Bélgica	Convidad o	-	-	-	-	X
Denza	Roma	Itália	Convidad o/ Membro a partir de 1891	X	X	-	-	-
Deslandres	Meudon	França	Convidad o	-	-	-	-	X
Downing	Escritório Náutico de Londres	Reino Unido	Convidad o	-	-	X	-	-
Eginitis	Atenas	Grécia	Convidad o	-	-	-	X	-
Elkin	New Haven	Estados Unidos	Convidad o	-	-	-	X	-
Fabre	Professor da Faculdade de Ciências de Toulouse	França	Convidad o	-	-	X	-	-

Faye	Academia de Ciências de Paris	França	Convidado	X	-	X	-	-
Folie	Bruxelas	Bélgica	Convidado	X	-	-	-	-
Fontana	Turin	Itália	Convidado	-	-	-	-	X
Fournier	Escritório de Longitudes	França	Convidado	-	-	-	-	X
Fraissenet	Paris	França	Convidado	-	-	-	-	X
Franklin-Adams	Surrey	Reino Unido	Convidado	-	-	-	-	X
Gaillot	Paris	França	Convidado	-	-	-	X	X
Gauthier	Construtor de instrumentos	França	Convidado	X	X	X	X	X
Gould	Cambridge	Estados Unidos	Convidado	X	-	-	-	-
Hagen	Georgetown	Estados Unidos	Convidado	-	-	-	X	-
Hammy	Paris	França	Convidado	-	-	-	-	X
Hanusse	Escritório de Longitudes	França	Convidado	-	-	-	-	X
Hartwig	Bamberg	Alemanha	Convidado	-	-	-	X	X
Hatt	instituto	França	Convidado	-	-	-	-	X
Jacobs	Sociedade Belga de Astronomia	Bélgica	Convidado	-	-	-	-	X
Jacoby	Colúmbia	Estados Unidos	Convidado	-	-	X	-	-
Knobel	Sociedade Real Astronômica de Londres	Reino Unido	Convidado	X	X	X	-	X
Kromm	Bordeaux	França	Convidado	-	-	-	-	X
Lagarde	Paris	França	Convidado	-	-	-	-	X
Laïs	Vaticano	Itália	Convidado / Membro a partir de 1909	-	-	X	-	X
Lallemand	Escritório de Longitudes	França	Convidado	-	-	-	-	X
Laussedat	Artes e Ofícios de Paris	França	Convidado	-	-	X	X	-
Lebeuf	Besançon	França	Convidado	-	-	-	-	X
Legrand	Engenheiro em Montevideo	Uruguai	Convidado	-	-	-	X	-

Leuschener	Berkeley	Estados Unidos	Convidado	-	-	-	-	X
Leveau	Paris	França	Convidado	-	-	-	X	X
Liard	Academia de Ciências de Paris	França	Convidado	-	-	-	-	X
Lippmann	Academia de Ciências de Paris	França	Convidado	-	-	-	X	X
Louis Lumière	-	França	Convidado	-	-	-	X	X
Maturana	Santiago	Chile	Convidado	X	X	-	-	-
Mac-Mahon	Sociedade Astronômica Real de Londres	Reino Unido	Convidado	-	-	-	-	X
Mendicuti	São Fernando	Espanha	Convidado	X	-	-	-	-
Mendizabal	Escola Militar	México	Convidado	X	-	-	-	-
Montengerand	Toulouse	França	Convidado	-	-	-	-	X
Newcomb	Escritório Náutico	Estados Unidos	Convidado	-	-	X	-	-
Newhall	Cambridge	Estados Unidos	Convidado	-	-	-	X	-
Nyrén	Pulkovo	Rússia	Convidado	X	-	-	-	-
Painlevé	Paris	França	Convidado	-	-	-	-	X
Palisa	Viena	Áustria	Convidado	-	-	-	-	X
Pechüle	Copenhagen	Dinamarca	Convidado	X	-	-	-	-
Perrotin	Nice	França	Convidado	X	-	X	X	-
Perry	Stonyhurst	Reino Unido	Convidado	X	-	-	-	-
Plummer	Oxford	Reino Unido	Convidado	-	X	-	-	-
H. Poincaré	Academia de Ciências de Paris	França	Convidado	-	-	-	X	-
Quintana	Tacubaya	México	Convidado	X	-	-	-	-
Rees	Columbia	Estados Unidos	Convidado	-	-	-	X	-
Renan	Paris	França	Convidado	-	-	-	-	X
Ritchey	Monte Wilson	Estados Unidos	Convidado	-	-	-	-	X
Roberts	Liverpool	Reino Unido	Convidado	X	-	-	-	-

