

# WILLIAM HUGGINS (1824-1910) E O DEALBAR DA ASTROFÍSICA

PEDRO RÉ

<http://www.astrosurf.com/re>

William Huggins nasceu em Cornhill, Middlesex (Reino Unido) em 1824. Com apenas 8 anos de idade compra um telescópio e realiza as primeiras observações astronómicas no interior da cidade de Londres. As observações que efectuou durante a infância estimularam o seu interesse pelo estudo da astronomia. Entre estas pode mencionar-se; uma chuva de meteoros (Novembro de 1836); um eclipse anular do Sol que atingiu 90% em Londres (15 de Maio de 1836) e o aparecimento de um cometa visível em pleno dia (Fevereiro e Abril de 1843) (Figura 1).

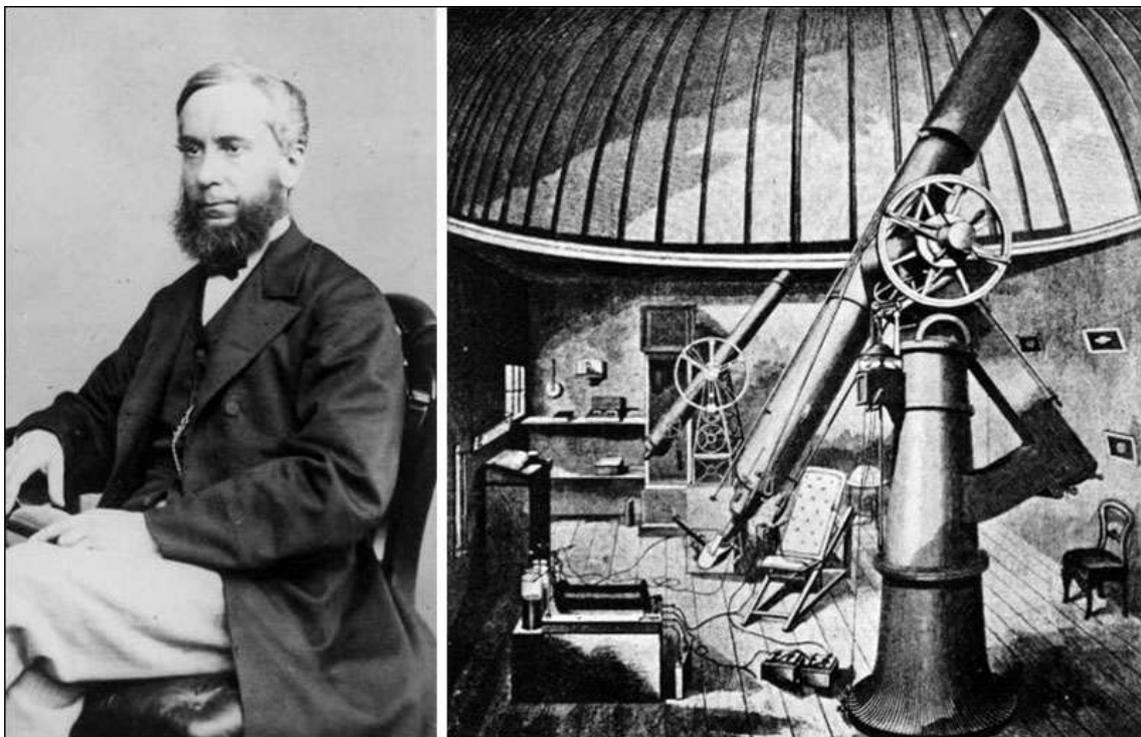


Figura 1- William Huggins (1824-1910) (esquerda), aspecto do interior do seu observatório (direita) onde é visível o refractor Clark de 8" e um refractor Dollond de 5" (1860 a 1869).

Cerca de 30 anos mais tarde (1854) William Huggins é eleito membro da "Royal Astronomical Society" (RAS). A maioria dos membros da RAS eram nesta altura astrónomos amadores que desenvolviam inúmeros projectos de observação relacionados sobretudo com o estudo de objectos do sistema solar (asteróides, superfícies planetárias, satélites, cometas, manchas solares) bem como de estrelas duplas. Huggins envolve-se activamente, como astrónomo amador, em muitos destes projectos de observação.

Em 1851, Huggins observa os primeiros daguerreótipos da Lua realizados por William Cranch Bond (1789-1859) (Cambridge, Massachusetts) expostos durante a Grande Exposição de Londres realizada no mesmo ano e subsquentemente na RAS. No ano seguinte, Warren de la Rue (1815-1889), estimulado por estes primeiros resultados, realiza numerosas fotografias da Lua. Não é claro que Huggins e Warren de la Rue tenham colaborado neste período. Durante os primeiros anos em que Huggins integrou a RAS, o facto de ter efectuado unicamente observações a partir do interior de

Londres, não lhe permitiu contribuir com qualquer material para publicação nas *Monthly Notices* da referida Sociedade.

Em 1855 muda-se para uma nova residência nos subúrbios de Londres (Lambeth) que ficou conhecida inicialmente como a "Alpha Cottage" e mais tarde como 90 Upper Tulse Hill Road. As condições de observação astronómica melhoraram muito. Um regime de ventos favorável afastava o fumo persistente que se fazia sentir quase em permanência sobre a cidade de Londres e os instrumentos de observação astronómica podiam ser facilmente montados de um modo expedito num amplo jardim.

Pouco tempo após ter-se mudado para a nova residência, Huggins contrata um carpinteiro local (Edward Leigh) com a finalidade de construir um observatório, onde monta de um modo definitivo os seus instrumentos de observação. Huggins descreve minuciosamente o seu novo observatório numa comunicação publicada nas *Monthly notices* da RAS<sup>1</sup> (Figure 2).

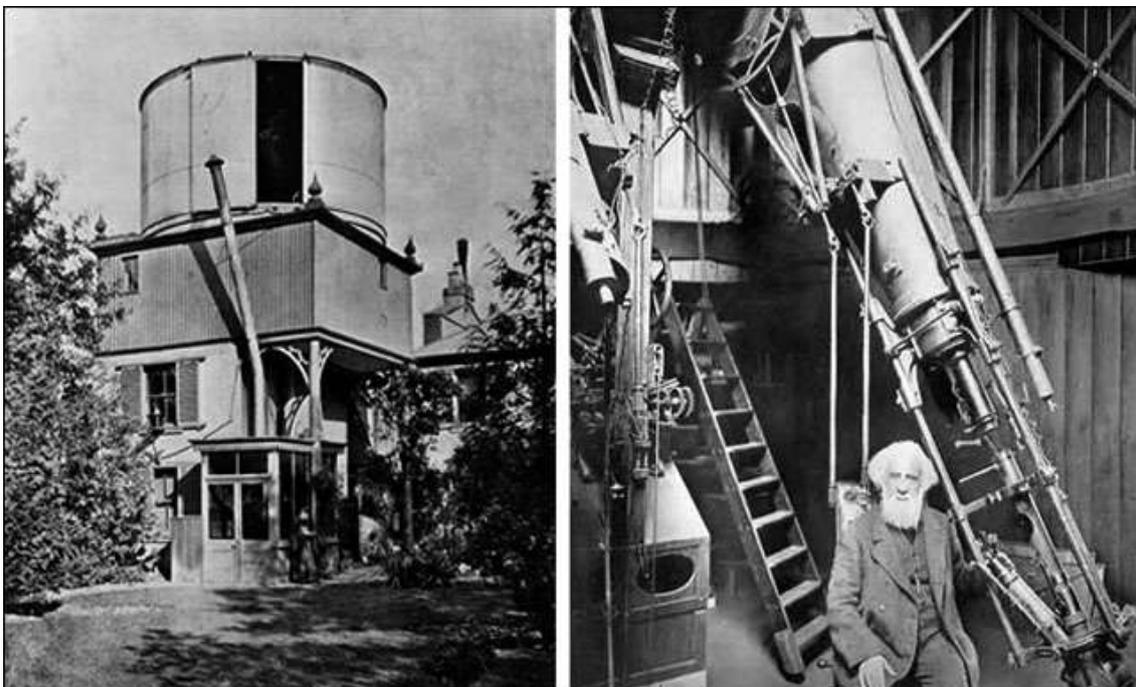


Figura 2- Observatório de Tulse Hill (esquerda). William Huggins no seu observatório (ca. 1890) (direita): refractor Grubb de 15" da RAS.

