



O Trabalho Científico de Sir William Herschel

a história de um músico e sua contribuição para a Astronomia

por Alberto Betzler

EM 1781, Sir William Herschel foi o primeiro, em toda a história da Astronomia, a registrar a descoberta de um planeta. O planeta Urano, interpretado pelo próprio como um cometa, projetou-o ao patamar de uma celebridade conhecida em toda a Europa. Mais do que o descobridor de um planeta, Herschel foi um brilhante astrônomo e construtor de telescópios, tendo realizado observações sistemáticas que iniciaram novos campos de pesquisa astronômica. Tais pesquisas geraram importantes contribuições para entendimento do Sistema Solar e da galáxia que habitamos. Possuindo uma boa base em matemática e física percebe-se, nas pesquisas de Herschel, o uso constante do método científico e da física newtoniana.

Biografia de W. Herschel

Friederich Wilhelm Herschel, como originalmente foi chamado, nasceu em Hanôver em 15 de novembro de 1738, sendo o quarto filho de Isaac e Anna Ilse (Moritzen) Herschel (MILLMAN, 1980). A família Herschel possuía uma grande cultura musical, iniciada por Isaac, ex-oboísta da banda da Guarda de Hanôver. Tal cidade, àquela época, pertencia à Inglaterra sob o reinado de George II.

Em idade tenra, Wilhelm ganhou um pequeno violino e aos quatro anos de idade já conseguia tocar solos com qualidade. Aos 14 anos, Wilhelm se tornou oboísta profissional, juntando-se ao seu pai e ao irmão Jacob na banda do regimento de Hanôver. Três anos mais tarde, a guarda foi estacionada em Kent, Inglaterra. Nesta cidade, Jacob e Wilhelm fizeram amizades com diversas famílias interessadas em música, uma conexão que viria a ser tomar útil nos anos que seguiriam.

Com o aumento das tensões internacionais teve início, em 1754, a guerra dos Sete Anos. Quando a França atacou Hanôver, a Guarda foi enviada para a Alemanha, onde, em 26 de julho de 1757, Wilhelm e Isaac estiveram sob fogo na batalha de Hastenbeck. Durante a confusão que se seguiu à retirada da Guarda entre esta e outras batalhas, não havia garantia real de segurança para os membros da banda. Em função disto, seguindo um conselho de seu pai, Wilhelm deixou abruptamente o regimento, partindo para a Inglaterra. Apesar disto, não houve deserção por parte de Wilhelm uma vez que Isaac obteve, junto às autoridades militares, um documento de dispensa oficial. Este fato é pouco lembrado em biografias de Herschel e está em oposição a uma história muito propagada que o mesmo recebeu um perdão real em 1782, após a descoberta do planeta Urano.

Quando Wilhelm chegou à Inglaterra, próximo ao fim de 1757, possuía pouquíssimos recursos financeiros, mas encontrou, rapidamente, no trabalho de copiar partituras musicais, uma forma de sustento. Mais tarde, junto com seu irmão Jacob, também antigo membro da Guarda de Hanôver, se envolveu na realização de pequenos concertos privados dos quais, segundo o próprio: “Nós conseguimos viver muito confortavelmente durante o inverno”.

No verão seguinte, Wilhelm obteve um posto como músico da milícia do Conde de Darlington. Após

este fato, entre 1760 e 1765, poucos detalhes são conhecidos da vida de Wilhelm, mas ele devia estar muito ocupado com aulas de música e compondo para apresentações em cidades do condado de Yorkshire. Ele visitou sua família em Hanôver em 1764, sendo esta a última vez que viu seu pai com vida.

Em fevereiro de 1766, aparecem os primeiros registros de observações astronômicas feitas por Herschel, entretanto ainda não sistemáticas. Neste mesmo ano, um novo órgão foi instalado na igreja de Halifax, Yorkshire. Em 30 de agosto, foi iniciada uma competição para a escolha do organista da igreja e o candidato que tocou antes de Herschel demonstrou grande destreza ao teclado, sendo muito difícil de ser batido. Mas Herschel tocou de maneira magistral, tendo sido escolhido para o cargo. Perguntado por um amigo a maneira de ter obtido tal posto, Herschel confessou que retirou do bolso dois pequenos pesos de chumbo. Colocados sobre teclas adequadas, produziram o efeito de se tocar a “quatro mãos”.

William Herschel, nome com o qual ficou mais conhecido na Inglaterra, permaneceu no cargo de organista de Halifax durante 13 domingos, pelos quais recebeu 13 guinês. Herschel pediu demissão após receber uma proposta para trabalhar na nova capela octogonal de Bath, Somerset (agora Avon), apesar da promessa dos “cavalheiros de Halifax” de aumentar seu salário se permanecesse. Esta cidade, foi a residência de William durante 15 anos.

O irmão Alexander, sete anos mais jovem que William, veio viver em Bath no verão de 1770. Apesar desta reaproximação familiar, o membro de seu clã que teria a maior importância na vida de Herschel foi sua irmã Caroline Lucretia. William a reencontrou durante uma viagem ao continente, em 1772. Quando Herschel chegou a Hanôver, encontrou seu irmão Jacob como chefe da família, posição obtida com a morte de Isaac em 1767. Jacob tinha como uma de suas convicções que as mulheres não deveriam obter qualquer tipo de educação. Para ele, o lugar das mulheres era em casa, ocupadas com afazeres domésticos. Caroline se mudou para a Inglaterra, tendo William, posteriormente, enviado a sua mãe uma quantia em dinheiro para compensar a ausência que Caroline faria nos trabalhos domésticos. Em Bath, Caroline se juntou a seus irmãos, William e Alexander na residência No. 7, no lado norte da “New King St”.

Após sua chegada na Inglaterra, Caroline iniciou

um curso intensivo de música para prepará-la como cantora, auxiliando William em obras executados pelo mesmo.