Scheiner	Potsdam	Alemanha	Convidado / Membro a partir de 1909	-	X	X	X	X
Schutzenberger	Heliógrafo, Paris	França	Convidado	-	-	-	-	X
Spée	Bruxelas	Bélgica	Convidado	X	-	-	-	-
Stephan	Marseille	França	Convidado	-	-	X	X	-
Stromgren	Copenhagen	Dinamarca	Convidado	-	-	-	-	X
Tisserand	Academia de Ciências de Paris	França	Convidado / Membro a partir de 1896	X	X	X	-	-
Verschafell	Abbadia	França	Convidado	-	-	-	X	X
Wolf	Academia de Ciências de Paris	França	Convidado	X	X	X	X	-
Zurhellen	Santiago	Chile	Convidado	-	-	-	-	X

Anexo C - Resoluções Aprovadas nos Congressos

1. Resoluções aprovadas em 1889

1. O obturador do instrumento fotográfico será formado por obturador girando em torno de um eixo, mas foi entendido que o Comitê não pode fixar os detalhes da construção do obturador, os quais são deixados para a escolha de cada astrônomo.
2. Os chassis serão de construção metálica, mas os detalhes dessa construção, assim como todas as questões relativas à instalação dos chassis e ao modo de aplicação das placas nos chassis são para ser definidas por cada astrônomo com seu construtor.
3. A extensão usada no campo da luneta fotográfica será um quadrado de 2 graus de lado;
4. As placas terão 160mm de lado.
5. A questão de saber se o foco será feito pelo centro ou se a placa será colocada um pouco fora do plano focal será resolvida assim que todos os observatórios participantes estiverem em posse de seus instrumentos.
6. As linhas das redes terão 130mm de comprimento, sua distância será de 5mm. O nome do observatório será inscrito sobre a rede.
7. Para os testes da Carta, como para os do Catálogo, as placas usadas serão de vidro.
8. Cada um dos diretores de observatórios terão a liberdade de encomendar suas placas ao fabricante que desejar escolher.
9. O escritório do Comitê Permanente ouvirá uma enquete sobre a fabricação das placas.
10. As placas, antes de serem empregadas, serão examinadas pelo laboratório de controle estabelecido pelo Escritório do Comitê Permanente.
11. Nós tomaremos como estrela-guia uma bela estrela do campo, cuja posição é conhecida por 5 (?).
12. Uma Comissão de cinco membros (Bakhuyzen, Christie, Gill, Kapteyn, Loewy) é nomeada para:
 - A. Determinar as posições dos centros de todas as placas para o equinócio de 1900;
 - B. De escolher as estrelas-guia e assegurar suas reduções.
13. A sensibilidade das placas deverá ser a mesma para os clichês do Catálogo e para os da Carta.
14. Os testes que cada observatório deverá fornecer antes de começar o trabalho regular da carta serão feitos por meio de objetos contidos na lista preparada pelo Comitê Permanente (Anexo n. 4 do processo-verbal).
15. ~~A rede será impressa sobre cada placa pela luz paralela, em um chassi colocado em frente à própria objetiva fotográfica, ao foco de que teremos colocado uma fonte de luz.~~ (Alterada em 1891).
16. Será feito uso de uma rede para a construção da carta.
17. A rede, para a Carta, será a mesma que para o Catálogo.

18. Se adotar, para os tempos da pose para as estrelas de grandeza 11,0, o produto para 6,25 do tempo de pose necessária para obter a grandeza 9,0 na escala de Argelander.

19. Cada observador deverá obter seus clichês destinados ao Catálogo a grandeza 11,0, determinada também exatamente ao meio da escala de Argelander que o prolongará até a grandeza 9,0 pelo emprego do coeficiente 2,5.

A cada um será permitido apreciar se seus clichês contém as estrelas até a grandeza atenta a esse limite.

20. As placas serão bronzeadas, em vista de sua conservação, mas o Comitê não determinou o modo pela qual o bronzeamento será empregado. Ele também não decidiu nada sobre o verniz, mas condena, no entanto, o emprego do verniz ordinário pois previne as medidas exatas.

21. O Comitê entende que cada observador tenha uma cópia a menos de seus clichês sobre os vidros idênticos àqueles que irão servir para obter os originais. A escolha dos locais desse depósito das cópias será deixada para o Escritório do Comitê Permanente.

22. Uma Comissão de sete membros (Bakhuyzen, Christie, Prosper Henry, Kapteyn, Vogel, Trèpied) é nomeada para estudar os aparelhos de medidas e todas as questões relativas.

~~23. Será feita, para cada clichê do Catálogo, duas poses sucessivas, a segunda tendo uma duração de um quarto da primeira, e de forma que a distância das duas imagens seja de 2 a 3 décimos de milímetros.~~

~~O Comitê recomenda aos observadores mover o instrumento em declinação para efetuar a segunda pose, se seu instrumento o permitir, ou seja, se é munido de um micrômetro. (alterada em 1891)~~

24. A questão das disposições a serem tomadas em vista de encurtar os trabalhos de medida, nas partes do céu onde as estrelas são muito apertadas

25. O Comitê afirma a utilizada de criar um Escritório de medidas ou um número pequeno de escritórios semelhantes, para os casos onde os observatórios não podem realizar eles próprios as medidas.

