

O protagonismo de Henrietta Leavitt na elaboração da relação período-luminosidade da astronomia^{+,*}

*Bárbara de Almeida Silvério*¹

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências – Universidade Federal da Bahia
Salvador – BA

*Camila Maria Sitko*¹

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campo Mourão – PR

*Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa*¹

Universidade Estadual de Campinas
Campinas – SP

Resumo

Tendo como pilares o Ensino, a História, a Filosofia e a Sociologia das Ciências e a questão de gênero no mundo científico, defende-se que ensino contextualizado à discussão de um acontecimento histórico, no qual uma mulher teve papel central, pode auxiliar no engajamento de mulheres na área. Aqui destaca-se Henrietta Leavitt (1868-1921), uma calculadora do Observatório de Harvard, que nesta função chegou à formulação da Relação Período-Luminosidade (RPL), ferramenta que mais tarde seria essencial para o desenvolvimento de métodos de estimativa de grandes distâncias no espaço. Uma das pessoas que deu continuidade aos estudos sobre esta relação foi Harlow Shapley (1885-1972), o qual, devido a suas pesquisas, foi muito mais citado pelos pares do que Leavitt. Considerando que existiram relações de gênero ao longo de sua vida e, principalmente, no que diz respeito ao estabelecimento da RPL, aqui se pretende explicitar como Henrietta Leavitt aparece ao longo da história da construção da RPL, através da pesquisa documental, tendo como base de análise das relações sociais a Teoria

⁺ Henrietta Leavitt's key role in the development of the period-luminosity relation in astronomy

^{*} Recebido: 25 de abril de 2023.
Aceito: 29 de agosto de 2023.

¹ E-mails: barbaradealmeida.s@gmail.com; camilasitko@utfpr.edu.br; silviamf@unicamp.br

Ator-Rede de Bruno Latour e a Epistemologia feminista de Londa Schiebinger. Com isso, nota-se que, possivelmente, para além da pesquisa aprofundada, Harlow Shapley, ganhou mais destaque entre os astrônomos da época por sua influência acadêmica e que a omissão do protagonismo de Henrietta Leavitt vem decrescendo a passos lentos atualmente, devido a estudos da história em que ela se inseria.

Palavras-chave: *Estrelas Variáveis; Ensino de Astronomia; Teoria Ator-Rede; Mulheres nas Ciências.*

Abstract

This argument draws from the pillars of Science Teaching, History, Philosophy, and Sociology of Science, as well as the gender issue in the scientific world, argued that a contextualized approach to the teaching of science through the discussion of a historical event in which a woman plays a central role can contribute to the engagement of women in specific fields. A stand-out example of that is that of Henrietta Leavitt (1868-1921), a computer at the Harvard College Observatory, who, in this capacity, formulated the Period-Luminosity Relation (PLR), a tool which would later be essential for the development of methods for estimating large distances in space. One of the people who continued to study the PLR was Harlow Shapley (1885-1972), whose research was much more frequently quoted by his peers than that of Leavitt's. Considering the gender dynamics that marked Leavitt's life, especially in the process of establishing the PLR, this study aims to clarify the role historically attributed to her in that specific research context through documentary investigation. The analysis of the social and gender relations therein is founded on Bruno Latour's Actor-Network Theory and Londa Schiebinger's Feminist Epistemology. The results indicate that, in addition to his in-depth research, one of the reasons for Harlow Shapley's prominence among astronomers of the time might have been his academic influence. The findings also reveal that the underrepresentation of Henrietta Leavitt's role has been gradually decreasing over time, thanks to studies of the history in which she played a significant part.

Keywords: *Variable Stars; Astronomy Teaching; Actor-Network Theory; Women in Science.*

I. Introdução

Um fato conhecido de qualquer pessoa que estuda História é que a chamada Civilização Ocidental é pautada pelo patriarcado, e que às mulheres foi negado, ou fortemente restringido, o direito ao estudo de ciências, ou o direito ao reconhecimento por seus estudos. Esse distanciamento das mulheres, apesar da luta por igualdade, ainda persiste nas Ciências Exatas (CARVALHO; RABAY, 2013; LOMBARDI, 2005). Nos cursos universitários relacionados a essas áreas, as mulheres ingressam em menor número do que os homens e os abandonam em maior proporção que eles (AGRELLO; GARG, 2009). Em conformidade a esse quadro, a área da Astronomia também é predominantemente masculina, apesar da crescente inserção das mulheres no meio, e da luta contra a invisibilidade feminina. Tanto no Brasil quanto em outros países, as mulheres têm sido responsáveis por grandes avanços na Astronomia (VIEGAS, 2014). Apesar de crescente, o número de mulheres na área ainda é muito inferior ao dos homens. Por exemplo, entre os países com mais de 100 membros da *International Astronomical Union*, o Brasil é o sexto país com maior percentual de participação de mulheres, com apenas 24% (IAU, 2021).

