

JAMES E. KEELER (1857-1900), PIONEIRO DA ASTROFÍSICA E DA ASTROFOTOGRAFIA

James Edward Keeler nasceu há 150 anos (10 de Setembro de 1857) em La Salle (Illinois). A sua família mudou-se para a Florida (Mayport) em 1869 e Keeler foi educado num colégio privado até ser admitido na Universidade. O seu interesse pela astronomia revelou-se bem cedo.

Entre 1875 e 1877 fundou o observatório astronómico de Mayport que incluía entre outros instrumentos: (i) um quadrante com o qual determinou a altura da estrela polar; (ii) um telescópio refractor de 5 cm de abertura que utilizou para efectuar os primeiros desenhos de superfícies planetárias e nebulosas em 1875; (iii) um relógio de precisão; (iv) um círculo meridano que ele próprio construiu e montou em 1877. Estas primeiras observações realizadas no observatório de Mayport revelam por si só uma enorme apetência para o registo preciso de acontecimentos astronómicos bem como uma qualidade invulgar como desenhador de superfícies planetárias (qualidade pela qual viria a ser conhecido mais tarde).

Keeler ingressa na Universidade John Hopkins com 20 anos em 1877 onde completou cursos de Física e Alemão. Terminou os seus estudos em 1881. Durante este período universitário Keeler desenvolveu um interesse particular pelas ciências experimentais. Foi monitor de alguns trabalhos práticos e chegou mesmo a realizar sessões para estudantes mais jovens sobre temas de física e electricidade.

No final do primeiro ano passado na Universidade, Keeler participa numa expedição para observar o eclipse total do Sol de 29 de Julho de 1878 em Central City, Colorado. Nesta expedição integrou a equipa do observatório Naval americano liderada por Edward S. Holden. A sua função foi a de desenhar a coroa solar. O relatório que efectuou revela bem o cuidado colocado na preparação, métodos utilizados e registo preciso de acontecimentos astronómicos.

Em 1881, o Professor Samuel Pierpont Langley (1834-1906) solicitou à Universidade de John Hopkins que lhe fosse recomendado um candidato ao lugar de assistente de observação para o observatório de Allegheny (Figura 1). O nome de Keeler surgiu naturalmente e este começou a trabalhar no observatório algumas semanas antes de receber o seu diploma universitário.



Figura 1- Samuel Pierpont Langley (1834-1906), Observatório de Allegheny e refrator Fitz-Clark de 13" F/14 (1861).

Em 1881 Keeler acompanha Langley numa expedição que tinha por objectivo a determinação da constante solar. Os resultados obtidos durante esta expedição (Mount Whitney) ocuparam Keeler durante quase dois anos. Em 1883/1884 Keeler realiza uma viagem de estudo à Europa tendo frequentado diversos cursos especializados sobre temas de Física na Alemanha em Heidelberg e Berlin. Entre os anos de 1884 e 1886 Keeler foi de novo assistente no observatório de Allegheny tendo auxiliado Langley nas suas investigações sobre o espectro solar (região do infra-vermelho) e física lunar.

Em 1886 Keeler integra a equipa do observatório de Lick (Mount Hamilton) e começa por se ocupar do serviço da hora. O sistema de telégrafo para transmissão do sinal horário foi por ele aperfeiçoado bem como os instrumentos de trânsito e pêndulas usados com esta finalidade. Este importante trabalho foi efectuado por Keeler até Junho de 1891.

Quando o observatório de Lick foi finalmente terminado, E. Keeler foi nomeado astrónomo e encarregue de liderar os trabalhos de índole espectroscópica. O espectroscópio por ele concebido foi o mais sofisticado da época. Utilizou-o com enorme sucesso para determinar a ausência de absorção telúrica no espectro de Saturno, na observação do espectro de Úrano bem como numa longa série de observações dos espectros de algumas estrelas brilhantes (*e.g.* γ Cassiopeia e β Lyrae). Determinou igualmente com elevado rigor a aberração cromática da objectiva do refractor de 36" do observatório de Lick¹ e realizou inúmeras observações do espectro da nebulosa de Orion (M 42) e de 13 nebulosas planetárias que constituem um marco muito importante na espectroscopia visual realizada na época (Figura 2).