26. Uma Comissão especial de cinco membros (Common, Paul e Prosper Henry, Roberts, Vogel) é nomeada para estudar todas as questões relativas à multiplicação dos clichês. Wolf se juntou a essa Comissão.

27. Os clichês portarão, no canto N-E da placa, um número de ordem que se reportará a um registro. Esse registro terá inscrito:

- a) A data
- b) As horas de início e fim da pose
- c) A temperatura do tubo da luneta
- d) A altura barométrica

28. A repartição das zonas entre os observatórios participantes é aquela que consta do anexo 4 do processo-verbal. Se novos observatórios vierem a se juntar nessa empreitada, o Escritório do Comitê Permanente irá propor as modificações que serão necessárias para essa repartição.

2. Resoluções aprovadas em 1891

1. As condições de distância e de grandeza das estrelas feitas por diversas partes do catálogo de estrelas-guias não foram alteradas. Contudo, ainda que um astrônomo encontre a estrela de referência que lhe foi fornecida pelo Catálogo não possua um brilho suficiente, ele terá a liberdade de escolher por si mesmo uma estrela até a 40' do centro da placa. As resoluções adotadas pela Comissão das estrelas-guias seguem abaixo:

1.1 Será escolhida como estrela de referência, para cada placa, a estrela mais brilhante cuja distância ao centro da placa não passará 22'.

1.2 No caso onde o brilho dessa estrela é mais baixo do que uma estrela de grandeza 9,0, se juntará como estrela-guia suplementar a estrela de grandeza 9,0 ou de um brilho superior, que será encontra o mais próximo possível do centro da placa.

1.3 Repartição do trabalho de pesquisa, cálculo e observação das estrelas-guia [tabela ao lado).

2. A resolução número 15, votada na Conferência de 1889, à saber:

A rede será impressa sobre cada placa pela luz paralela, em um chassi colocado em frente à própria objetiva fotográfica, ao foco de que teremos colocado uma fonte de luz.

Foi substituída por:

A rede será impressa sobre cada placa pela luz paralela.

3. A orientação das placas será feita pelo equinócio de 1900 nas zonas de declinação superiores à 65°; para as outras, a orientação se dará pelo equinócio aparente do dia.

4. Os trabalhos decididos pelo Congresso de 1887 compreendem duas séries de clichês feitos com poses diferentes, o Comitê Permanente, recomenda aos observatórios que realizem o mais rápido possível a execução dos clichês da segunda categoria (clichês destinados à construção de um catálogo) e visto que deve aproveitar também o maior número possível de belas noites para fazer os clichês de longa posse da primeira série.

5. A resolução número 23 da Conferência de 1889, assim conhecida:

Será feita, para cada clichê do Catalogo, duas poses sucessivas, a segunda tendo uma duração de um quarto da primeira, e de forma que a distância das duas imagens seja de 2 a 3 décimos de milímetros. O Comitê recomenda aos observadores mover o instrumento em declinação para efetuar a segunda pose, se seu instrumento o permitir, ou seja, se é munido de um micrômetro.

Foi substituída por:

Para os clichês do Catálogo, haverá duas poses sobre a mesma placa, uma mostrando fracamente as imagens das estrelas de 11ª grandeza, e outra de uma duração duas vezes maior, e a distância das duas imagens será de 2 a 3 décimos de milímetros.

6. MM. Abney e Cornu são assistentes na Comissão encarregada, em 1889, de estudar todas as questões relativas à multiplicação dos clichês. Essa comissão é composta por Abney, Common, Paul e Prosper Henry, Roberts, Vogel e Wolf.

7. No que concerne o modo de reprodução das estrelas da carta, os métodos puramente fotográficos serão empregados a exclusão de todos os outros métodos que exigem a intervenção

da mão humana. O exame dos detalhes da questão foi enviado à Comissão designada na resolução anterior (ver o relatório desta Comissão, anexo 2).

8. Para a Carta propriamente dita do Céu (clichês com poses longas), nós começaremos pela série de clichês cujos centros são de declinação par; essa série será feita apenas uma única pose (1).

Estudos posteriores mostraram que há lugar para recomendar, para a segunda série (aquelas de declinação ímpar), duas ou três poses ao contrário de uma só como da primeira série (2).

9. Para permitir aos observatórios que passem de uma maneira uniforme e clara da grandeza 9 de Argelander para grandeza 11 que é desejável para os clichês do Catálogo, uma Comissão distribuirá para os observatórios participantes telas e malhas metálicas, absolutamente idênticas para todos os observatórios. Essas telas, colocadas diante da objetiva da luneta fotográfica, diminuem a grandeza de uma estrela de duas unidades, e com a determinação da diminuição da grandeza, os Comissários adotaram o coeficiente 2,512 para o relatório entre lascas (?) de duas grandezas consecutivas.

(Comissários: Christie, Paul Henry, Prosper Henry, Pritchard, Vogel).

Cada observatório fará, de tempos em tempos, clichês-tipos de certas regiões determinadas do Céu, escolhidas pela Comissão, de tal forma que cada astrônomo poderá sempre observar um ao menos à distância zenital adequada.