*The building is raised upon columns to a height of sixteen feet above the ground, and is connected by an enclosed passage with the upper story of the cottage. It become thus, for all purposes of convenience and access, a part of the house; while its elevated position prevents the view of the heavens from being obstructed, as would otherwise be the case, by the cottage and neighboring trees. The stability of the instruments is provided for by two massive pyramidal columns of brickwork built in cement, and resting upon deep and broad foundations of concrete. These columns pass up through the floor of the building, with which they are wholly unconnected, to a proper height for the reception of the instruments. The iron columns, upon which the building is supported, repose likewise upon solid concrete foundations. The building, which is 18 feet long by 12 feet wide, is formed of a strong framework of wood. This is covered externally with plates of corrugated iron. To the inside of the framework a double boarding, with felt placed between, is nailed, and the whole of the interior is hung with varnished oak paper. The dome, 12 feet in diameter, is hemispherical, and*

<sup>1</sup> William Huggins (1856). "Description of an Observatory erected at Upper Tulse Hill," *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 16: 175-176.

*rotates easily on three iron balls, running in channels of iron plate. The shutter of the dome, 18 inches wide, extends through slightly more than a quadrant; it runs upon rollers, on parallel ridges, placed outside the dome. The ridges are continued over from horizon to horizon, and the shutter travels over and back again by means of two lines of wire-rope attached to the axle of a small windlass, fixed on the inner side of the curb of the dome. The dome itself consists of a circular wooden curb, bearing a light-work of iron, covered over with thin sheet-zinc. The dome is lined with felt and painted oil-cloth. The following instruments are present in the Observatory: an equatorial by Dollond, 5 inches aperture and 5 feet focal length; circles 18 inches of diameter; a transit-circle, by the late Thomas Jones. The telescope has a focal length of 45 inches and an aperture of 3.25 inches. The circle is 18 inches diameter, with divisions of silver to 5'. The verniers read to 3". The clock is an excellent one, by the late T. Arnold.*

Com o auxílio destes instrumentos, Huggins realiza numerosas observações de rotina, relacionadas sobretudo com a descrição de superfícies planetárias e cronometragem de ocultações de estrelas pela Lua. Muitas destas observações foram publicadas de um modo regular nas *Monthly Notices*.

Em 1859, Huggins conhece o reverendo William Rutter Dawes (1799-1868). Dawes, 25 anos mais velho do que Huggins, era bem conhecido na época sobretudo por ser um ávido observador de estrelas duplas. Tal como Huggins, Dawes efectuou observações regulares, como astrónomo amador, com 30 anos de idade.

O interesse de Dawes pela observação de estrelas duplas fez com que este procurasse objectivas de excelente qualidade. Comprou diversas objectivas a Alvan Clark e uma destas foi vendida a Huggins em 1858<sup>2</sup>. É a partir desta altura (1860) que William Huggins inicia um programa de observação inovador que o conduz à utilização do espectroscópio no estudo de objectos celestes (planetas, estrelas e nebulosas) e mais tarde ao uso da fotografia na tentativa de registar espectros de estrelas e nebulosas.

No seu livro "*The New Astronomy: a Personal Retrospect*" publicado em 1897, Huggins descreve as suas primeiras observações espectroscópicas:

*It was just at this time (1862) that I happened to meet at a soirée of the Pharmaceutical Society, where spectroscopes were shown, my friend and neighbor, Dr. William Allen Miller, Professor of Chemistry at King's College, who had already worked much on chemical spectroscopy. A sudden impulse seized me to suggest to him that we should return home together. On our way home I told him of what was in my mind, and asked him to join me in the attempt I was about to make, to apply Kirchhoff's methods to the stars. At first he hesitated as to the probability of our success. Finally he agreed to come to my observatory on the first fine evening, for some preliminary experiments as to what we might expect to do upon the stars.*

O interesse de Huggins pela espectroscopia é bem revelado noutra passagem do mesmo livro:

*Then it was that an astronomical observatory began, for the first time, to take on the appearance of a laboratory. Primary batteries, giving forth noxious gases, were arranged outside one of the windows; a large induction coil stood mounted on a stand on wheels so as to follow the positions of the eye-end of the telescope, together with a battery of several Leyden jars; shelves with Bunsen burners, vacuum tubes, and bottles of chemicals, especially of specimens of pure metals, lined its walls. The observatory became a meeting place where terrestrial chemistry was brought into direct touch with celestial chemistry. This time was, indeed, one of strained expectation and of scientific*

---

<sup>2</sup> William Huggins pagou 200 £ por esta objectiva de 8 polegadas.

*exaltation for the astronomer, almost without parallel; for nearly every observation revealed a new fact, and almost every night's work was red-lettered by some discovery.*

Em 1864 Huggins publica os primeiros trabalhos sobre espectroscopia estelar<sup>3</sup>. Num destes trabalho refere:

*The investigation of the nature of the fixed stars by prismatic analysis of the light which comes to us from them, however, is surrounded by no ordinary difficulties. The light of the bright stars, even when concentrated by an object-glass or speculum, is found to become feeble when subjected to the large amount of dispersion which is necessary to give certainty and value to the comparison of the dark lines of the stellar spectra with the bright lines of terrestrial matter. Another difficulty, greater because it is in its effect upon observation more injurious, and is altogether beyond the control of the experimentalist, presents itself in the ever-changing want of homogeneity of the Earth's atmosphere through which the stellar light has to pass. This source of difficulty presses very heavily upon observers who have to work in a climate so unfavorable in this respect as our own. On any but the finest nights the numerous and closely approximated fine lines of the stellar spectra are seen so fitfully that no observations of value can be made.*

Esta publicação de Huggins surge pouco tempo após o trabalho pioneiro de Gustav Kirchoff que em 20 de Outubro de 1859 descreve pela primeira vez as linhas de Fraunhofer<sup>4</sup> e faz uma primeira interpretação química e física das linhas escuras de absorção observadas no espectro solar.

Huggins e Miller desenvolvem em 1862 um primeiro espectroscópio (Figura 3) que utilizam na observação dos espectros de algumas estrelas brilhantes (Figura 4). Este espectroscópio é descrito por Huggins e Miller na sua primeira publicação sobre espectroscopia estelar<sup>5</sup>.

*After devoting considerable time to the construction of apparatus suitable to this delicate branch of inquiry, [we] have at length succeeded in contriving an arrangement which has enabled [us] to view the lines in the stellar spectra in much greater detail than has been figured or described by any previous observer.*

O trabalho publicado na *Philosophical Transactions* em 1864 incluía já a descrição dos espectros de cerca de 50 estrelas, no entanto só os espectros de Aldebran e de Betelgeuse foram estudados de um modo mais pormenorizado (Figura 5).

No mesmo ano (1863) três observadores publicaram espectros de algumas estrelas: Giovanni Battista Donati (1826-1873) (Figura 6); Lewis Morris Rutherford (1816-1892) (Figura 7) e James Carpenter (1840-1899) (Figura 8). Joseph von Fraunhofer (1787-1826) registou as primeiras observações de espectros estelares em 1823. Estas observações pioneiras de Fraunhofer só foram retomadas 40 anos depois por Huggins e Miller.

---

<sup>3</sup> Os primeiros trabalhos de Huggins sobre espectroscopia estelar surgem em 1863: Huggins, W., W.A. Miller (1863) - Note on the Lines in the Spectra of some of the fixed stars. *Proceedings of the Royal Society*, 12: 444-445 e Huggins, W., W.A. Miller (1863) - On the Spectra of some Fixed Stars. *Proceedings of the Riyal Society*, 13: 242-244. O primeiro trabalho foi publicado com a intenção de divulgar de um modo sucinto as investigações e o segundo é uma versão reduzida do artigo com o mesmo título publicado mais tarde nas *Philosophical Transactions* (1864), 154: 413-435.

<sup>4</sup> Gustav Kirchhoff, Über die Fraunhofer'schen Linien, *Monatsberichte Akad. Wissen.* Berlin (1859): 662-665. Tradução inglesa: G. G. Stokes "On the simultaneous emission and absorption of rays of the same definite refrangibility ...," *Philosophical Magazine*, Fourth Series, 21 (1860): 195-6.

<sup>5</sup> Huggins, W., W.A. Miller (1863) - Note on the Lines in the Spectra of some of the fixed stars. *Proceedings of the Royal Society*, 12: 444-445.