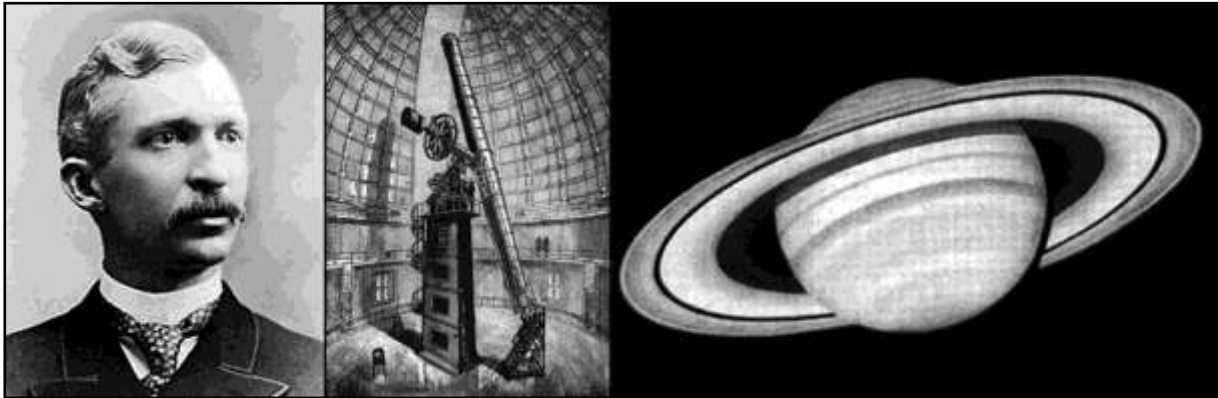


Figura 2- James Edward Keeler, refractor de 36" do observatório de Lick e desenho de Saturno efectuado por Keeler na primeira noite de observação com este instrumento (7 de Janeiro de 1888).

Estes resultados são publicados no terceiro volume das *Publicações do observatório de Lick*². Keeler utilizou nestas observações uma rede de difracção com 14438 linhas por polegada e o refractor de 36" do observatório de Lick. Mediu com grande precisão a posição das riscas de emissão de algumas nebulosas planetárias a partir de observações visuais dos espectros de 3ª e 4ª ordem. Algumas discrepâncias encontradas foram atribuídas a diferenças da velocidade relativa das nebulosas relativamente ao sistema solar (Figura 3).

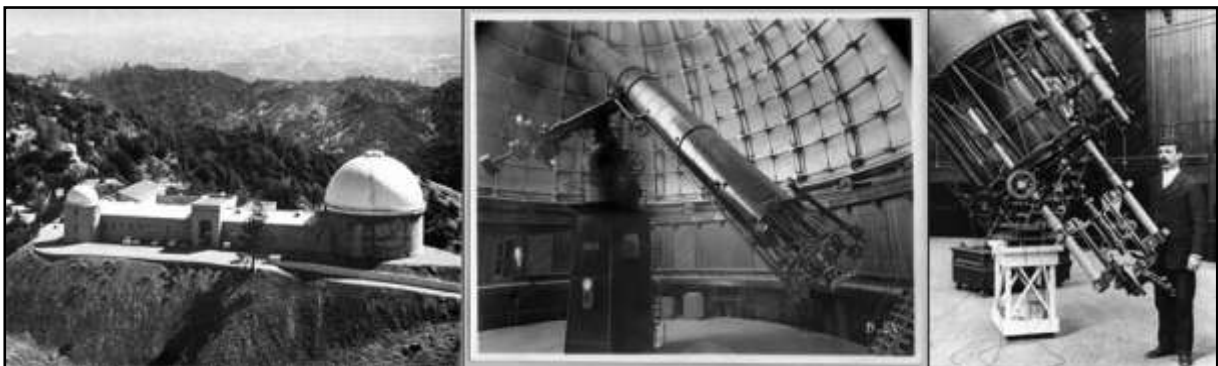


Figura 3- Observatório de Lick (Mount Hamilton), Refractor de 36" (1887) e espectroscópio.