10. O Comitê Permanente indica quarenta minutos como a duração da pose para os clichês da Carta (série de declinações pares) nas condições atmosféricas médias em Paris e com as placas de luz usadas atualmente em Paris.

A Comissão de telas metálicas remeterá à MM Henry uma tela por meio da qual eles determinarão os tempos (t), expressos em minutos, que permitem obter a 11ª grandeza deixando os 9° de Argelander. Portanto, para todos os observadores que serão munidos de uma tela idêntica, o relatório $40/t$ será o fator pelo qual se deverá multiplicar os tempos da pose dada de 11ª. para obter as estrelas de menos grandeza da Carta.

11. As questões relativas ao número de estrelas fundamentais de referência para cada clichê do Catálogo, a escolha dessas estrelas e os meios próprios em assegurar as observações meridianas foram reenviados a uma Comissão especial com plenos poderes para as resolver definitivamente.

(Comissários: Auwers, Bakhuyzen, Christie, Ellery, Gill, Kapteyn, Loewy).

12. Desde que se julgue adequado, cada observador o executará ou fará executar pelo observatório ou pelo escritório as medidas que poderá escolher:

1. Em coordenadas retilíneas, as medidas das posições sobre as placas do Catálogo, cada estrela deverá ser remitida à linha da rede mais próxima;

2. As medidas necessárias para a determinação das grandezas das estrelas.

Os observatórios publicam os resultados brutos e o Comitê Permanente se ocupará das questões relativas à redução de todas essas medidas de onde serão obtidas um número suficiente de observações meridianas de estrelas fundamentais de referência.

13. Os trabalhos de execução da Carta fotográfica do Céu deverão começar, em cada Observatório, assim que estiverem de posse das telas metálicas absorvendo as duas grandezas. O atraso previsto para a entrega dessas telas é de dois meses. Contudo, cada observatório será livre para começar seus trabalhos antes de receber sua tela, sob a condição de assegurar que obterão todas as estrelas de grandeza 11ª sobre os clichês do Catálogo.

14. Sem fixar nenhuma regra, o Comitê Permanente recomenda, para a região elíptica do Céu, uma série especial de clichês com

com poses mais longas, deixando a essa série o caractere de uma pesquisa pessoal.

15. A repartição definitiva das zonas entre os Observatórios é aquela indica na tabela abaixo

Observatoires.	Latitude.	Zone ou déclinaison.	Distance zénithale.	Nombre de plaques.
Greenwich.....	+51.29	+90 à +65	-13.31 à -38.31	1149
Rome.....	+41.54	+64 à +55	-13.6 à -22.6	1040
Catano.....	+37.30	+54 à +47	-9.30 à -16.30	1008
Helsingfors.....	+60.9	+46 à +40	+14.9 à +20.9	1008
Potsdam.....	+52.23	+39 à +32	+13.23 à +20.23	1232
Oxford.....	+51.46	+31 à +25	+20.46 à +26.46	1180
Paris.....	+48.50	+24 à +18	+24.50 à +30.50	1260
Bordeaux.....	+44.50	+17 à +11	+27.50 à +33.50	1260
Toulouse.....	+43.37	+10 à +5	+33.37 à +38.37	1080
Alger.....	+36.48	+4 à -2	+32.48 à +38.48	1260
San-Fernando.....	+36.28	-3 à -9	+39.28 à +45.28	1260
Tacubaya.....	+19.24	-10 à -16	+29.24 à +35.24	1260
Santiago.....	-33.27	-17 à -23	-10.27 à -16.27	1260
La Plata.....	-34.35	-24 à -31	-3.55 à -10.55	1360
Rio-de-Janeiro.....	-22.54	-32 à -40	+9.6 à +17.6	1376
Cap de Bonne-Espérance.....	-33.56	-41 à -51	+7.4 à +17.4	1512
Sydney.....	-33.52	-52 à -64	+18.8 à +30.8	1400
Melbourne.....	-37.50	-65 à -90	+27.10 à +52.10	1149

(Na coluna 4, + indica que a zona está próxima ao sul do zênite, e - que ela está próxima ao norte.)

16. Cada ano, antes do fim do mês de janeiro, um relatório sobre o estado de avanço dos trabalhos será endereçado por cada Observatório ao Escritório do Comitê Permanente.

17. A Conferência expressa à Academia de Ciências seus profundos agradecimentos por tudo o que ela tem feito em favor do trabalho da Carta do Céu, concedendo-lhe seu alto patrocínio e assegurando a publicação do Boletim. Ela exprime a visão que a Academia quer bem continuar sua preciosa ajuda na publicação dos Processos-Verbais e dos trabalhos posteriores. Ela tem também a confiança que os diversos Governos acordaram com os Observatórios participantes todos os meios de trabalho necessários para o próprio trabalho e para a publicação da Carta.