Em 1773, William iniciou estudos de matemática para auxiliá-lo com a harmonia musical, tendo gradativamente passado aos livros de Astronomia. Deste momento em diante, o tempo gasto com a música começou a se tornar mais escasso enquanto que o da Astronomia crescia. O custo para se adquirir um telescópio era excessivo para os recursos da família Herschel. Deste modo, William decidiu confeccionar seus próprios instrumentos. Neste trabalho, William foi ajudado por Alexander, que possuía boa habilidade mecânica.

Caroline lamentou o momento em que cada quarto de sua residência se tornou uma oficina em função do desejo de seus irmãos de confeccionar telescópios. Enquanto um marceneiro construía tubos e estruturas mecânicas de telescópios na sala de visitas, Alexander esmerilhava lentes e montava oculares nos quartos e William continuava a compor músicas em qualquer ambiente da casa. Durante este trabalho, as refeições eram servidas em pequenas porções não interrompendo, portanto, a execução do mesmo.

William passava horas polindo os espelhos metálicos que constituiriam as objetivas dos telescópios que construía. Nestes momentos, para que o mesmo não utilizasse as mãos, Caroline colocava o alimento em sua boca.

Durante estes anos, apesar do ritmo industrial de construção de telescópios, Herschel administrava seu tempo de maneira a conseguir ministrar de 30 a 40 lições semanais de música; tocar em uma série de concertos; compor músicas, além de efetuar sessões de observação astronômica.

Na construção de telescópios, William cuidadosamente registrava seus experimentos associados ao esmerilhamento, polimento e confecção da figura óptica dos espelhos. O número total de experimentos chegou a 2160. Metade destes, foi feito antes do fim de 1793.

Eventualmente, ele empregava um certo número de assistentes para executarem a fase inicial de confecção

dos espelhos. Entretanto, a fase final, a confecção da figura óptica era uma tarefa que estava destinada a suas hábeis mãos.

Os produtos gerados por este trabalho foram distribuídos por toda a Europa. Na lista de compradores de telescópios de Herschel estavam muitas famílias reais. Esta atividade comercial sustentou a pesquisa astronômica, que com a qual, William ficou famoso.

Anos antes, em Bath, a carreira musical de Caroline teve curta duração e logo ela ficou envolvida com observações astronômicas do irmão, efetuando anotações que eram denominadas por este último como “detalhes das observações feitas com o telescópio”. Em 1779, William iniciou uma varredura sistemática do céu, com um telescópio de sete pés (2,14m) de distância focal. Na noite de 13 de março de 1781, no quintal do No. 19, no lado sul da New King St., casa



Telescópio de sete pés de distância focal

a qual os Herschels haviam se mudado em 1777, o planeta Urano foi descoberto. Originalmente descrito como um cometa, seu aspecto circular visível com grandes aumentos e movimento no céu, indicaram que o objeto era um novo planeta com um semi-eixo maior externo ao da órbita de Saturno.

A ciência não demorou em reconhecer sua descoberta. A “Royal Society” o agraciou com a Medalha Copley em novembro de 1781 e em dezembro do mesmo ano foi eleito membro desta organização. Um encontro com o rei George III foi agendado para julho de 1782. Porém, antes disto, o telescópio de sete pés foi levado para o Observatório de Greenwich. O astrônomo real, Nevil Maskelyne, testou o instrumento e afirmou que era muito superior em qualidade a qualquer outro que ele já havia examinado.

Em julho de 1782, Herschel foi indicado para o posto de “astrônomo do rei” com um salário de 200 libras anuais; com a incumbência de ter que viver perto de Windsor e “ocasionalmente mostrar alguma coisa de interesse da família Real ao anoitecer”.

No dia 02 de agosto de 1782, William retornou à varredura do céu mantendo este projeto sem interrupção, em várias residências em cidades próximas de Windsor, apesar das condições de vida estarem longe de serem satisfatórias.

Finalmente, no fim de março de 1786, os Herschels se mudaram para uma casa confortável na Windsor Rd, em Slough (Buckinghamshire agora Berkshire), tendo as observações se reiniciado em 03 de abril. Esta foi residência final de William Herschel e ficou conhecida como “Observatory House”, sendo ocupada pela família Herschel até pouco tempo antes de sua demolição em 1963.

Na época da mudança para Slough, o instrumento mais utilizado por Herschel era um telescópio de 20 pés de distância focal (6,11m), com um espelho de menos de 19 polegadas de diâmetro (48,3cm). Com este instrumento, William descobriu os dois satélites mais brilhantes de Urano: Titânia e Oberon, em janeiro de 1787. Dois anos depois, descobriu a sexta e sétima luas de Saturno (em ordem de descobrimento). Enquanto isso, desde agosto de 1782, Caroline tinha iniciado uma busca por cometas, enquanto não estava ocupada efetuando registros observacionais para seu irmão. O primeiro êxito desta tarefa veio em 01 de agosto de 1786, quando Caroline descobriu seu primeiro cometa usando um telescópio de foco curto, dois pés (0,61m),

construído por William especialmente para ela. Até 1797, Caroline Herschel descobriria oito cometas. Entretanto, sua verdadeira contribuição para a ciência foi o processamento dos dados coletados por William e sua compilação em várias publicações. Em especial, destaca-se o “Zone Catalogue”, infelizmente nunca publicado, com as listagens de todos os aglomerados e nebulosas observados por Herschel. Por este trabalho, ela foi agraciada com a medalha de ouro da “Royal Astronomical Society” em 1828.

Além das observações astronômicas, a atividade principal em Slough foi o projeto e construção de um grande telescópio com um espelho de 40 pés de distância focal (12,2m) e 49,5 polegadas de diâmetro (1,26m). As 4000 libras necessárias para a construção deste telescópio foram financiadas pelo rei, além de uma quantia anual para sua manutenção.