Keeler efectuou numerosos desenhos de Júpiter e Saturno que constituem ainda hoje uma referência incontornável. Nestes desenhos é pela primeira vez assinalada a "Keeler gap"³ com apenas 42 km, situada no anel A do planeta e localizada a apenas 250 km do exterior deste (Figura 2).

Em Junho de 1891 Keeler assume o cargo de director do observatório de Allegheny sucedendo a Samuel Langley. Neste período assume igualmente funções de Professor de Astrofísica na Universidade da Pennsylvania. Continua as suas observações espectroscópicas apesar dos instrumentos usados não serem comparáveis aos que utilizava no observatório de Lick. As observações foram confinadas às regiões amarela e verde do espectro electromagético devido sobretudo à fraca transparência do local de observação e aos instrumentos usados. Construiu um espectroscópio que seria utilizado com o telescópio refractor do observatório (13") e que podia ser

¹ Keeler, J.E. (1890). On the Chromatic Aberration of the 36-inch Refractor of the Lick Observatory. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 2, No. 9: 160-165.

² Keeler, J.E. (1894). Spectroscopic observations of Nebulae, made at Mount Hamilton, California, with the 36-inch Telescope of the Lick Observatory. *Publications of the Lick Observatory*, 3: 161-231.

³ Actualmente conhecida como a divisão de Encke.

convertido facilmente recorrendo ao uso de um ou três prismas e em alternativa de uma rede de difracção. Com este instrumento realiza uma extensa investigação espectroscópica sobre a nebulosa de Orion e de algumas estrelas associadas à nebulosa. Cedo chegou à conclusão de que praticamente todas as linhas brilhantes observadas no espectro de uma nebulosa têm linhas de absorpção (escuras) correspondentes, revelando uma ligação estreita entre estas estrelas e as nebulosas associadas.

As observações de Keeler sobre o espectro de Saturno foram de extrema importância. Considerando os meios disponíveis na época, constituem um marco da espectroscopia e da astrofísica. As investigações clássicas de Clerk Maxwell sobre a composição dos anéis indiciavam que estes eram compostos por pequenos corpos que orbitavam o planeta. As observações espectroscópicas de Keeler confirmaram esta hipótese⁴. Estas observações foram efectuadas com o refractor de 13" num local pouco indicado para a realização deste tipo de registos (Figura 4).