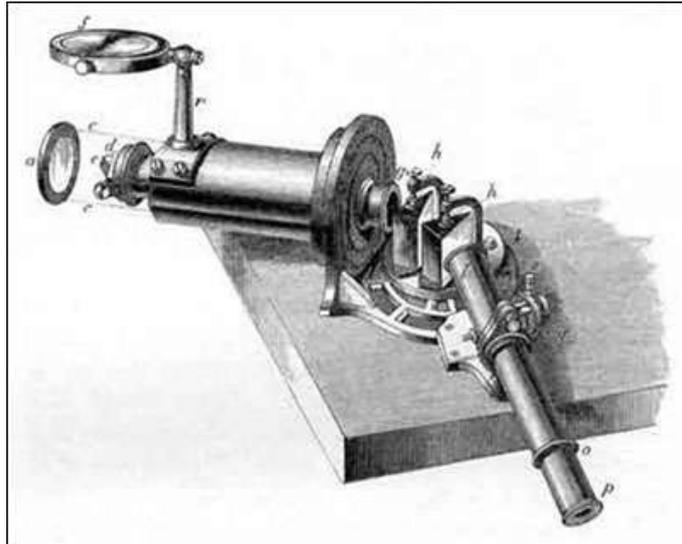


Figura 3- Primeiro espectrôscópio utilizado por Huggins em 1862.

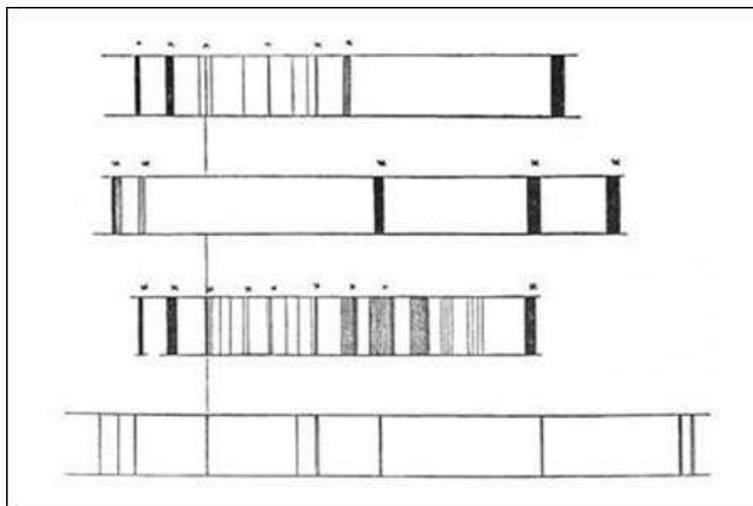


Figura 4- Espectros de algumas estrelas (de cima para baixo): Aldebaran, Sirius, Betelgeuse e Sol. In Huggins, W., W.A. Miller (1863) - Note on the Lines in the Spectra of some of the fixed stars. *Proceedings of the Royal Society*, 12: 444-445.

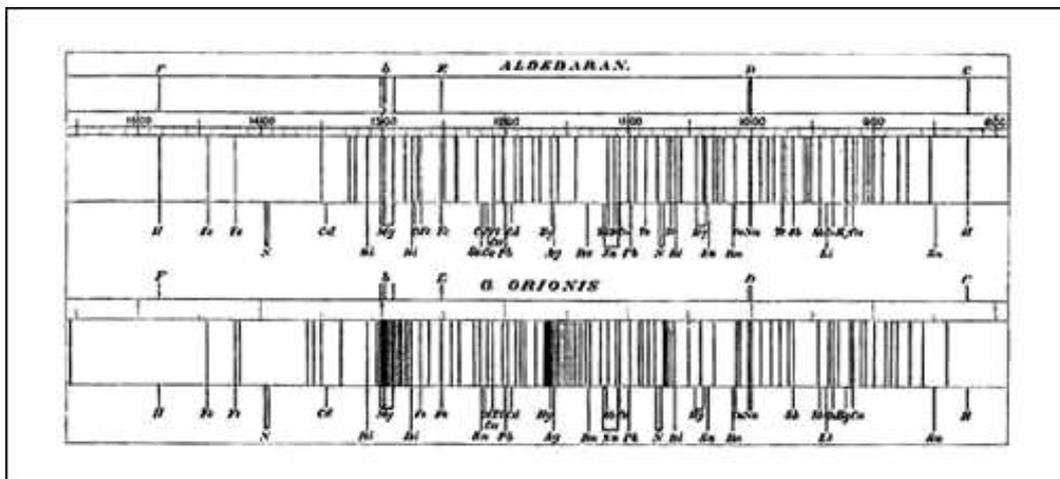
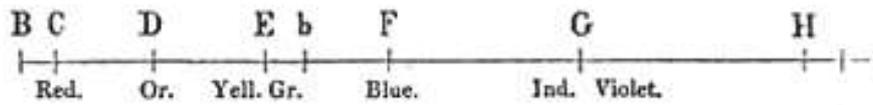
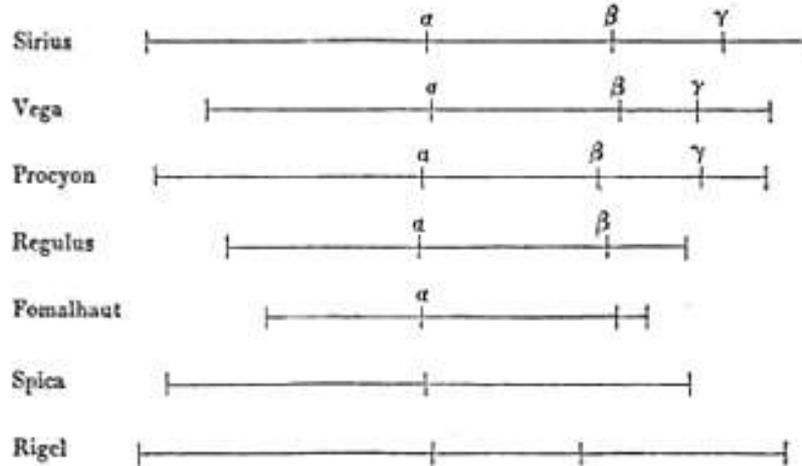


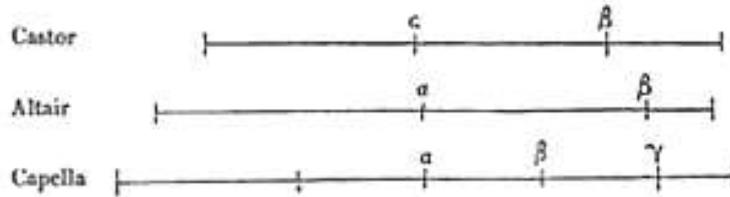
Figura 5- Espectros de Aldebaran (em cima) e de Betelgeuse (em baixo) publicados em 1864 por Huggins e Miller.



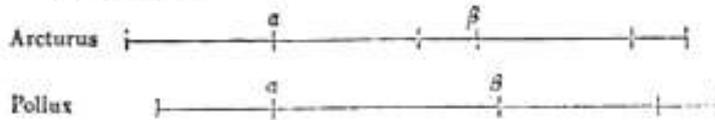
White Stars:—



Yellow Stars:—



Orange Stars:—



Red Stars:—

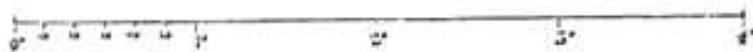
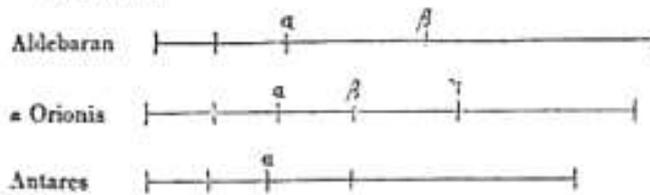


Figura 6- Espectros de 15 estrelas publicados em 1863 por Giovanni Battista Donati (*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 23: 100-107).

ASTRONOMICAL OBSERVATIONS WITH SPECTROSCOPE.