1. Isto é, apresentar uma imagem única de cada estrela.
2. Isto é, duas ou três imagens contíguas para cada estrela

3. Resoluções aprovadas em 1896

I.- Catálogo Fotográfico

1. O Comitê está de acordo que o erro provável dos valores das coordenadas retilíneas medidas sobre as placas deverá ser mínimo, dentro dos limites possíveis, e que as medidas deveram ser dirigidas de maneira que o erro provável não ultrapassará jamais 0',20
2. (a) O Comitê considera como necessário publicar, assim que possível, as coordenadas retilíneas dos astros fotográficos.
(b) É desejável que essa publicação contenha os dados necessários para a conversão dos resultados em coordenadas equatoriais.
(c) O Comitê expressa o desejo que um Catálogo provisório de ascensões direitas e de declinações sejam publicados pelos observatórios que possuam os recursos suficientes.
3. Cada Observatório terá a liberdade de escolher as posições das estrelas de referência nos Catálogos que lhes parecerem mais convenientes. Será adotado, para o cálculo das constantes de um clichê, um mínimo de 10 estrelas de referência se a escolha estiver disponível. Será publicado também as posições adotadas para as estrelas de referência.
4. A questão de saber se, pela redução de estrelas em 1900, será conveniente de adotar um sistema uniforme de constantes por todos os Observatórios, será objeto de uma questão posterior.
5. O Comitê recomenda adotar um formato de publicação idêntico por todos os Observatórios: esse formato será aquele dos volumes do Catálogo do Observatório de Paris.
6. Os Observatórios terão liberdade de determinar as grandezas fotográficas seja pela medida, seja pela estimativa. A única condição que o Comitê acredita que deve ser imposta, é que o sistema de grandezas fotográficas sobre o qual repousarão as medidas ou estimativas sejam suscetíveis de uma definição precisa, de forma que as diferentes escalas de grandezas empregadas nos diversos observatórios possam se remeter a um sistema comum.

II.- A Carta fotográfica propriamente dita.

7. Cada Observatório será munido de uma escala de opacidades que será impressa sobre as placas ao mesmo tempo que a rede e que permitirá controlar a sensibilidade de cada placa pelas fontes luminosas de intensidades diferentes.
M. Abney é encarregado, pelo Comitê, da construção das ditas escalas.
8. Para a construção da Carta, a segunda série de clichês, quer dizer aquela cujos centros são de declinação ímpar, será feita três poses durante cada 30 minutos. Esse tempo de pose poderá ser diminuído se ele produzir um aumento notável de sensibilidade das placas fotográficas.
9. O Comitê admite, como modo de reprodução da Carta, a fotogravura sobre cobre, donde os clichês à 3 poses foram expandidas duas vezes.
10. Os Observatórios farão dois diapositivos sobre vidro por contato, de onde será arquivado no depósito de Bretenil, sede do Escritório internacional de Pesos e medidas.
11. O Comitê adia para sua próxima sessão o exame das medidas que poderá e terá lugar de tomar como propósito de ajudar a esses observatórios que estão com dificuldades de terminar suas séries do Catálogo ou as da Carta.

4. Resoluções aprovadas em 1900

I.– Catálogo do Céu

1. A zona -17° à -23° , originalmente devolvida ao Observatório de Santiago do Chile foi atribuída ao Observatório de Montevideo, sob a reserva do sucesso da negociação engajada com o Governo do Uruguai.
2. A zona -24° à -31° , previamente devolvida ao Observatório de La Plata, foi definitivamente atribuída ao Observatório de Córdoba.
3. A zona -32° à 40° abandonada pelo Observatório do Rio de Janeiro foi confiada ao Observatório de Perth (Austrália ocidental), sob a reserva do sucesso da negociação engajada com o Ministro das Colônias da Inglaterra.
4. A Conferência insiste na utilidade em se obter para as estrelas de referência as observações meridianas efetuadas em uma época que não seja muito distante daquela das poses dos clichês. As posições das estrelas de referência, deduzidas das observações meridianas, serão anexadas ao Catálogo fundamental de M. Newcomb, que foi adotado, a partir de 1901, para a conferência internacional das estrelas fundamentais reunida em Paris em 1896.
5. Cada Observatório está autorizado a fotografar nas zonas vizinhas uma banda de 2° nos dois limites inferiores e superiores de sua própria zona, para assegurar sua completa liberdade de ação quanto às medidas e às reduções.
6. No que concerne os clichês de poses longas, a Conferência não crê que deva revogar a resolução 8 de 1891, acarretando que, para a carta propriamente dita, uma das duas séries de clichês com declinação de mesma paridade será feita com apenas uma pose de 40 minutos, nem a resolução 8 de 1896, recomendando para a outra série um sistema de três poses de 30 min; mas ela deixa cada um livre de adotar um ou outro sistema, quer dizer uma pose de 40 minutos ou três poses de trinta minutos, para todo o conjunto de clichês da carta.
Ela expressa em outra forma o desejo que as duas séries de clichês, obtidos por um ou outro sistema, sejam reproduzidos o mais cedo possível, para os procedimentos que parecerem mais convenientes aos Observatórios e mais fáceis a colocar em prática com os meios materiais que possuem,

II.– Determinação da paralaxe solar por meio das observações do planeta Eros.