O espelho metálico para este telescópio possuía uma massa de 2100 libras (952kg) e, devido a isto, diversos problemas foram encontrados no esmerilhamento e na montagem final do espelho. Herschel teve dificuldade em projetar uma máquina de esmerilhamento, apelando para uma técnica em que utilizou 20 homens movendo-se simultaneamente. Apesar de funcional tal técnica se mostrou impraticável, motivando Herschel a criar um dispositivo de esmerilhamento que funcionasse de maneira adequada.

O tubo do telescópio, com algo como 58 polegadas de diâmetro (1,47m), ficou pronto muito tempo antes do espelho e atraiu muitos visitantes com a curiosidade de ter a experiência de caminhar em seu interior. O rei George III, acompanhado pelo Arcebispo da Cantuária, em uma visita a “Observatory House”, pegou a mão do Arcebispo dizendo: -“Venha, meu senhor bispo, eu vou lhe mostrar o caminho para o céu”. O telescópio de 40 pés foi completado em 1789, sendo utilizado pela primeira vez em 28 de agosto, para a confirmação da existência de Encelado, a sexta lua de Saturno em ordem de descoberta. Três semanas depois, o sétimo satélite, Minas também teve sua descoberta confirmada. Mas, este telescópio nunca teve o mesmo uso sistemático em pesquisas se comparado com o telescópio de 20 pés. Provavelmente, Herschel percebeu que os constantes ajustes necessários no instrumento o tornaram pouco prático em programas de observação contínua.

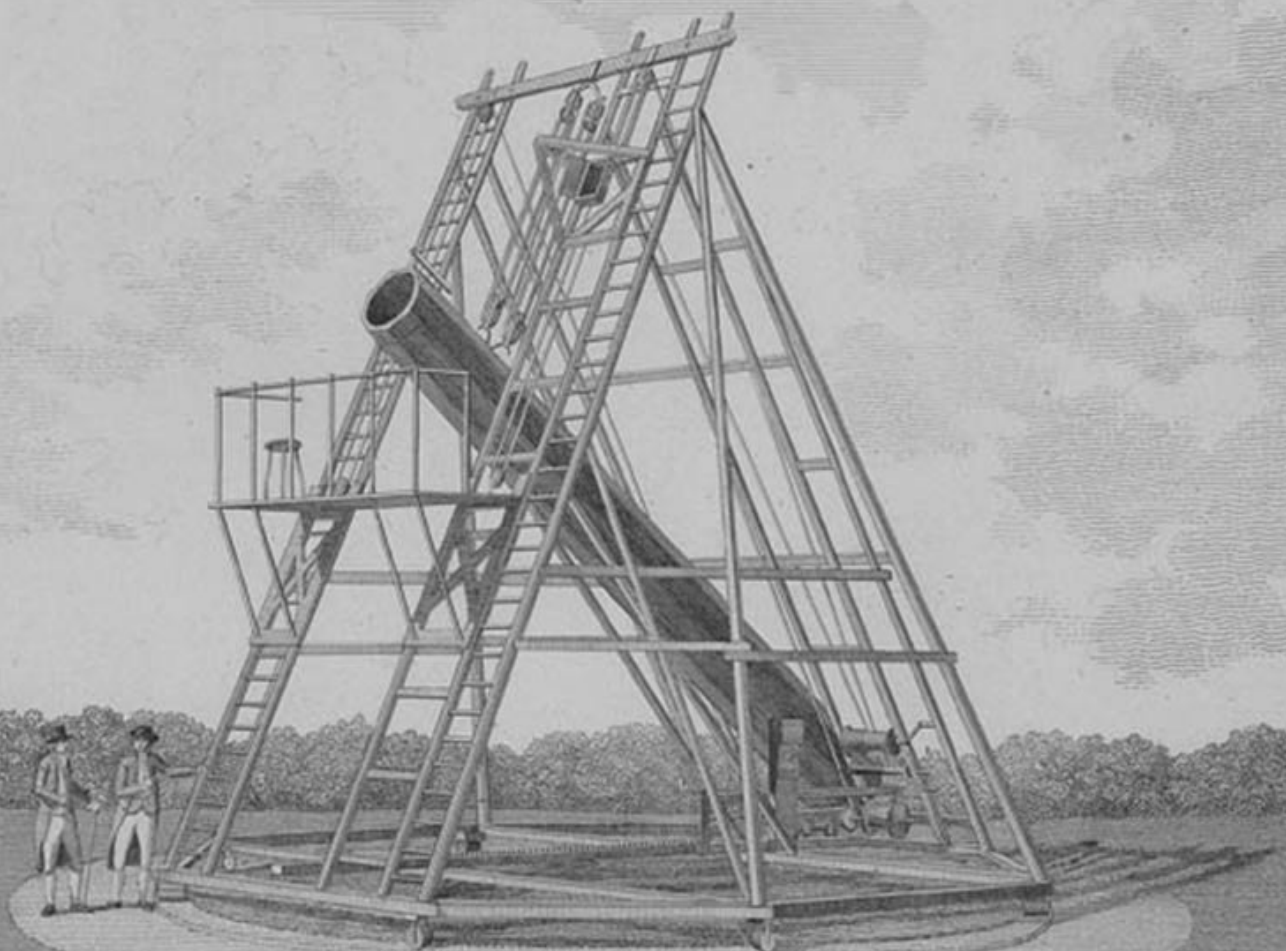
Em 08 de maio de 1788, em seu quinquagésimo ano de vida, Herschel casou-se com Mrs. Mary Pitt (née Baldwin), uma rica viúva de sua vizinhança. Mary e William tiveram apenas um filho, John Frederick William, que nasceu em 07 de março de 1792. Este casamento foi uma experiência traumática para Caroline. Ela se mudou da “Observatory House” indo morar em várias residências alugadas em Slough. Após algum tempo, Caroline voltou a ser a assistente do irmão em suas observações, permanecendo nesta função até a morte de Herschel em 1822.