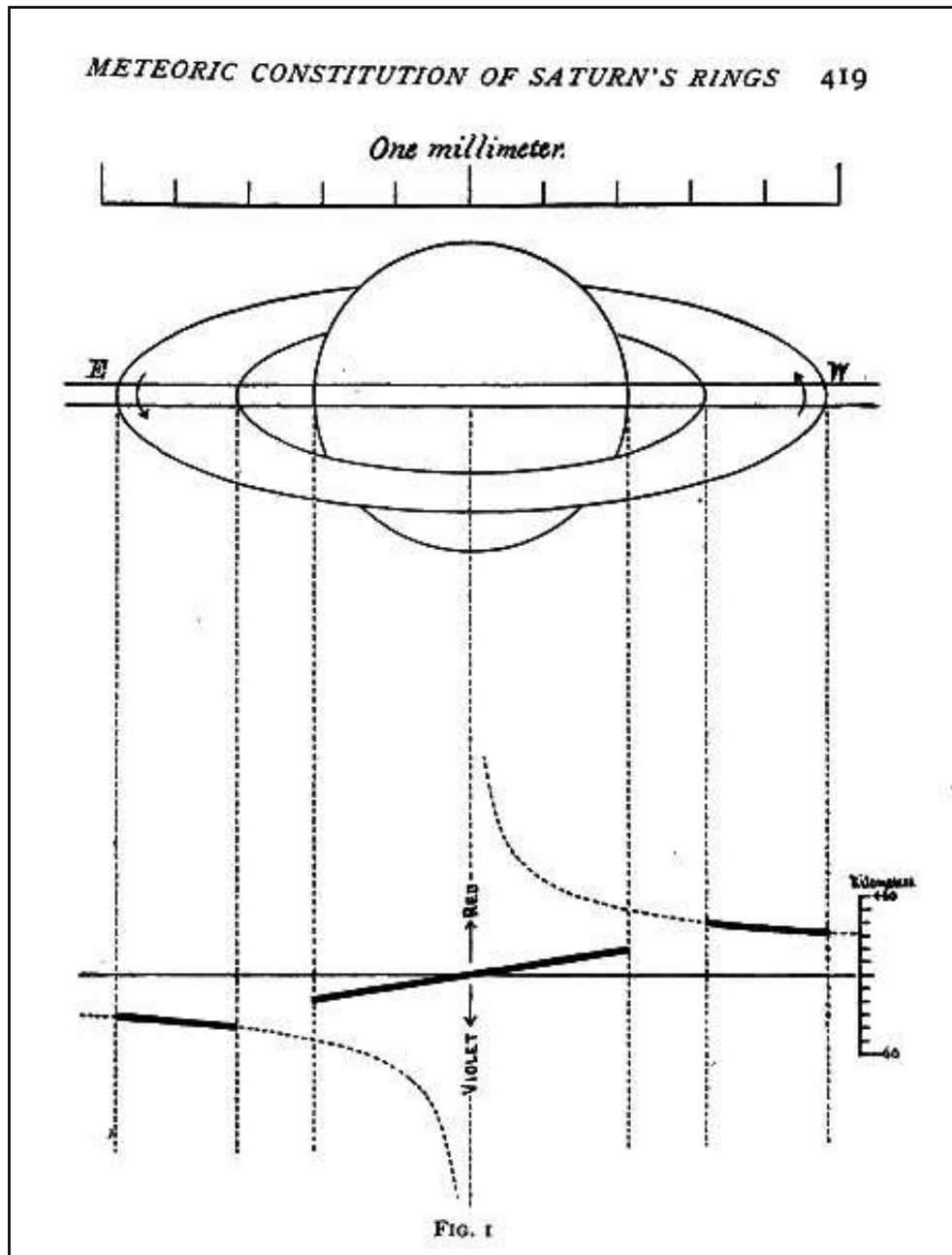


Figura 4- Observações originais sobre a constituição dos anéis de Saturno (Keeler, 1895).

⁴ Keeler, E.J. (1895). A Spectroscopic Proof of the Meteoric Constitution of Saturn's Rings. *Astrophysical Journal*, vol. 1: 416-428.

Em 1898 Keeler é nomeado director do observatório de Lick iniciando as suas funções em 1 de Junho. Durante o curto período que medeia entre 1898 e o seu desaparecimento precoce em 1900, Keeler dedica-se fundamentalmente à realização de observações astrofotográficas com o reflector de Crossley. Este telescópio reflector de 36" (915 mm) $f/5,7$, foi construído pelo astrónomo amador inglês Andrew Ainslie Common (1841-1903)⁵ em 1876. O espelho de vidro coberto por prata foi construído G. Calver ⁶.

A montagem equatorial deste telescópio reflector apresentava algumas características inovadoras. O tubo era aberto e suportado por um garfo robusto. O eixo polar encontrava-se mergulhado num banho de mercúrio com a intenção de reduzir a fricção, um método inovador que foi mais tarde aplicado nos telescópios de 60" e 100" do observatório de "Mount Wilson". Inicialmente o telescópio foi instalado num observatório com um tecto de correr contendo uma plataforma exterior que dava acesso ao foco newton. Em 1885 Common vendeu o reflector a outro astrónomo amador inglês, Edward Crossley (1841-1905) que o instalou em Yorkshire (Inglaterra). Crossley construiu uma cúpula em ferro galvanizado com cerca de 12 m de diâmetro para abrigar o reflector. A cúpula tinha um peso total de 15 toneladas e era accionada por um motor a vapor de água (uma revolução completa da cúpula era efectuada em cerca de 5 min) (Figura 5).