1. É desejável que a determinação da paralaxe do planeta Eros seja feita por medidas micrométricas, heliométricas e fotográficas:
 - a. Por meio das observações do planeta, efetuadas à leste e ao oeste do mesmo observatório.
 - b. Pela cooperação dos Observatórios da Europa e da América do Norte.
 - c. Pela cooperação dos Observatórios do hemisfério boreal com aqueles do hemisfério austral.

2. Durante o período das observações da paralaxe, se deverá determinar o movimento diurno do planeta Eros, assim exatamente quanto possível, por meio das medidas micrométricas, heliométricas e fotográficas.

3. A Comissão recomenda:

a. Aos observadores que determinarem a paralaxe em ascensão direita por meio de um dos três sistemas de medida, seja em um Observatório isolado, seja pela cooperação de diversos observatórios da Europa e América do Norte, de fazer as observações cada noite e cada manhã e de se beneficiar de todas as circunstâncias favoráveis da atmosfera para operar nos maiores ângulos horários convenientes.

b. Aos observadores que determinarem a paralaxe pelas diferenças de declinação no hemisfério boreal e no hemisfério austral, de se arranjar de maneira que os instantes por meio das observações não saiam nos momentos das passagens do planeta ao meridiano da estação austral.

4. É necessário tomar séries especiais de clichês fotográficos das regiões por onde o planeta Eros passará, a fim de determinar as posições das estrelas de comparação.

As estrelas de referência destinadas ao cálculo das constantes das placas deverão ser determinadas pelas observações meridianas.

5. M. Hartwig está encarregado de elaborar um programa para as observações heliométricas do planeta.

6. M. André e Prosper Henry são encarregados de fazer as pesquisas sobre a dispersão atmosférica. M. Loewy comunicou os resultados dessas pesquisas aos membros da Comissão e aos observatórios participantes.

7. Loewy, Brown, Diretor astronômico no Observatório de Washington, e Bakhuyzen foram encarregados de assegurar a execução das diferentes resoluções relativas às observações micrométricas e fotográficas.

5. Resoluções aprovadas em 1909

Estado do Trabalho

1. O Comitê emite a vista de que a publicação das medidas feita pelo Catálogo para os Observatórios de Sidney, Melbourne e Perth haverá lugar assim possível e decide que uma cópia dessa vista será enviada ao Governo dos Estados.

É desejável que a zona disponível de -17° a -23° , ainda não iniciada, seja repartida, para o catálogo, entre o novo Observatório de Santiago, o novo Observatório de Hyderabad (Deccan – Índia, criado pelo Governo de S.A. le Nizam e, se houver espaço, o Observatório da Universidade de La Plata. M. B. Baillaud será responsável dessa divisão com os diretores desses estabelecimentos para a repartição do trabalho.

É desejável que a zona de Córdoba (de -24° a -30°) seja dividida, para o Catálogo, entre o Observatório de Córdoba e a da Cidade do Cabo. M. Baillaud poderá se entender com M. Perrine, o novo diretor de Córdoba para os detalhes dessa partilha.

No que se refere a Carta, a zona livre de -17° a -23° , que compreende uma parte da elíptica, será feita pela cooperação entre o Observatório e o de Paris. A oferta de M. Baillaud, de fazer reproduzir pela heliogravura os clichês dessa zona obtida em Santiago ou, se houver, lugar, em um outro observatório, é aceita em princípio.

2. O Comitê Permanente sinala interesse que apresenta uma repetição de placas, sobretudo aquelas do Catálogo, mesmo após apenas uma década de anos. A Alta precisão das medidas forneceu já as indicações sobre os próprios movimentos. Ele convida os Observatórios que posam empreender um tal trabalho de refazer suas placas, insistindo sobre a necessidade de as tomar aproximadamente sob o mesmo ângulo horário e a mesma data do ano.

GRANDEZAS ESTELARES

3. É recomendado aos observatórios participantes de fazer, para as 24 regiões da zona de seus observatórios, comparações fotográficas diretas com a região polar mais próxima.

Será feita sobre a região polar e sobre a região comparada duas poses, uma de 6 minutos e a outra de 20 minutos, as duas regiões sendo levadas às distâncias zenitais iguais e em condições também similares que tornam possíveis clichês dessas regiões.

Os observadores cujos instrumentos não podem visar o polo utilizarão como regiões de comparação as regiões Pritchard-Kapteyn nas condições indicadas mais altas.

Para as calotas polares, um número de 24 regiões típicas é recomendado, escolhidas de maneira julgada mais conveniente pelos astrônomos interessados.

É entendido que não há nenhuma objeção a que as poses de duração diferentes sejam feitas sobre placas diferentes, nem que sejam feitas poses adicionais.

4. O Comitê recomenda que uma segunda série de 24 clichês que ligaria entre eles, dois a dois, as 24 regiões típicas de uma mesma zona. Ele será feito, aqui de novo, duas poses de 6 e 20 minutos respectivamente para cada das duas regiões comparadas.