Os trinta anos finais da vida de William foram contrastantes com o período anterior à descoberta de Urano. Sua posição no mundo da ciência estava assegurada e várias comendas, nacionais e

internacionais, continuaram a lhe serem oferecidas. Uma medalha de ouro lhe foi conferida pelo rei da Polônia. Na Inglaterra, ele foi investido como cavaleiro da ordem Guélfica, em 1816 e se tornou o primeiro presidente da “Astronomical Society”, em 1821, sob a condição de que não se exigiria sua presença nas reuniões. As observações astronômicas, foram ficando cada vez menos freqüentes até que em junho de 1821 cessaram, muito provavelmente devido a uma diminuição de vitalidade, associada a seqüelas de enfermidades sofridas em 1808.

Em 25 de agosto de 1822, Frederick William Herschel morreu tranqüilamente em sua casa, em Slough, tendo sido enterrado sob a torre da igreja de St. Laurence em Upton, apenas meia milha de sua residência por 35 anos.

Royal Astronomical Society, Burlington House, Picadilly, London



Telescópio de 40 pés

William Herschel deixou como legado de suas descobertas um novo Sistema Solar, com o dobro do diâmetro conhecido até então. Mais importante que isto, aplicou o conceito de contagem estelar para obtenção de um melhor conhecimento da estrutura e organização da Via Láctea. Em seus últimos artigos, ele afirmou que dentre os 2.500 objetos catalogados por ele, incluindo-se aglomerados estelares, estariam objetos constituídos de gás envolvendo estrelas ou conjuntos de estrelas em diferentes etapas de formação que seus telescópios eram incapazes de resolver.

O Destino dos Telescópios de Pesquisa de Herschel

O espelho do telescópio de 40 pés rapidamente sofria oxidação e necessitava de polimentos constantes. Por exemplo, em 1798, o espelho foi repolido em maio, junho, outubro e novembro. Como o espelho possuía uma massa próxima de uma tonelada, um guindaste era necessário para seu manuseio. O tempo consumido nesta tarefa deveria também ser consideravelmente grande. Mesmo antes da morte de Herschel, os suportes triangulares da torre do telescópio, entre os quais ocorria o deslocamento do tubo em altura, começaram a ficar muito deteriorados. Em 1839, a situação chegou a um ponto crítico no qual estes suportes não agüentavam mais o esforço mecânico da elevação e suporte do tubo. O tubo então foi colocado na posição horizontal, por John Herschel, pernecendo assim por anos até que uma forte tempestade derrubou uma árvore sobre o mesmo. Neste incidente, 30 pés do tubo foram destruídos. Finalmente, o telescópio foi inteiramente desmontado e seu último fragmento está atualmente em exposição no campus do “Old Royal Observatory”, parte integrante do Museu Marítimo Nacional em Greenwich. A coleção Herschel, constituída de telescópios, espelhos, máquinas de polimento, oculares e micrômetros, foi adquirida pelo Museu Marítimo, entre as décadas de 1960-1980. No acervo, destacam-se o telescópio de 20 pés, confeccionado por William e John, e utilizado por este último em observações no Cabo da Boa Esperança, África do Sul; o espelho original do telescópio de 40 pés e um telescópio de sete pés, idêntico ao utilizado na descoberta de Urano.

O Trabalho Científico

A pesquisa astronômica realizada por William Herschel é dividida neste trabalho por objeto de estudo, não seguindo necessariamente a uma ordem cronológica. Preferiu-se partir de ordens de grandeza espaciais do Sistema Solar indo para as estrelas e nebulosas, objetos de estudo da Astronomia estelar e galáctica. Em tais partes da Astronomia, Herschel foi, certamente, pioneiro e inovador pela aplicação de técnicas refinadas de obtenção e processamento dos dados obtidos em seus telescópios.

Asteróides

1 Ceres foi descoberto por Guiseppe Piazzi em 1801 e 2 Pallas por Heinrich Olbers no início de 1802. O mais cuidadoso observador deste dois primeiros asteróides descobertos foi William Herschel (CUNNINGHAM, 1984). Piazzi se tornou o seu mais entusiasmado correspondente e, pelo menos uma vez, visitou seu observatório em Slough.

Em 1802, Herschel observou os asteróides em 17 noites: quatro em fevereiro, cinco em março, cinco em abril e três em maio. Em 06 de maio, ele apresentou o artigo “Observações dos dois últimos corpos celestes recentemente descobertos”, à Royal Society. Neste trabalho, William apresentou um conjunto extensivo de observações e processamentos matemáticos relativos a dimensão, cor e natureza dos novos objetos. As estimativas de dimensões dos asteróides foram classificadas pelo próprio como “extraordinárias”, provavelmente pelas pequenas dimensões dos objetos em comparação com as distâncias que se encontravam do Sol.