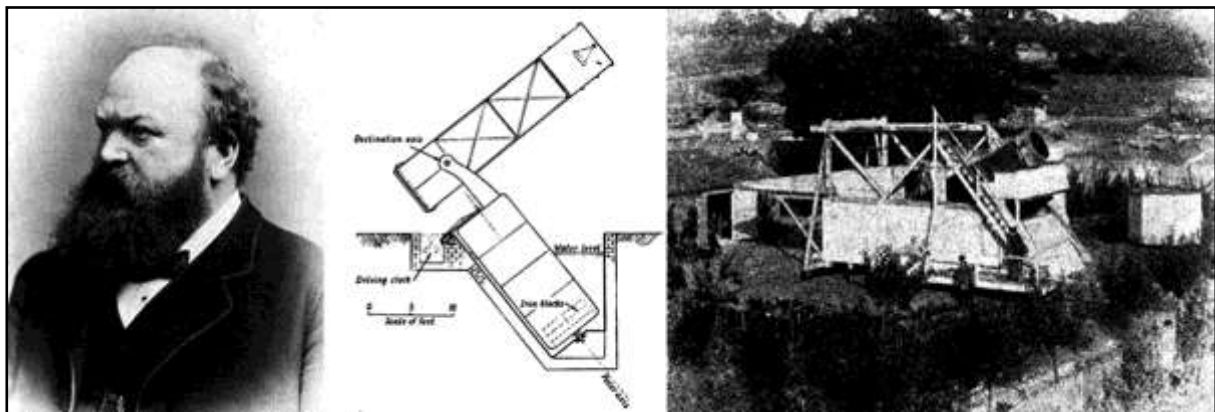


Figura 5- Andrew Ainslie Common (1841-1903), reflector Calver 36" $f/5,7$, observatório de tecto de correr, Ealing, Inglaterra.

Em 1893 Crossley decide vender o reflector e a cúpula devido sobretudo às más condições atmosféricas que impediam a realização regular de observações astronómicas. Em 1895 o telescópio é enviado para o observatório de Lick tendo sido instalado em 1896 (Figura 6).

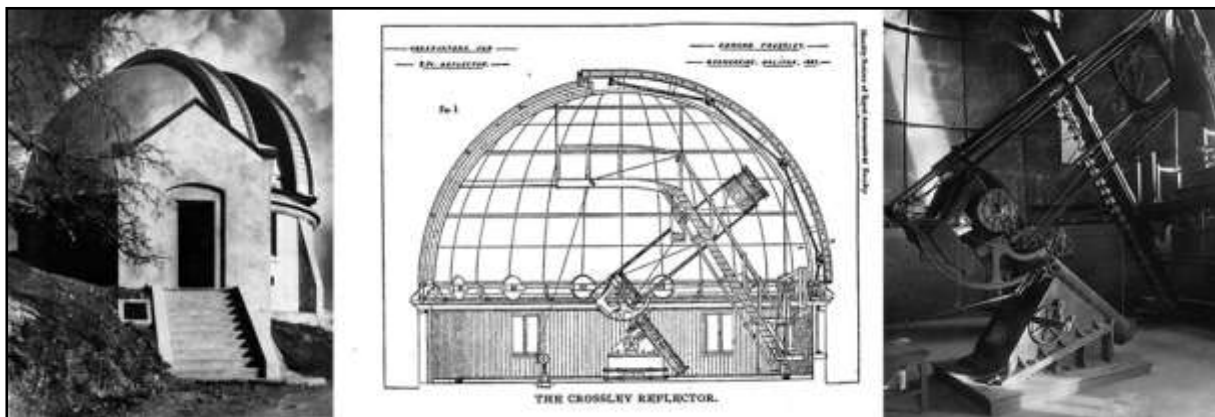


Figura 6- O reflector de Crossley, observatório de Lick (ca. 1900).

Uma vez instalada a cúpula e o reflector, cedo se verificou que a montagem não era adequada à realização de astrofotografias de longa pose. Keeler efectuou numerosas modificações no telescópio durante um período de 5 meses até conseguir registar algumas imagens de grande qualidade. Foi deste modo possível obter um elevado número de astrofotografias de objectos do céu profundo num período de apenas 2 anos. Keeler inicia um extenso

⁵ A.A. Common recebeu a medalha de ouro da Royal Astronomical Society por ter realizado com sucesso as primeiras astrofotografias de longa pose da nebulosa M 42 em 1883 (37 min de tempo de exposição).