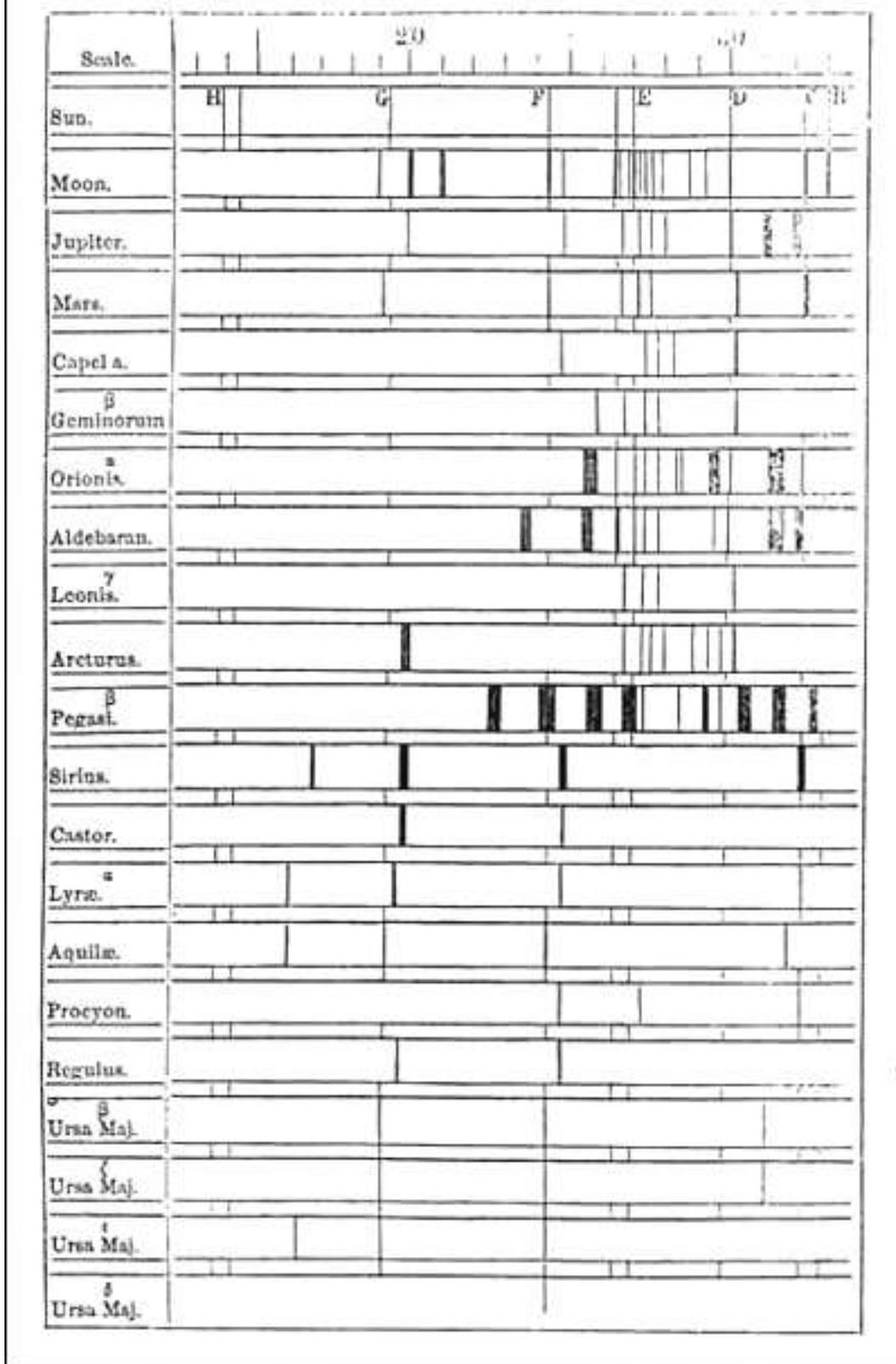


Figura 7- Espectros de 18 estrelas, Sol, Lua e Planetas publicados em 1863 por Lewis Morris Rutherford (Lewis M. Rutherford, "Astronomical Observations with the Spectroscope," *American Journal of Science*, 35: 71-77).

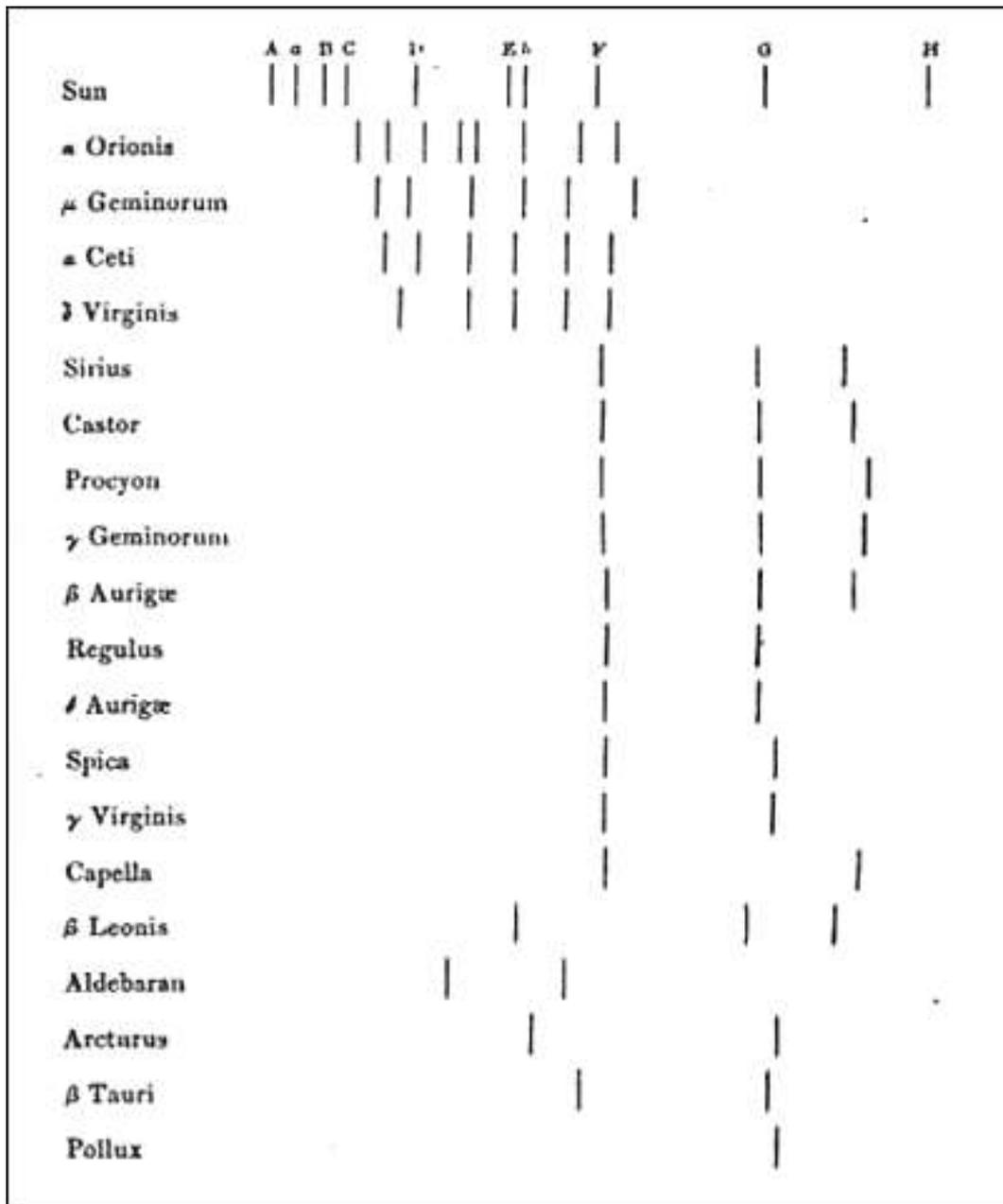


Figura 8- Espectros de 19 estrelas e do Sol publicados em 1863 por James Carpenter sob a direcção de George Biddel Airy (Astrónomo Real, Observatório de Greewich) (*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 23: 190).

O reverendo Angelo Secchi (1818-1878) efectua a primeira exploração sistemática de espectroscopia estelar entre os anos de 1863 e 1867. Secchi observou visualmente os espectros de mais de 4000 estrelas estabelecendo uma classificação baseada nas principais linhas de absorpção e na cor das estrelas. Descreve deste modo quatro classes distintas (Classes de Secchi) que englobavam estrelas brancas (Calsse I), amarelas (Classe II), vermelhas (Classe III) e vermelho carregado (Classe IV)<sup>6</sup>. Em 1877 adiciona mais uma classe (Figura 9).

<sup>6</sup> Secchi, A. (1866). Analyse spectrale de la lumière de quelques étoiles, et nouvelles observations sur les taches solaires. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 63: 364–368. Secchi, A. (1866). Nouvelles recherches sur l'analyse spectrale de la lumière des étoiles. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 63: 621–628.