É entendido aqui também que não há nenhuma objeção quanto às poses de diferentes durações sejam feitas sobre placas diferentes, nem que se façam poses adicionais.

O Comitê recomenda que os astrônomos cujas zonas compreendam as declinações 0° , $\pm 15^{\circ}$, $\pm 30^{\circ}$, $\pm 45^{\circ}$, $\pm 60^{\circ}$, $\pm 75^{\circ}$ escolhidas para as regiões típicas, ou entre elas, de regiões cobertas, ao menos em parte, as áreas selecionadas por Kapteyn.

5. O Comitê emite a vista que quaisquer Observatórios empreendedores de fotografia sobre uma mesma placa, e nas condições também similares tanto quanto possíveis, de cada área Pritchard-Kapteyn com, se a região do polo norte, se a região do polo sul.

6. A conexão das regiões restantes de cada zona com as regiões típicas dessa zona poderá se fazer de muitas maneiras diferentes. O Comitê pensa que a escolha da maneira de executar a conexão deve ser feita entre os Observatórios participantes.

7. O Comitê estima que seria prematuro de desejar fixar uma maneira absoluta a origem das escalas das grandezas fotográficas e o intervalo dos graus, confia a solução do problema a uma Comissão composta de Backlund, Baillaud, Gill, Hale, Kapteyn, Pickering, Scheiner, Turner.

É recomendado aos membros dessa Comissão de escolher de preferência uma escala fotográfica independente da escala visual. Contudo, a nona grandeza da escala visual poderá ser escolhida como ponto de início.

Enquanto a subcomissão cumprir seu mandato, os observadores poderão continuar a publicação das grandezas da forma adotada até aqui, sob a condição, contudo, que cada observatório participante indique com a clareza desejável o método empregado para a obtenção das grandezas. De tal forma que as correções necessárias para passar das escalas respectivamente adotadas pelos diversos observatórios para a escala absoluta que resultará dos trabalhos da subcomissão poderão ser feitas sem a menor incerteza. Atualmente a escala mais recomendável será aquela definida pela Sequência Norte Polar de 47 estrelas de E.C. Pickering.

8. Os observadores terão o benefício dado pelas três imagens de uma mesma estrela sobre os clichês da carta o intervalo necessário para que as três imagens de uma estrela de 11^a grandeza apareçam claramente separada.

9. Os observadores poderão diminuir a duração de cada uma das três poses de 30 para 20 minutos, por exemplo, se for reconhecido que essa última pose é suficiente para mostrar as estrelas de 14^a grandeza na escala prolongada de Argelander.

10. A atenção dos astrônomos participantes é atraída sobre as vantagens que ele pode para fazer as três poses da Carta em duas noites apenas, a primeira noite para a primeira pose, a segunda para as outras duas poses.

ÓTICA

11. Ao menos duas vezes por ano, será feito um estudo dos ajustes das equatoriais fotográficas. Será concentrado a verificar a centralização das objetivas, a passar seu eixo pelo centro dos clichês e trazer esse eixo normal para o lado sensível. Para examinar a qualidade da objetiva e a distorção, recomenda-se utilizar o método da tela perfurada de Hartmann que já fez seus testes. Em vista da avaliação das distorções óticas dependendo do ângulo de posição e da distância, será feita uma série especial de clichês das Plêiades. Esses clichês servirão igualmente para verificar as fórmulas adotadas para reduzir as medidas possuindo uma exatidão suficiente.

12. O Comitê emite a vista os erros de natureza ótica serão estudados, sobre as placas já medidas, pelo método de M. Turner expôs no Anexo A (Relatórios dos Observatórios participantes); Ele será também desejável que se faça as observações para determinar a flexão relativa de duas lunetas dos instrumentos fotográficos.

Estrelas fundamentais e Catálogo

13. O Comitê Permanente, convencido da importância da determinação de estrelas de referência para as observações também contemporâneas que tornam possíveis as poses dos clichês, expressa sua grande satisfação de que todas essas estrelas de referência foram observadas de novo onde será bem próximo. No que concerne as observações que restam a fazer, ele agradece

a Verschaffel, Backlund, Struve e Boccardi, que assegurará que essas observações serão feitas com a exatidão e a prontidão desejáveis.

14. O Comitê está de acordo que, no futuro, as observações meridianas de estrelas baixas sejam, fora das pesquisas especiais, limitadas às observações das estrelas escolhidas como estrelas de referência para as placas do catálogo. De certa forma, as posições da maior parte das estrelas poderão ser determinadas fotograficamente com as maiores facilidade e precisão possíveis.

15. As observações meridianas poderão ser divididas em três classes: estrelas fundamentais, estrelas intermediárias, estrelas de referência.

a. Estrelas fundamentais: essas estrelas deverão ser escolhidas de tal forma que deverá haver uma estrela cada área de 25° de lado, de sorte que a distribuição no céu tão uniformes quanto possível. Os observatórios que desejarem concorrer à determinação de um novo sistema de fundamentais deverão concordar para escolher precisamente as mesmas estrelas no limite onde elas são observáveis às alturas convenientes acima de seus respectivos horizontes.