Para obter estas estimativas, Herschel comparava os diâmetros aparentes de um anteparo iluminado, denominado de “disco lúcido”, de diâmetro conhecido, e o objeto de estudo. Afastando o “disco lúcido” a uma distância apropriada do telescópio de sete pés, William conseguia fazer com que o objeto de estudo e o disco tivessem a mesma magnitude. Nesta interpretação, a magnitude ou “brilho” do objeto era igual ao seu “diâmetro angular” do qual, a partir de semelhança entre triângulos, foi possível obter a dimensão do objeto em termos de uma certa unidade de distância. Em observações de 01 de abril de 1802, para a obtenção da estimativa da dimensão de Ceres, Herschel

teve que afastar o disco a 54m do telescópio para obter a semelhança angular. Em 22 de abril, ele manteve aproximadamente a mesma disposição espacial de seu disco-micrômetro para as observações de Pallas. Nesta sessão de observação, por comparação, Herschel observou Júpiter, tendo encontrado um disco de 4m. William concluiu que Ceres subtendia um ângulo de 0,35127 segundos de arco, implicando em um diâmetro de 260km. Para Pallas, o ângulo foi de 0,3199 segundos de arco e um diâmetro de 236km. Estes cálculos foram subestimados em função dos valores atuais de 948km para Ceres e 532km para Pallas. A razão para este erro está associada a uma combinação de fatores: a difração da luz ao passar por uma abertura circular; variações da transparência da atmosfera terrestre e as diferentes distâncias que os objetos se encontram do Sol. Estes primeiro e terceiro fatos eram, muito provavelmente, desconhecidos por Herschel.

Apesar das considerações feitas para o processamento dos dados não serem corretas, a comparação com Júpiter, que possui um diâmetro angular expressivo no céu, fazendo com que esta técnica forneça resultados razoáveis, permitiu a William perceber que os asteróides tinham pequenas dimensões. Em função disso, em seu artigo, ele escreve: “Não pode haver grande motivo para esperar que eles tenham quaisquer satélites. A pequena quantidade de matéria que eles contem é de longe inadequada para retenção em um segundo corpo”. Esta é, sem dúvida, a primeira menção moderna à possibilidade da existência de asteróides binários ou múltiplos. Apesar de uma possibilidade razoável, se passou quase um século inteiro até que surgisse na literatura a menção desta hipótese e, somente em 1995, a sonda Galileu obteve imagens do satélite Dactyl do asteróide 243 Gaspra.

Herschel também efetuou estudos relativos às cores dos dois novos objetos durante três noites. “A cor de Ceres é avermelhada, mas não muito profundamente”, como registrou na observação de 13 de fevereiro. Em abril, efetuou uma comparação entre a cor de Pallas e Ceres: “Ceres é muito mais avermelhado do que Pallas” mas ressaltando que “Pallas é de uma cor esbranquiçada fosca”. Observações modernas sugerem que ambos os objetos, tem aproximadamente a mesma cor (índice de cor B-VPallas = 0,635 e B-VCeres = 0,713), de modo que visualmente poderiam ser “cinzas” ou “esbranquiçados foscas”. Entretanto como os telescópios que utilizou para fazer as observações

utilizavam espelhos metálicos, suscetíveis à oxidação, suas estimativas de cor têm pouca confiabilidade. Isto porque a oxidação faz com que a luz refletida pelo espelho, de acordo com o grau de desgaste da superfície, tenha uma taxa de reflexão dependente do comprimento de onda.

A partir de suas detalhadas observações físicas dos asteróides, William partiu para a especulação relativa à “natureza das novas estrelas”. Ele listou sete atributos para planetas e cinco para cometas, associados a suas dimensões, órbitas e atmosferas. Ele concluiu que nenhuma destas propriedades poderia ser aplicada, com “propriedade de linguagem”, segundo suas palavras, a estas “duas estrelas”. Então, sugeriu que um novo nome deveria ser criado para designar estes objetos. Ambos, Ceres e Pallas, Herschel escreveu: “Assemelham-se a pequenas estrelas, sendo muito difícil de serem distinguidas destas.” A partir desta observação surgiu o termo “asteróide”, usado desde então para definir estes objetos. William também deu a primeira definição deste tipo de objeto a surgir na literatura científica: “Asteróides são corpos celestes, os quais se movem em órbitas com pouca ou considerável excentricidade ao redor do Sol, em planos que podem ser inclinados com a eclíptica em qualquer ângulo que houver. Seus movimentos podem ser diretos, ou retrógrados; e estes objetos podem ter ou não atmosferas consideráveis, comas muito pequenas, discos ou núcleos. Para finalizar seus comentários, Herschel elabora uma hipótese relativa à conexão de asteróides e cometas: “Quando os cometas possuem um tempo consideravelmente grande, suas comas podem reduzir-se de tamanho suficientemente para fazer com eles assumam a aparência de estrelas; isto é se tornam asteróides”. Apesar de ser uma hipótese extremamente razoável a transição asteróide-cometa ainda não foi estabelecida com precisão. Exemplos de conexão entre os dois objetos são os asteróides 3200 Phaethon, associados a um chuva de meteoros anual, e os objetos do grupo dos Damoclóides (JEWITT, 2005), possíveis núcleos extintos da família Halley de cometas.

Física Solar

William Herschel de acordo com historiador da Astronomia do séc XIX, Agnes Clerke, acreditava que o Sol deveria ser um “globo frio, negro e sólido recoberto por um exuberante vegetação e ricamente

ocupado com habitantes, protegidos por uma pesada cobertura de nuvens, da luminosidade intolerável da região luminosa superior” (KAWALER & VEVERKA, 1981).