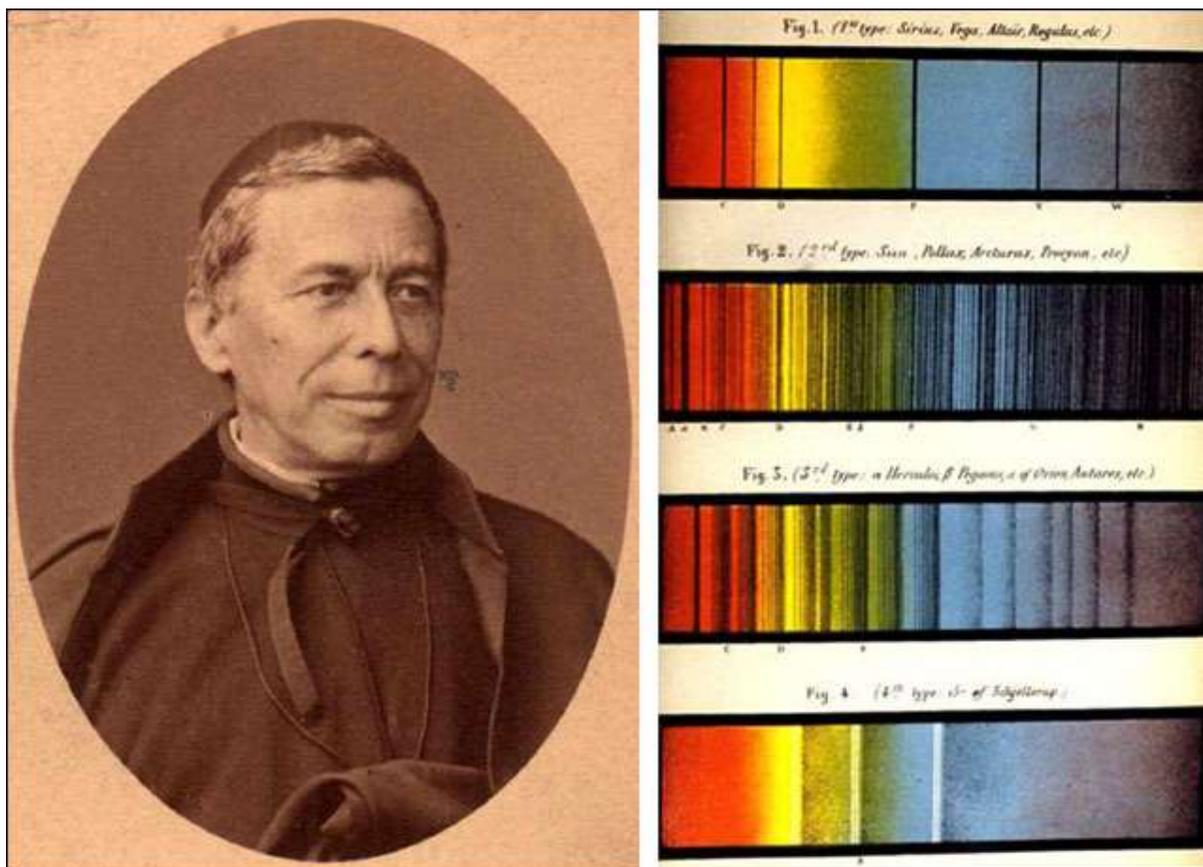


Figura 9- Angelo Secchi (1818-1878) (esquerda), classes estelares de de Secchi (direita): (De cima para baixo) Classe I – estrelas brancas e azuis com linhas de hidrogénio (Vega e Altair); Classe 2 – estrelas amarelas com menos hidrogénio e linhas metálicas evidentes (Arturus e Capella); Classe 3 – estrelas laranjas e vermelhas com um espectro complexo (Betelgeuse e Antares); Classe 4 – estrelas vermelhas com bandas e linhas de carbono.

A classificação de espectros estelares foi retomada por Henry Draper (1837-1882), filho de John William Draper (1811-1882) pioneiro da astrofotografia lunar. Henry Draper obteve imagens fotográficas do espectro de Vega em 1872. Realizou centenas de fotografias de espectros até ao seu desaparecimento em 1882. Em 1885, Edward Charles Pickering (1846-1919) iniciou no observatório de Harvard uma extensa exploração de espectrografia estelar recorrendo ao uso de prismas objectivos. Um ano mais tarde (1886), a viuva de Draper financia o trabalho de Pickering estabelecendo o *Henry Draper Memorial*. Surge assim o *Draper Catalogue of Stellar Spectra* que é publicado em 1890 e que continha as classificações espectrais de 10 351 estrelas (hemisfério Norte até  $-25^\circ$  de Declinação). O catálogo completo (*Henry Draper Catalogue*) é publicado por Annie Jump Cannon (1863-1941) e Edward Pickering entre os anos de 1918 e 1924. Neste catálogo são referidas as classificações espectrais de 225 300 estrelas<sup>7</sup>.

O *Henry Draper Catalogue* introduz a classificação actual de espectros estelares, baseada no sistema inicialmente proposto por Secchi, subdividida num maior número de classes (agrupadas com as letras A a N): a classificação de Harvard. Annie Jump Cannon é a primeira a usar o sistema actual de classificação (O, B, A, F, G, K, M).

<sup>7</sup> O catálogo foi expandido (*Henry Draper Extension*) e publicado entre os anos de 1925 e 1936 (46 850 novas estrelas) e mais tarde sob a forma de cartas estelares (*Henry Draper Extension Charts*) publicado entre 1937 e 1949 (86 933 estrelas) prefazendo um total de 359 083 estrelas.

Na noite de 29 de Agosto de 1864, William Huggins observou pela primeira vez o espectro de uma nebulosa planetária na constelação do Dragão (NGC 6543) efectuando uma das suas maiores descobertas:

*On the evening of August 29, 1864, I directed the telescope for the first time to a planetary nebula in Draco... I looked into the spectroscope. No spectrum such as I expected. A single bright line only! At first I suspected some displacement of the prism, and that I was looking at the reflection of the illuminated slit from one of its faces. This thought was scarcely more than momentary; then the true interpretation flashed upon me. The light of the nebula was monochromatic, and so, unlike any other light I had as yet subjected to prismatic examination, could not be extended out to form a complete spectrum... The riddle of nebulae was solved. The answer, which had come to us, is in the light itself read: Not an aggregation of stars, but luminous gas<sup>8</sup>.*

Durante mais de um século, a natureza das nebulosas foi motivo de grande controvérsia. William Herschel foi o primeiro a mencionar que todas as nebulosas eram compostas por estrelas e podiam ser “resolvidas” por telescópios com uma abertura elevada<sup>9</sup>. Alguns astrónomos [entre eles Emanuel Kant (1724-1804) e Pierre Simon Laplace (1749-1827)] sugerem que as nebulosas são compostas por gás que por condensação dariam origem a sistemas planetários. Kant vai mais longe e descreve as nebulosas como “universos ilhas” idênticos à Via Láctea, situados a enormes distâncias.

Huggins demonstra pela primeira vez que o espectroscópio podia ser utilizado para determinar a composição de diversos corpos celestes. A “nebulosa” de Andrómeda apresentava um espectro contínuo idêntico ao do Sol sendo composta por estrelas, enquanto que a nebulosa de Orion revelava um espectro descontínuo sendo constituída por gás.

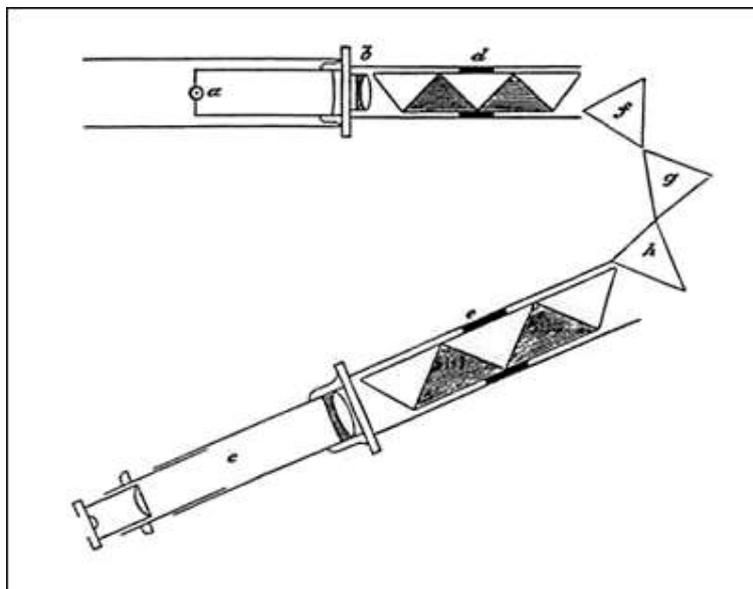


Figura 10- Espectroscópio de elevada dispersão utilizado por Huggins a partir de 1867.

Durante o final da década de 1860, Huggins utiliza quase exclusivamente o espectroscópio em diversos programas de observação: estrelas, estrelas novas e cometas. Estimou visualmente o efeito de Doppler no espectro de Sirius. Apesar destes resultados não serem muito rigorosos lançaram as bases deste tipo de estudos que mais tarde foram levados a cabo recorrendo a métodos fotográficos.