⁶ Osterbrock, D. E. (1984). *James E. Keeler: Pioneer American Astrophysicist and the Early Development of American Astrophysics*. Cambridge, England: Cambridge University Press. Osterbrock, D.E. (1988). *Eye on the Sky: Lick Observatory's First Century*. Berkeley, California: University of California Press.

programa com o principal objectivo de registar fotograficamente os objectos mais brilhantes (nebulosas) do catálogo de Herschel. Mais de metade destes objectos foram registados satisfatoriamente. Foi deste modo possível verificar pela primeira vez que a maioria das nebulosas apresentava uma estrutura espiral e não irregular como se pensava na época⁷.

Keeler descreve minuciosamente o reflector de Crossley bem como as alterações por ele efectuadas numa publicação que efectuou pouco antes da sua morte⁸. É extremamente interessante e instrutivo ler esta publicação. O sistema de guiagem no foco newton era inovador. As correcções efectuadas em Declinação e Ascensão Recta eram efectuadas movimentando a chapa fotográfica e não o instrumento. As mudanças de foco durante as longas exposições eram também efectuadas durante a guiagem das astrofotografias de longa pose (Figura 7). Em 1908 foi publicada uma obra monumental que reúne as principais astrofotografias obtidas com o auxílio deste instrumento⁹ (Figura 8 e 9).

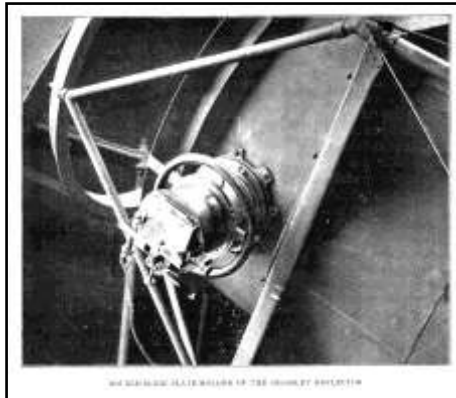


Figura 7- Sistema de guiagem no foco newton do reflector de Crossley. Observatório de Lick (ca. 1900).



Figura 8- M 42. Reflector Crossley 36" $f/5,7$, 40 min de exposição, 16 de Novembro de 1898.

⁷ Keeler, J.E. (1900). On the Predominance of Spiral Forms among the Nebulae. *Astronomische Nachrichten*, volume 1: 1-4.

⁸ Keeler, J.E. (1900). The Crossley Reflector of the Lick Observatory. *Astrophysical Journal*, vol. 11: 325-353.

⁹ Keeler, J.E. (1908). Photographs of nebulae and clusters made with the Crossley reflector. *Publications of Lick Observatory*, Vol. 8.