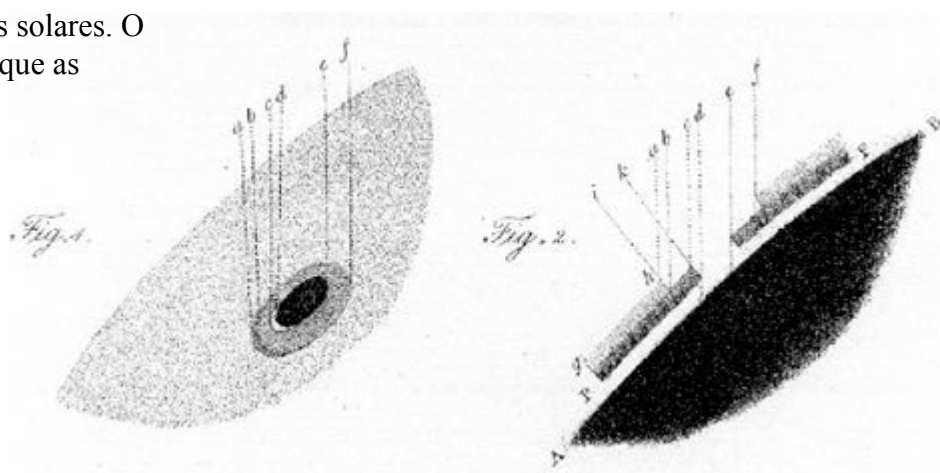
A idéia que a vida poderia existir em todos os planetas era uma constante no período histórico de Herschel. No séc. XVII, o Sol era visto como um corpo planetário grande, em especial, um globo escuro parecido com a Terra, envolvido por uma atmosfera luminosa e quente. Especificamente, esta crença surgiu em Herschel pela leitura de “Astronomy, Explained upon Sir Isaac Newton Principles” de James Ferguson, trabalho que, segundo Caroline, era seu livro de cabeceira no início de sua carreira como astrônomo. Este livro teve profunda influência em William. Em uma de suas primeiras edições, publicada em 1756, Ferguson argumentava que: “- Todo o resto (dos planetas) estão projetados, situados e providos, com igual sabedoria, com acomodações para seus habitantes”. Todos estes corpos teriam dia e noite, “O que é necessário para o trabalho, descanso e vegetação”. Para planetas distantes do Sol, a redução da quantidade de luz e calor é compensada pelo aumento do número de luas. Saturno, adicionalmente, tem um anel brilhante o qual “como uma zona lúcida no céu reflete luz muito copiosamente sobre aquele planeta”. Ferguson completa dizendo que: “Estas similaridades nos permitem a oportunidade de duvidar, mas todos os planetas e luas no sistema são projetados como habitações cômodas para as criaturas donatárias....desde que as estrelas fixas são.....como nosso Sol....isto é razoável para concluir que elas são feitas para os mesmos propósitos daqueles do Sol, fornecer luz, calor e vegetação em um certo número de planetas habitados...”

Tal hipótese era suportada por uma série de interpretações curiosas de observações solares. O observador inglês Derham acreditava que as manchas solares poderiam ser nuvens de fumaça expelidas por vulcões. O crescimento de uma mancha era atribuído ao progressivo aumento do tamanho desta nuvem. Seu compatriota, Horsley propôs que uma

vez que as manchas eram nuvens, em uma atmosfera luminosa, estas estruturas poderiam ser utilizadas para determinar a altitude desta camada. O astrônomo francês Lalande, no texto “Astronomie”, propôs que as umbras das manchas, a região mais central das mesmas, eram na realidade o topo de montanhas que se elevariam acima do nível de um oceano luminoso que envolveria o Sol. As regiões periféricas das manchas, as penumbras, foram interpretadas como “escarpas” destas montanhas, visíveis pouco abaixo da superfície do oceano. Alexander Wilson de Glasgow, Escócia, descartou a hipótese das montanhas solares, comparando as dimensões da umbra e penumbra quando a mancha está no centro do disco solar e em sua periferia. A partir destas observações, verificou que as manchas eram cavidades na superfície visível do Sol. Com isto, ele então sugeriu que o Sol poderia ser constituído de duas partes: “a maior parte é negra, e...este imenso globo negro é encoberto com uma cobertura fina que corresponderia à superfície resplandecente. Tal hipótese encontra o problema de justificar como o globo não fica incandescente se este é cercado de uma atmosfera quente e luminosa. Wilson pensou neste problema argumentando que a superfície do globo negro possuía uma temperatura um pouco menor do que o envoltório luminoso.

Em 1795, Herschel apresentou um artigo denominado de “Sobre a natureza do Sol e das estrelas fixas” para a “Royal Society”. A motivação do trabalho, segundo William, era a “perseverante ignorância relativa à constituição interna real do Sol”. O modelo de Herschel era semelhante ao de Wilson.

Em relação ao debate de Landale-Wilson, relativo à natureza das manchas solares, ele concluiu que eram fenômenos atmosféricos que expunham o interior



Diagramas feitos por Herschel relativos à natureza das manchas solares

do Sol. Por outro lado, William não descartou a existência de montanhas solares de grande altitude, associado-as às manchas solares de pequena dimensão e grande longevidade na superfície solar. Em uma destas observações, em 1783, supôs que uma mancha observada poderia ser o topo de uma montanha com 500 a 600 milhas de altura.

Segundo esta hipótese, a origem desta atmosfera luminosa reside em um processo análogo ao que origina as nuvens na Terra. Herschel preocupava-se que tal suposição, se correta, poderia implicar na exaustão do Sol. Apesar disto, afirmava que seu objetivo não era explicar como o Sol mantém seu brilho.

Neste mesmo trabalho, o problema da transferência entre a camada luminosa e a superfície negra seria solucionado de duas maneiras: poderia-se admitir que a luz e o calor são transportados por “onda separadas”. Herschel argumentou que se a luz visível causasse calor, o alto das montanhas seria mais quente que a superfície da Terra. Para transformar a luz em calor seria necessário algum tipo de meio calorífico. Dentro deste contexto, em um artigo de 1801, William propôs uma camada luminosa e a superfície do globo negro como uma camada de “nuvens planetárias”. Tais nuvens teriam alta opacidade e serviriam de escudo para a superfície, refletindo a luz diretamente para o espaço. Tal camada de nuvens teria 27 vezes a densidade superficial da Terra e estaria flutuando sobre uma atmosfera solar transparente.