<sup>8</sup> Huggins, W. (1897) - *The New Astronomy: a Personal Retrospect*. *The Nineteenth Century* 41: 907-29.

<sup>9</sup> Herschel mais tarde refere que as nebulosas planetárias eram compostas por gás.

Durante este período, Huggins usou o refractor de 8" (Figura 1) munido de uma objectiva construída por Alvan Clark. Utilizou diversos espectroscópios alguns com um elevado poder de dispersão e munidos de diversos tipos de prismas<sup>10</sup> (Figura 10).

Huggins efectuou numerosas observações do Sol com o intuito de detectar a coroa solar e as protuberâncias ou proeminências. Apesar de ter sido precedido por Joseph Norman Lockyer (1836-1920) na observação das protuberâncias, Huggins desenvolve um método engenhoso de observação. Aumentando a abertura da fenda do instrumento era possível observar a totalidade da protuberância num único comprimento de onda. Esta mesma técnica é aperfeiçoada mais tarde por George Ellery Hale (1868-1938) inventor do espectroheliógrafo.

Em 1869, a RAS decide instalar um instrumento de maior abertura para estudos espectrográficos no observatório de Tulse Hill. William Huggins aceita usar o instrumento a título de empréstimo temporário. A RAS encomenda à firma de Howard Grubb a construção de dois telescópios: um refractor de 15" de abertura e um reflector Cassegrain de 18". Inicialmente os dois instrumentos não podiam ser usados simultaneamente mas mais tarde foram montados em conjunto na mesma montagem (Figura 2). As primeiras observações com estes instrumentos foram realizadas em Fevereiro de 1871.



Figura 11- Margaret Lindsay Huggins (1848-1915)

---

<sup>10</sup> Prismas de 60° de Guinand, prismas de 45° construídos por Simms e prismas de flint de 45° de Bowning and Chance.

Huggins efectuou numerosas deslocações à fabrica de Grubb com a finalidade de inspecionar a construção destes instrumentos. Foi durante estas visitas que conhece Margaret Murray com quem viria a casar em 1875. Huggins tinha 51 anos e Margaret unicamente 27 (Figura 11).

Margaret mostrou desde cedo um enorme interesse pela “nova astronomia”. Constroi um espectroscópio durante a sua juventude e efectua numerosas observações astronómicas. Após o casamento, Margaret passou a participar em todos os tipos de nobservações em Tulse Hill. A partir deste período o registo fotográfico das observações espectroscópicas passa a ter um papel primordial, sobretudo devido ao envolvimento de Margaret.

No seu trabalho *The New Astronomy: a Personal Retrospect*, Huggins refere:

*The great notable advances in astronomical methods and discoveries by means of photography since 1875 are due almost entirely to the great advantages which the gelatin dry plate possesses for use in the observatory, over the process of Daguerre, and even over that of wet collodion. The silver bromide gelatin plate, which I was the first, I believe, to use for photographing the spectra of stars, except for its grained structure, meets the need of the astronomer at all points. This plate possesses extreme sensitiveness; it is always ready for use; it can be placed in any position; it can be exposed for hours.*

A primeira publicação do observatório de Tulse Hill dedicada exclusivamente à fotografia de espectros estelares surge em 1876 com William Huggins como único autor. Neste trabalho Huggins refere com o intuito de estabelecer a prioridade sobre os seus colegas:

*In the year 1863, Dr. Miller and I obtained a photograph of the spectrum of Sirius<sup>11</sup>.*

William Allen Miller, com quem Huggins colaborou de um modo intenso no início das suas observações de espectros estelares, era um fotógrafo experiente. Durante o ano de 1863, Huggins e Miller obtêm duas imagens do espectro de Sirius recorrendo a placas húmidas de colódio. Estes primeiros resultados foram pouco estimulantes:

*The spectrum though tolerably defined at the edges, presented no indication of lines<sup>12</sup>.*

Apesar destes testes iniciais a fotografia regular de espectros estelares, inicia-se unicamente em 31 de Março de 1876 no observatório de Tulse Hill. Num dos livros de registo Margaret Huggins escreveu:

*Photographed Sirius. Wet Plate, 9 min exposure. Photograph on the edge of the plate in consequence of want of adjustment. 3 lines across refrangible end of spectrum.*

E de novo em 3 de Abril:

*Took a photograph of Venus with a wet plate and 8 min exposure... Afterwards tried to photograph Betelgeuse with a Dry plate and exposure of 30 min. No image which may be accounted for the sky being overspread with thin white haze.*

---

<sup>11</sup> Huggins, W. (1876). Note on the Photographic Spectra of Stars. *Proceedings of the Royal Society*, 25: 445-446.

<sup>12</sup> Huggins, W., A. Miller (1864). On the Spectra of some fixed stars. *Philosophical Transactions*, 154: 413-435.

Quase todas as entradas posteriores nos livros de registo mencionam algum tipo de trabalho fotográfico. Inicialmente foram usadas placas de colódio húmido e em 7 de Março é pela primeira vez referida a utilização de placas secas:

*The dry plate gave best results.... These results were so good that thought I might endeavor to photograph the spectrum of Venus using the same narrow slit I had from the Solar Spectrum.*

Margaret inicia uma série de experiências com a finalidade de refinar os processos de observação e de registo fotográfico (9 de Maio de 1876):

*Took one or two photographs of solar spectrum with a view to determining how wide I might open the slit and still obtain lines.*

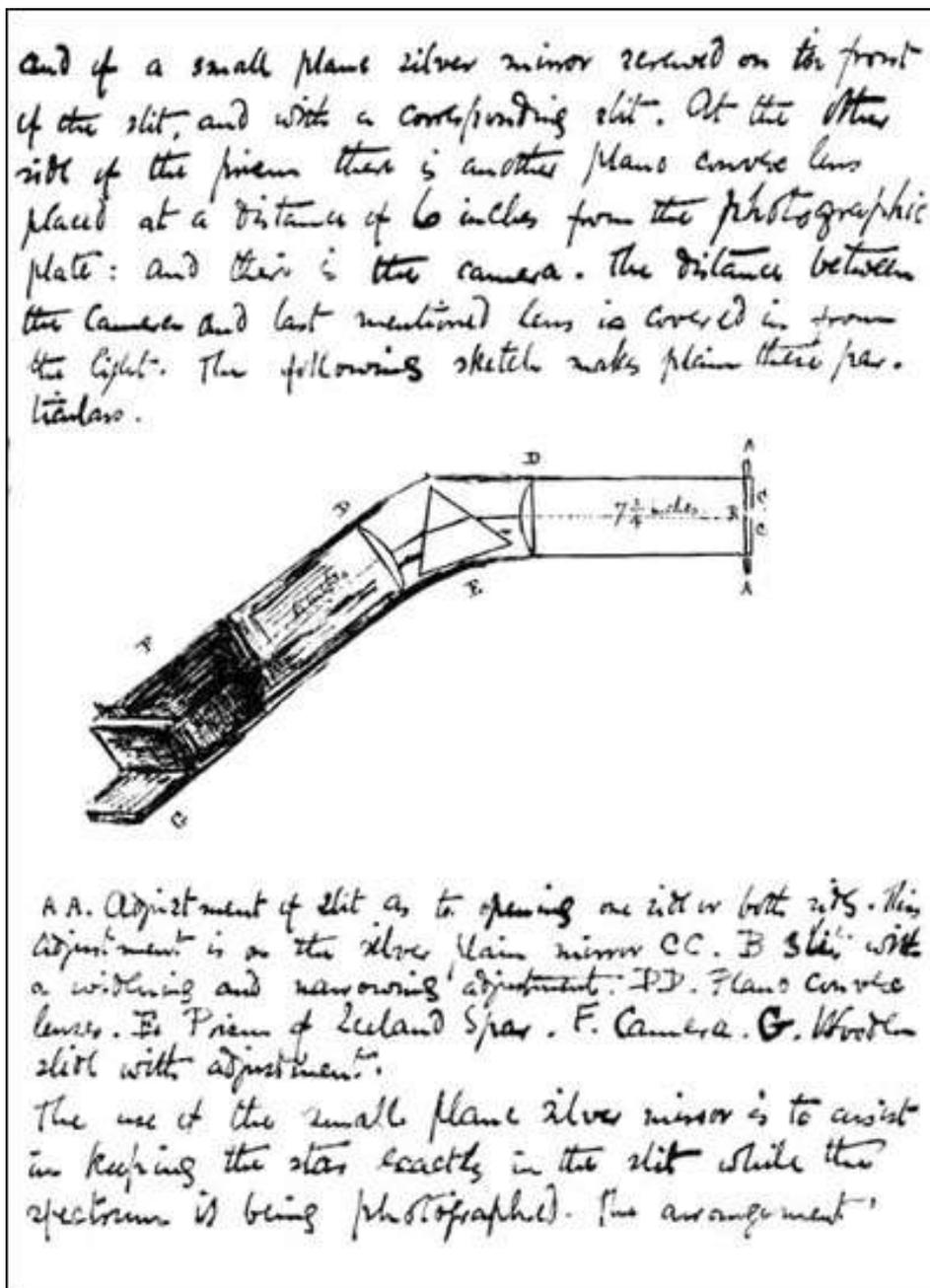


Figura 12- Esquema de uma nova câmara fotográfica desenhado por Margaret Huggins (Notebook 2, Huggins collection, Wellesley College).