Os observatórios que parecem desejar ser designados em primeiro lugar para essa cooperação são:

Hemisfério Norte: Greenwich, Leyde, Kiel, Lick, Paris, Pulkovo, Odessa, Washington, Alger.

Hemisfério Sul: Cidade do Cabo, Sydney.

Essa resolução não exclui a cooperação entre outros observatórios para todo o trabalho sobre as fundamentais ainda que estejam a sua disposição os tempos e instrumentos suficientes.

b. Uma segunda série de estrelas, ditas intermediárias, e, de preferência entre a oitava e a nona grandeza será estabelecida. As posições dessas estrelas serão escolhidas na intenção de determinar as estrelas de referência pelo relatório das fundamentais com o menor erro sistemático possível, de tal forma que seja eliminada a equação da grandeza tanto em ascensão direita quanto em declinação.

O catálogo de estrelas de Bonn para 1900, de 0° à 51° , oferece um exemplo dos métodos pelas quais um dado Catálogo pode ser construído. Sabemos que um catálogo idêntico, entre 51° e 90° , será dirigido ao Observatório

de Kasan. É desejável que as observações análogas sejam feitas no hemisfério norte, se possível, que duas séries idênticas, ou mais, no hemisfério sul.

As estrelas que devem ser escolhidas para essas séries adicionais podem ser menos numerosas que aquelas que vierem a ser indicadas, mas elas poderão ser levadas exclusivamente na lista de estrelas de referência adotadas, de maneira que se encontre quatro a seis estrelas por hora de cada zona de 2° de largura.

No que concerne a determinação das posições de estrelas intermediárias os Observatórios que tiverem boas observações meridianas recentes de estrelas de referência podem ser dispensadas de re-observação. Ela será apenas necessária de determinar as correções por meio das posições de estrelas de referência de cada placa comparando as posições previamente adotadas para essas estrelas posições definitivas de estrelas intermediárias.

Mas, para todas as observações meridianas das estrelas de referência feitas posteriormente à publicação das posições definitivas das estrelas intermediárias, será desejável de se empregar essas posições como para a redução das observações.

A Comissão encarregada do trabalho para o Comitê Permanente compreenderá os diretores dos observatórios engajados na cooperação Auwers, Boss, Gill, Kustner, Newcomb.

16. Resolução complementar: o Comitê emite a visão que, em consideração dos três pequenos números de Observatórios organizados para o trabalho de alta precisão das fundamentais do hemisfério sul é muito desejável, do interesse da Ciência, que um instrumento meridiano fornecido com todos os aperfeiçoamentos modernos seja instalado na Austrália. O estabelecimento de um novo observatório em um local próximo Sydney oferece uma feliz ocasião de preencher esse grande desiderato astronômico. Uma cópia dessa resolução será, para a via diplomática, transmitida ao governo de New South Wales.

EROS

17. M Stromgren será encarregado de calcular:

- a. Uma efeméride aproximada de Eros para 1931.
- b. As efemérides precisas para as posições sucessivas até 1931;
- c. Uma efeméride de alta precisão para 1931.

18. O Comitê exprime o desejo que as efemérides de Eros, relativa às oposições sucessivas, sejam inseridas nas grandes efemérides oficiais: Almanaque Náutico, Conhecimento dos tempos etc.

19. O Comitê emite a visão que uma entente internacional tem lugar para calcular, com um rápido atraso, as posições heliocêntricas de cinco planetas problemáticos Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno, a fim de permitir ao Sr. Stromgren, de fornecer, para 1931, uma efeméride bem precisa de Eros, permitindo determinar, daqui para qualquer ano, as estrelas de comparação.

20. O Comitê recomenda aos observatórios a observação regular do planeta Eros, desde a época presente e tão longo quanto possível. Essas observações deverão ser feitas não apenas no momento da oposição, mas devem ser iniciadas bem cedo e perseguidas o mais longe possível. Para as oposições anteriores à 1931, os observatórios são convidados a publicar seus resultados com o mais rápido possível.

No que concerne particularmente às determinações fotográficas, serão dadas as coordenadas retilíneas do planeta e aquelas das estrelas de comparação. Sempre que possível, serão essas estrelas de referência do Catálogo fotográfico para a mesma região; se dará igualmente as ascensões direitas e as declinações provisórias do planeta.

As estrelas de referência já foram escolhidas, poderão ser conhecidas facilmente, por exemplo, pelas correspondências.

Pesquisas Especiais

21.O Comitê nomeia uma comissão composto por Knobel, Lippmann, Perrine, Turner para examinar a questão das pesquisas a serem feitas sobre as imagens das estrelas produzidas sobre a placa sensível sob o ponto de vista ótico e fotográfico, e para estudar os meios de se obter as imagens de estrelas de referência mais suscetíveis de medidas exatas que aquelas encontradas sobre as placas empregadas na Carta do Céu. Essa comissão terá liberdade para admitir outros membros.