Esta argumentação foi questionada por Thomas Young em seu “Natural Philosophy”, publicado em 1807, dizendo que não importa o valor da densidade desta camada de nuvens, pois esta seria ineficiente como isolador térmico. Adicionalmente, afirmou que mesmo que houvessem condições para que seres humanos habitassem o Sol, sua força peso seria o maior problema. Neste caso, com os dados disponíveis à época, ele argumentou que um homem mediano, no Sol, sofreria uma força peso aproximadamente igual a 20.000N. Este valor corresponde ao valor da força peso de um objeto com uma massa de duas toneladas na Terra.

O advento da espectroscopia, em meados da segunda metade do século XIX, e o desenvolvimento da física levaram a comunidade científica ao conceito de que o Sol é uma enorme bola de gás. Apesar de uma modelagem incorreta para o problema, as pesquisas de Herschel foram de suma importância

para o entendimento da física solar. Em especial, as observações estão em um período entre 1799-1806, dentro do intervalo de tempo entre 1780 e 1820 quando o Sol apresentava uma baixa atividade, conhecida como Mínimo Moderno ou de Dalton (HOYT & SCHATTEN, 1992a). Os dados de Herschel corroboram uma associação entre uma baixa de temperatura superficial terrestre, no início do séc. XIX, com este período de baixa na atividade solar (HOYT & SCHATTEN, 1992b).

Experimentos realizados por Herschel no âmbito desta pesquisa, com a passagem da luz solar por filtros coloridos e sua relação com a temperatura, o levaram, em 1800, à descoberta da radiação infravermelha.

Estrelas e a Via Láctea

Foco central das idéias cosmológicas de Herschel era que a origem e evolução dos objetos astronômicos, eventualmente, poderiam ser explicadas em termos da gravitação, em especial, constituindo a origem do processo de “condensação” (CHAPMAN, 1989). Neste universo em condensação, nunca em expansão, imaginado por William, os corpos celestes se movimentariam para formar agregados simétricos, compactos e com um nível de complexidade crescente. Exemplos de objetos com estas propriedades são os aglomerados globulares e nebulosas planetárias.

Sob a onipresença da “gravitação” e uma “lei universal”, estrelas isoladas moveriam-se de suas posições iniciais, definidas pelo Criador, para formar aglomerados. Dependendo do intervalo de tempo passado, durante o qual estas forças atrativas estariam em ação, o aglomerado poderia ser aberto, globular ou planetário. A Via Láctea era considerada como um aglomerado complexo, irregular e também palco da ação deste processo universal de condensação. Tal estrutura, dentro de este conceito, estaria fragmentada em múltiplos aglomerados locais.

Herschel procurou um embasamento observacional para esta hipótese buscando aglomerados e nebulosas não separáveis em estrelas, nas proximidades de regiões aparentemente vazias da Via Láctea.

Como um dos resultados desta busca, William citava os aglomerados globulares M-4 e M-80 da constelação do Escorpião.

A descoberta, em novembro de 1790, de um objeto, atualmente conhecido com NGC-1514, convenceu

Herschel de que “nebulosidades verdadeiras” existiam. Sob esta perspectiva, tais objetos não se tratavam de aglomerados estelares que, por estarem muito distantes, não eram separados em estrelas individuais e sim constituídos de gás.

Em sua concepção, tais nebulosidades eram o meio onde futuras estrelas isoladas iriam se condensar e do qual, elas obteriam alimentação para a manutenção de sua emissão luminosa. Com isto, procurou estabelecer uma seqüência evolutiva nestas nebulosas gasosas deste o estágio de condensação inicial até a formação de uma ou várias estrelas. Baseado nestas observações, Pierre Simon Laplace formulou sua “hipótese nebular” na qual o Sol e o Sistema Solar são formados a partir do colapso gravitacional de uma enorme nuvem de gás em rotação lenta.

Com um grande número de observações, William pôde especular que os processos de aglomeração e condensação ocorrendo entre estrelas separadas, gerando aglomerados, ou em nebulosas tornando-as estrelas, têm uma mesma causa universal: a gravidade.

Apesar de em 1767, John Michell ter demonstrado que a possibilidade de aglomerados como as Plêiades (M-45) terem se formado aleatoriamente era de 1 para 50.000, Herschel foi sempre cauteloso em efetuar analogias para uma ordem de distância maior que as dimensões do Sistema Solar. Isto pode ser justificado pela não apresentação de provas substanciais da validade da Lei da Gravitação no “Universo Estelar” no período em que fazia suas observações.

A validade desta lei para a Terra havia sido comprovada em uma série de experimentos e medidas. Em 1735, acadêmicos franceses, depois de extensivas observações geodésicas realizadas na França e no Peru, declaram que a Terra é um oblato esferóide, assim como predito no livro “Principia”. Tais observações provaram que a gravitação era válida na ordem de grandeza planetária. Mas esta regra seria válida para objetos de nosso cotidiano? Em 1775, Nevil Malkelyne, medindo a deflexão angular causada pela atração gravitacional entre o fio de prumo de seu setor zenital e o monte Schiehallion, conclui que a atração gravitacional era válida para objetos terrestres relativamente pequenos. Cavendish, em 1798, confirmou esta observação com sua balança de torção.