E em Junho do mesmo ano:

I had a new and much smaller camera made to use in connection with the above described apparatus.... I was occupied upon all favorable days in testing and adjusting this photographic apparatus upon the solar spectrum: at the same time testing different photographic methods with a view to finding, relatively to different parts of the spectrum the most sensitive, and relatively to the whole spectrum the quickest method for star spectra. I found that although otherwise desirable wet collodion processes are open to serious objection on account of oblique reflection -- a second spectrum in greater or less degree being invariably present. This arose from a second reflection from the back of the plate the light having passed through.... After this I used in turn Emulsion, Gelatin, and Captain Abney's Beer plates and obtained some excellent photographs of the solar spectrum both by direct sunlight reflected by a Heliostat and by diffused daylight (Figura 12).

Margaret experimentou diversos tipos de chapas fotográficas durante o verão de 1876. A partir de 17 de Agosto deixou de usar chapas de colódio húmido. Posteriormente foram unicamente usadas chapas secas ou de gelatina. A partir de Dezembro do mesmo ano todas as fotografias foram obtidas com chapas de gelatinobrometo de prata.

Além de ter desenvolvido câmaras fotográficas e novos processos de observação, Margaret concebeu novos equipamentos para serem usados no observatório. Numa passagem do livro de registo de 17 de Setembro de 1876 pode ler-se:

*Finding it impossible to feel certain whether the apparatus was perfectly axial in the telescope, I had a small brass tube made and placed as marked in the diagram (...) This tube being furnished with cross wires placed very accurately at right angles: it could be ascertained by observing when the angles of the cross wires coincided whether the apparatus was perfectly axial.... This rendered it possible to have more accurate adjustments and saved danger of throwing the apparatus out of adjustment in other respects. Instead of a scale of black lines on the silver plate, I placed two wedge shaped indicators one at centre of each half of slit, it being always intended to bring the stars into the lower portion of the slit.*

Em 1888 Margaret inicia uma série de observações espectrográficas de nebulosas. Descreve nesta altura como tencionava comparar os espectros de nebulosas com o espectro de magnésio:

*I go back a day now to say a word about what we have been very busy about all this week. We are very anxious to try and determine whether the Mg line which Lockyer asserts is coincident with the 1st Nebula line, and the Mg line which he also asserts to be coincident with our new Nebula line, -- really are so coincident. To try and throw light on this very important point -- for much may turn on it --we wish to examine by eye various nebulae for the 1st line, with the 15" and compare directly with the nebula line the spectrum of Mg.*

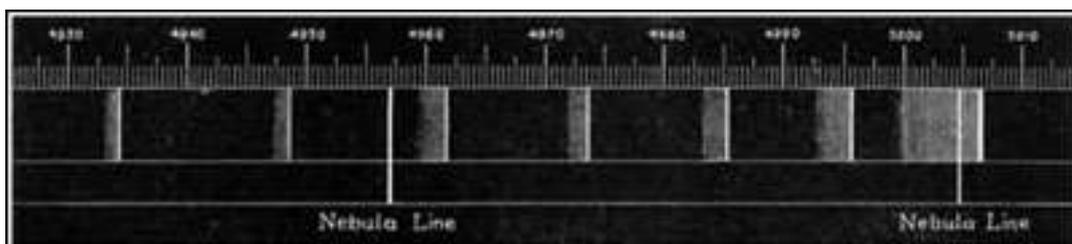


Figura 13- Comparação do espectro de Magnésio com o espectro da nebulosa de Orion [Huggins, W., M. Huggins (1889) – On the Spectrum of the Great Nebula in Orion. *Proceedings of the Royal Society*, 46: 50].

William e Margaret Huggins, ao contrário de alguns astrónomos seus contemporâneos, consideravam que as nebulosas eram gasosas. Em 1864, Huggins associou as linhas observadas na nebulosa de Orion com Azoto e mais tarde (1889) julgaram que estas estavam associadas a um novo elemento (nebulum ou nebulium) (Figura 13).

Margaret e William trabalharam durante mais de 13 anos até surgir uma publicação em co-autoria. Nesta publicação William Huggins refere<sup>13</sup>:

*I have added the name of Mrs. Huggins to the title of the paper, because she has not only assisted generally in the work, but has repeated independently the delicate observations made by eye.*

Margaret assume um papel cada vez mais importante nos trabalhos do observatório:

*This work in winter in favorable weather would begin about 6 p.m. and would continue till 9:30 or 10 p.m.... I would observe while William looks after clocks, dome etc. When we first began, our exposures on each star had to be very long. I have, I think, worked on one for about three hours. But in our later work from three quarters to one and a half hours would be about the time. I had to teach myself what to by degrees: at first I had my difficulties, but now my eyes are trained and are very sensitive. Also my hands respond very quickly and delicately to any sudden necessity. I can go and stand well at good heights on ladders and twist about well... As I observe I direct William as to what I need and he moves me bodily in my ladder, so that I am not disturbed more than is necessary.*

Os trabalhos laboratoriais e fotográficos realizados são igualmente descritos por Margaret:

*Here the work may be of various kinds. It may be photographic, in which case I should help in arranging the instruments, keeping the light right, and so on, if we are working electrically, I should work batteries, fix electrodes, and be generally handy. I may take turn at mixing up chemicals, pouring, weighting, dissolving, boiling... When needful I dust and wash up the laboratories, for no housemaid is allowed into those sacred precincts. I am a capital scientific housemaid. His pet bottles I let William deal with himself, as he will then know where to find them...*

William e Margaret Huggins desenvolveram trabalho de investigação até 1908. Em 1899 publicam um Atlas com inúmeras fotografias de espectros estelares<sup>14</sup> (Figura 14). William Huggins morre em 1910 e Margaret cinco anos mais tarde (1915). Huggins, apesar de nunca ter frequentado uma Universidade, recebeu mais de uma dúzia de doutoramentos *Honoris Causa*. A RAS e a Royal Society atribuíram-lhe medalhas de mérito. O observatório de Tulse Hill foi visitado por inúmeras individualidades entre elas o Imperador do Brasil. A rainha Vitória condecorou W. Huggins com a “Knighthood of the Order of Bath” pela suas contribuições para a nova ciência da astrofísica.

As contribuições de William e Margaret Huggins foram fundamentais para o avanço da astrofísica. No final da sua carreira (1909) Huggins agrupou os seus trabalhos científicos numa única publicação (*The Scientific Papers of Sir William Huggins*). Os seus trabalhos pioneiros foram inspiração para muitos investigadores que se dedicaram à “nova astronomia”, nomeadamente Edward Charles Pickering, James Edward Keeler, William Wallace Campbell e George Ellery Hale entre outros.

---

<sup>13</sup> Huggins, W., M. Huggins (1889) – On the Spectrum of the Great Nebula in Orion. *Proceedings of the Royal Society*, 46: 50.

<sup>14</sup> Huggins, W., M. Huggins (1889). *An Atlas of Representative Stellar Spectra from  $\lambda$ 4870 to  $\lambda$ 3300*. William Wesley and Son: London.