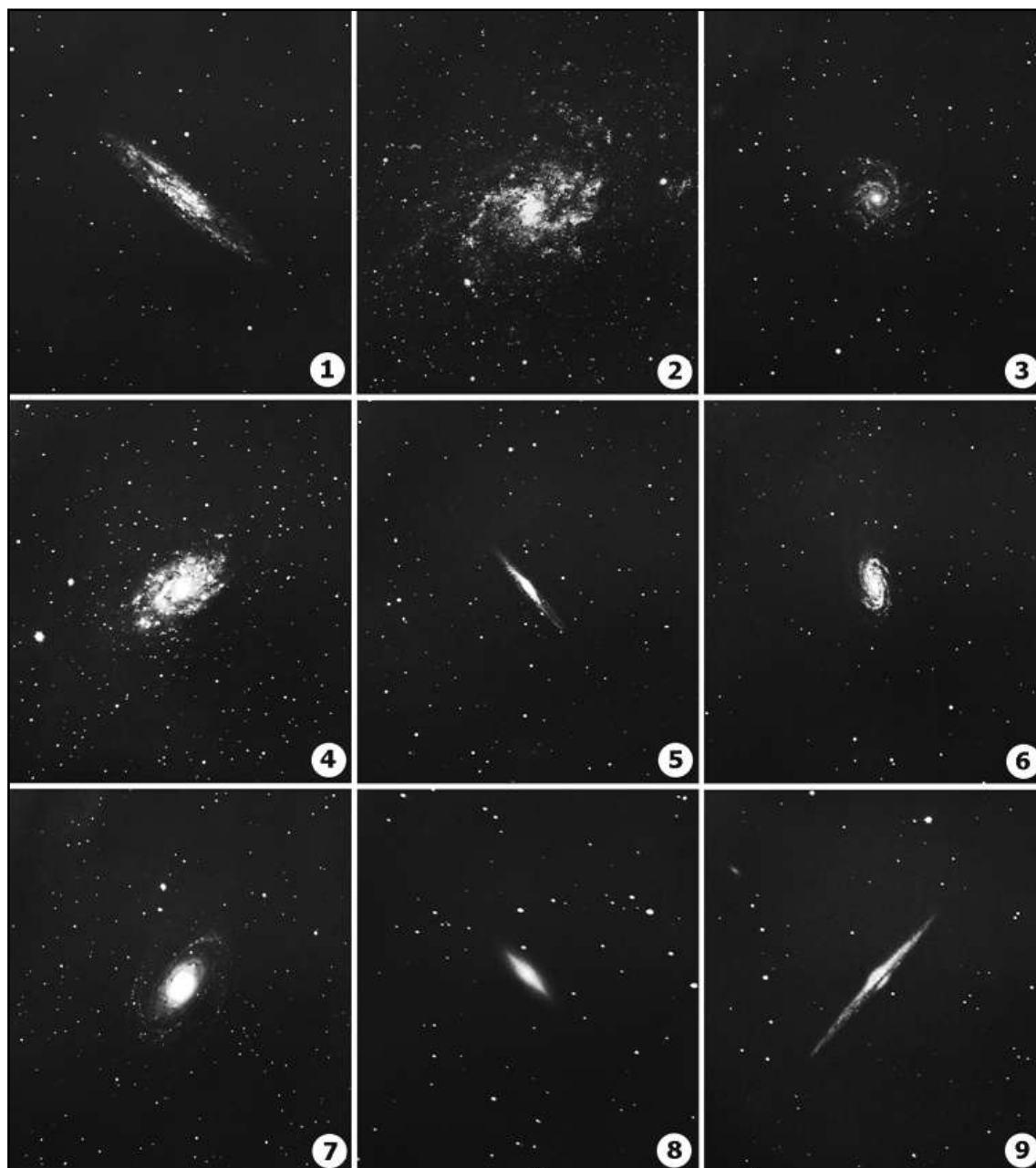


Figura 9- Astrofotografias obtidas por J.E. Keeler e colaboradores com o reflector Crossley 36" $f/5,7$: 1- NGC 253, 3h, 18-20 de Novembro de 1902; 2- M 33, 3h30min, 12 de Setembro de 1899; 3- M 74, 4h, 31 de Outubro de 1899; 4- NGC 2403, 3h, 27 de Fevereiro de 1900; 5- NGC 2683, 3h30min, 23 de Fevereiro de 1900; 6- NGC 2903, 3h30min, 24 de Fevereiro de 1900; 7- M 81, 3h55 min, 21 de Março de 1900; 8- NGC 3115, 2h30 min, 9 de Abril de 1901; 9- NGC 4565, 3h, 21 de Abril de 1901.

James E. Keeler faleceu em 12 de Agosto de 1900 com apenas 43 anos de idade¹⁰. O seu desaparecimento prematuro foi sem dúvida um choque para os seus colegas mais próximos, para o Observatório de Lick, do qual era director, e para a astrofísica em geral. Apesar de curta, a sua carreira foi extremamente rica. É de realçar uma longa lista de publicações bem como algumas descobertas essenciais para o avanço da astronomia e da astrofísica¹¹. Keeler recebeu um doutoramento "honoris causa" pela Universidade da Califórnia (1893). Foi-lhe igualmente atribuída a medalha de Rumford em 1898 pela "National Academy of Arts and Sciences" e a medalha Henry Draper em 1899 pela "National Academy of Sciences". Foi editor associado da revista "Astronomy and Astro-Physics" durante 1893 e 1904 e editor (juntamente com George E. Hale) da conceituada revista "Astrophysical Journal" desde 1895 até ao seu desaparecimento.

¹⁰ Keeler sofria de uma grave insuficiência cardíaca.

¹¹ Campbell, W.W. (1900). James Edward Keeler. *The Astrophysical Journal*, Volume 12 (4): 239-253.