Pouco antes deste impasse no início da década de 1780, William mergulhou em um problema sem solução há séculos: a determinação de distâncias

estelares por paralaxe. A existência da paralaxe para estrelas próximas do Sol, em relação ao fundo de estrelas “fixas” é uma das causalidades observacionais previstas pelo modelo Copernicano. Acreditava-se, na época, que a paralaxe poderia ser detectável através da observação de estrelas de primeira magnitude, hipoteticamente mais próximas do Sol. Ao contrário de seus predecessores, Herschel dispensou o uso de instrumentos de medida angular, como o setor zenital, e resolveu escolher um ponto fixo no espaço que serviria de referencial para que a paralaxe fosse medida. Este ponto seria alguma estrela de sistemas binários, nos quais duas estrelas são vistas com pequena separação angular, pelo que tudo indicava, por um efeito de uma linha de visada favorável. Tais observações foram baseadas em dados colhidos com um telescópio de sete pés e grandes aumentos, muito superiores aos que eram obtidos por outros astrônomos contemporâneos de Herschel. Para as medidas angulares, William utilizou um micrômetro de lâmpada. Tal dispositivo reproduzia artificialmente o sistema de estrelas duplas, valendo-se de lâmpadas colocadas em um suporte regulável. Valendo-se do princípio da divisão da imagem, era possível comparar as duplas como seu análogo artificial. A separação do sistema duplo poderia ser deduzida, conhecendo-se a distância entre o olho do observador e o sistema duplo artificial. A precisão deste método poderia ser, pelo menos teoricamente, ampliada pelo uso de grandes aumentos e interpretando os ângulos como múltiplos das ampliações empregadas. Herschel atingiu com este método, desvios absolutos da ordem de 1/16 segundos de arco. Uma quantidade que poderia ter ocasionado a detecção da paralaxe de 0,29 segundos de arco de 61 Cygni, medida em 1838, por Friedrich Wilhelm Bessel. Tal estrela possui uma alta velocidade angular no céu, associada a seu movimento orbital ao redor do núcleo da Via Láctea. Esta característica faz com que a estrela percorra 0,5 graus, o diâmetro aparente da Lua, em algo como 150 anos e sugere, a princípio, proximidade ao Sol. Os

Alberto Silva Betzler é bacharel em Astronomia pela UFRJ, mestre em Engenharia Elétrica pela UFBA e colaborador do IF-UFBA no projeto “Descobrimo o Céu” de pesquisa e popularização da Astronomia. Trabalha com Astrofísica do Sistema Solar (asteroides e cometas), instrumentação astronômica e ensino de Física e Astronomia.

resultados deste esforço foram publicados em 1781 e 1782, entretanto, Herschel admitiu, incorretamente, que o movimento de certas duplas era totalmente aparente e devido ao movimento da Terra ao redor do Sol. De fato, em 1802, William se conscientizou deste fato afirmando que estas estrelas eram conectadas fisicamente e ambas giravam ao redor de um centro de massa comum. Com isto, Herschel demonstrou, mesmo sem querer, a universalidade da lei da gravitação universal para distâncias presumivelmente maiores que as do Sistema Solar.

Este trabalho com estrelas duplas foi seguido por John Herschel, tendo o mesmo determinado as propriedades orbitais de vários sistemas estelares através de um ajuste gráfico das elipses keplerianas (BUTTMAN, 1970).

Em 1783, William publicou o artigo “Sobre o movimento próprio do Sistema Solar”. Neste trabalho, Herschel afirmava que parte do movimento próprio observado nas estrelas, casualidade observacional bem conhecida pelos astrônomos do séc. XVIII, tinha uma contribuição devido ao movimento do próprio Sol no espaço (CLARIDGE, 1909). William foi o primeiro a investigar este movimento concluindo, corretamente, que o Sol se move para a direção da constelação de Hércules.

Herschel também efetuou medidas da distribuição de estrelas na Via Láctea. A partir de 1784, iniciou

contagens estelares em regiões particulares da Via Láctea repartindo-a em zonas definidas, em intervalos regulares de ascensão reta e declinação. Contando estrelas em zonas com 15 minutos de arco quadrados, em 1785, ele foi capaz de afirmar que nossa galáxia tem um “estrato” de estrelas que se distribuiu em um plano aproximadamente circular.

Conclusões

William Herschel, sem dúvida alguma, era um homem à frente de seu tempo, tendo trabalhado, simultaneamente, em diversos campos de pesquisa da Astronomia. Apesar de certas estimativas feitas por Herschel terem sido profundamente influenciadas por erros observacionais, introduzidos devido a suposições incorretas com relação aos objetos de estudo e sua interação com os instrumentos de pesquisa, ele reconhecia a necessidade de ter objetos de controle para efetuar comparações e, principalmente, preocupava-se com a reprodução de seus resultados. A venda de telescópios de sua fabricação para diversos institutos europeus e astrônomos amadores serviu para que outros observadores conseguissem reproduzir suas observações em objetos variados como estrelas duplas e nebulosas, a exemplo do que foi feito por Galileu no séc. XVII. **M**

Referências

- Buttmann, G. The shadow of the telescope, a biography of John Herschel. Guildford & London: Lutterworth Press, 1970. 219p.
- Chapman, A. William Herschel and the Measurement of Space. R.A.S. Quartely Journal, V.30, No. 4/DEC, p.399, dez. 1989.
- Claridge, J. T. Sir William Herschel and his astronomical work. Journal of the Royal Astronomical Society of Canada, V. 3, p.31, fev. 1909.
- Cunningham, C. J. The Minor Planet Bulletin. V. 11, p.3, mar. 1984.
- Hoyt, D. V.; Schatten, K. H. Sir William Herschel's notebooks - Abstracts of solar observations. Astrophysical Journal Supplement Series. v. 78, p. 301-340, jan. 1992a.
- Hoyt, D. V.; Schatten, K. H. New information on solar activity, 1779-1818, from Sir William Herschel's unpublished notebooks. Astrophysical Journal, Part 1. V. 384, p. 361-384, jan. 1992b.
- Jewitt, D. A First Look at the Damocloids. The Astronomical Journal. V. 129, Issue 1, p. 530-538, jan. 2005.
- Millman, P. Journal of the Royal Astronomical Society of Canada. V. 74, No. 3, 1980.
- Kawaler, S.; Veverka, J. Journal of the Royal Astronomical Society of Canada. V. 75, p. 46, fev. 1981.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), ao MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia), à Fundação Vitae e ao Instituto de Física da UFBA pelo apoio ao projeto “Descobrimdo o Céu”.