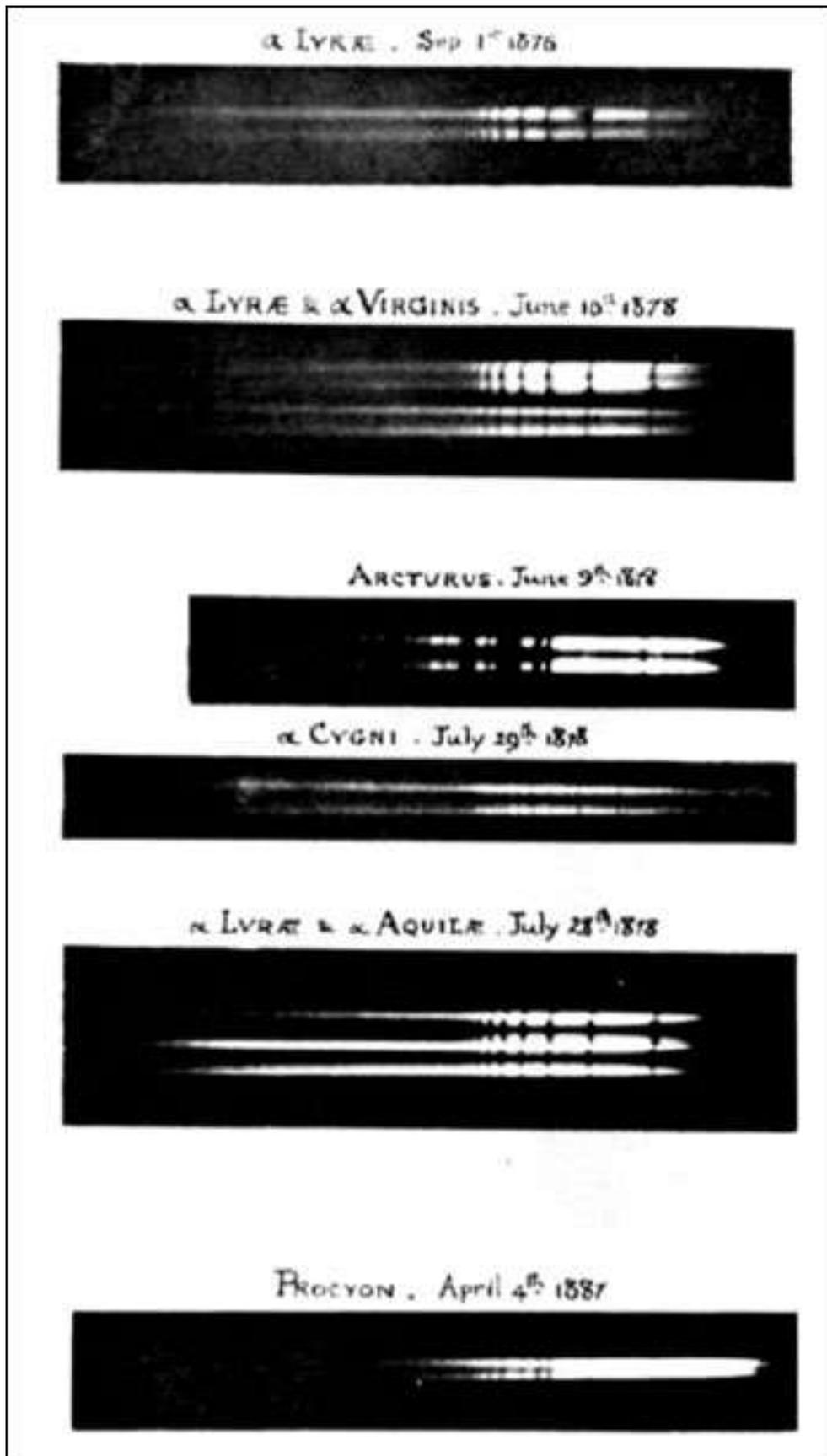


Figura 14- Fotografia de alguns espectros estelares, In Huggins, W., M. Huggins (1889). *An Atlas of Representative Stellar Spectra from  $\lambda$ 4870 to  $\lambda$ 3300*. William Wesley and Son: London

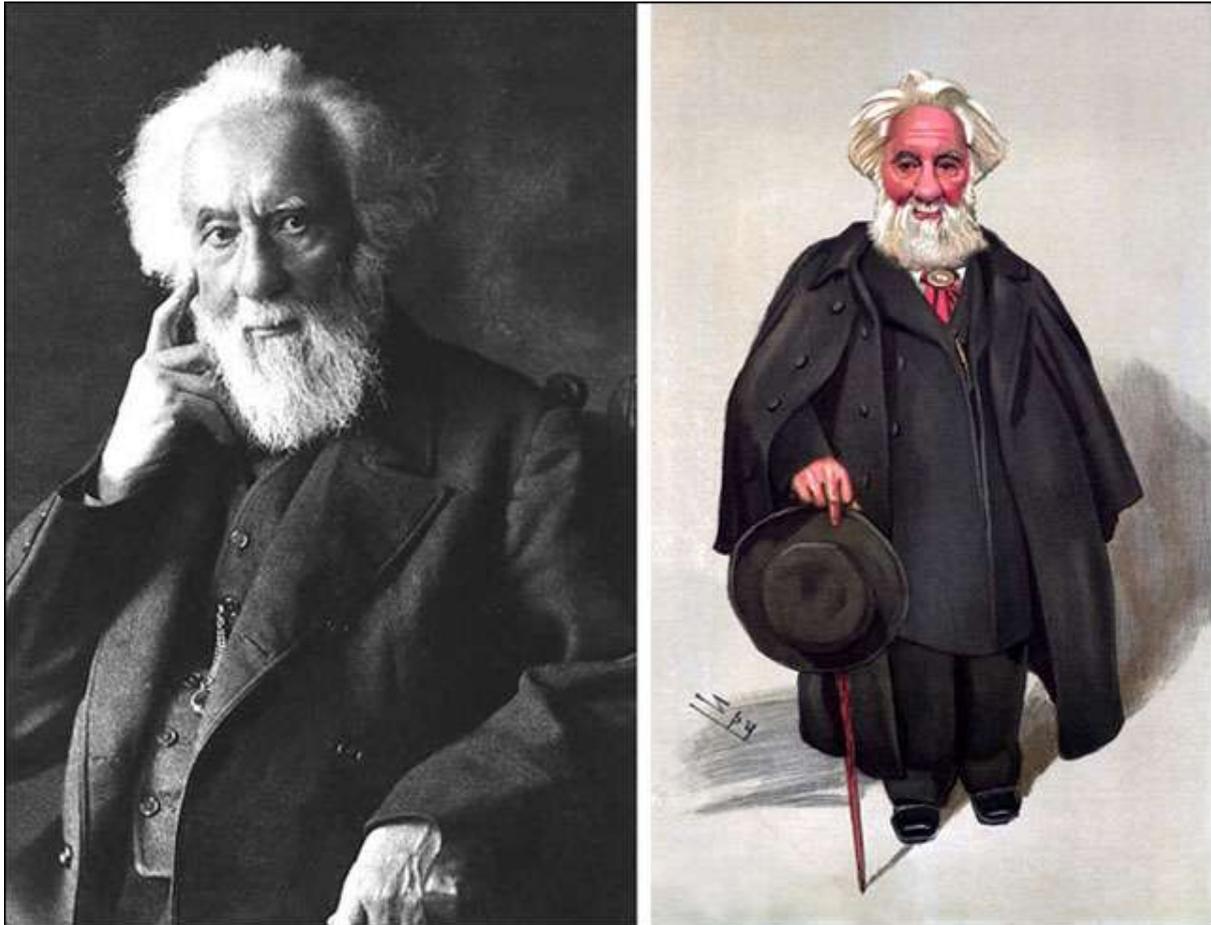


Figura 15- William Huggins pouco tempo antes do seu desaparecimento (1910) (esquerda) e caricatura da autoria de Leslie Ward (Vanity Fair).

### *Bibliografia*

- Becker, B. J. (1993). Eclecticism, Opportunism, and the Evolution of a New Research Agenda: William and Margaret Huggins and the Origins of Astrophysics. PhD dissertation, The Johns Hopkins University.
- Huggins, W. (1856). "Description of an Observatory erected at Upper Tulse Hill," *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 16 : 175-176.
- Huggins, W., W.A. Miller (1863) - Note on the Lines in the Spectra of some of the fixed stars. *Proceedings of the Royal Society*, 12: 444-445.
- Huggins, W., W.A. Miller (1863) - On the Spectra of some Fixed Stars. *Proceedings of the Royal Society*, 13: 242-244.
- Huggins, W., A. Miller (1864). On the Spectra of some fixed stars. *Philosophical Transactions*, 154: 413-435
- Huggins, W. (1876). Note on the Photographic Spectra of Stars. *Proceedings of the Royal Society*, 25: 445-446.
- Huggins, W. (1897) - *The New Astronomy: a Personal Retrospect*. *The Nineteenth Century* 41: 907-29.
- Huggins, W., M. Huggins (1889) – On the Spectrum of the Great Nebula in Orion. *Proceedings of the Royal Society*, 46: 50.
- Huggins, W., M. Huggins (1889). *An Atlas of Representative Stellar Spectra from  $\lambda$ 4870 to  $\lambda$ 3300*. William Wesley and Son: London.
- Huggins, W. (1909). *The Scientific Papers of Sir William Huggins* [with Margaret Huggins] William Wesley and Son: London.