No contexto educacional, observa-se a ausência da abordagem de assuntos de Astronomia, tanto devido aos materiais didáticos não apresentarem esse conteúdo, quanto aos professores não apresentarem formação. No entanto, de acordo com Pires e Peduzzi (2021), “por meio da utilização didática da História e Filosofia da Ciência é possível não somente demonstrar os resultados científicos, mas também identificar o contexto de construção destes conhecimentos” (p. 159). Assim, este seria um dos caminhos para, a partir da compreensão do contexto minoritário, ampliar o interesse e a participação de mulheres na área. Quanto à História da Astronomia, esta não é exceção à possibilidade de se abordar a problemática da presença de mulheres no campo científico.

Apesar de ainda em número muito desigual, a Astronomia sempre se mostrou uma área mais aberta à participação de mulheres. Durante vários séculos, mas desde o início de 1800 com mais intensidade, mulheres fizeram-se presentes em observações do céu, mesmo que ligadas a parentes homens (pais, irmãos ou maridos) e, por essa colaboração, torna-se mais fácil rotular o trabalho delas como não sendo exatamente original (DOBSON; BRACHER, 1992). Já no final do século XIX e início do século XX, mais mulheres puderam ingressar na Astronomia, e dentre elas destacam-se as “Calculadoras de Harvard”, mulheres que trabalharam na catalogação de estrelas e objetos astronômicos no Observatório de Harvard. Contratadas pelo diretor Edward C. Pickering (1846-1919), estas mulheres auxiliaram o Observatório a se tornar a maior referência mundial nos estudos de fotometria astronômica.

Os trabalhos realizados por elas eram considerados coisas monótonas e tediosas, o que não atraía os homens. Além disso, o salário recebido por elas era mais baixo do que o ofertado aos homens quando entravam para o Observatório (JOHNSON, 2005). Uma dessas calculadoras foi Henrietta S. Leavitt, que, dentre outras contribuições, foi a primeira a

observar e apresentar a Relação Período-Luminosidade (RPL). Essa é a relação existente entre o período de variação e a luminosidade de estrelas variáveis cefeidas, ou seja, estrelas cuja luminosidade varia com o tempo de forma cíclica (Sobel, 2016). Harlow Shapley (1885-1972) foi um astrônomo, também estadunidense, que estudou estrelas tipo RR Lyrae cuja luminosidade também varia periodicamente. Ele foi muito conhecido por suas medições da Via Láctea, mas também por seus estudos sobre a RPL e a apresentação da Curva Período-Luminosidade (CPL), uma forma de continuação do trabalho de Leavitt.

Tendo como ponto de partida essas pesquisas desenvolvidas por Henrietta Leavitt e Harlow Shapley, neste trabalho foi feita uma análise documental sobre a história de Leavitt e o estabelecimento da RPL utilizando como referencial teórico-metodológico os estudos científicos de Bruno Latour resumidos na Teoria Ator-Rede, a fim de trabalhar as questões sociais na Astronomia. Sinteticamente, a palavra “ator”, para Latour, assume o papel de identificar qualquer um que age sobre o processo estudado, “rede” define aquilo que pode ser traçado ou rastreado ao longo das translações pelos atores e a “translação” designa o transporte ou as transformações que ocorrem na rede. A rede não é um conceito, mas sim uma ferramenta que nos auxilia a descrever o ocorrido quando ainda estava ocorrendo (RICHARD; BADER, 2009; SITKO, 2019).

Em se tratando de uma história em torno de uma mulher, outra epistemologia que auxiliou as análises foi uma das Epistemologias Feministas, mais especificamente aquela proposta por Londa Schiebinger, que também apresenta a ciência como uma construção coletiva. Schiebinger (2001), porém, joga luz sobre o trabalho feito por mulheres, tentando entender como elas fizeram/fazem ciência e porque seriam vistas de modo diferente no meio científico. Assim, foi feita a análise histórica de um episódio específico, questionando como ocorreu a participação e o protagonismo de Henrietta Leavitt na construção da RPL, e elencando possíveis motivos pelos quais esta não é atribuída a ela, a fim de abordar as dificuldades de gênero² que mulheres cientistas encontram ao longo de suas formações, bem como a influência que a ciência recebe ao fazer parte de determinado contexto histórico, social e político com participação de mulheres.

Trabalhos recentes (SILVA; ARANTES, 2017; SILVA, 2019) mostram o quanto um currículo desinteressado em relação às questões de gênero nas ciências pode afetar o número de jovens meninas que desejam seguir carreiras científicas. Dessa forma, neste trabalho buscou-se evidenciar que a ciência é um construto coletivo, do qual as mulheres fazem parte, e que um ensino que aborda questões como essas é fundamental para o desenvolvimento crítico de jovens meninas, incentivando-as a participar da construção da ciência (CHASSOT, 2019). Neste sentido, este trabalho apresenta uma análise documental de artigos, notícias de jornais e diários do período compreendido entre a contratação de Leavitt e o completo

² Seguindo a definição de Londa Schiebinger (2001), “gênero deve ser entendido como a compreensão multidimensional e dinâmica do que significa ser homem ou mulher dentro de contextos sociais específicos” (p. 14).

estabelecimento da RPL, a fim de evidenciar como a astrônoma aparecia na Rede em que se encontrava. Além disso, destaca-se a intersecção entre as ideias de Bruno Latour e Londa Schiebinger como referencial teórico-metodológico, como uma forma diferente de se compreender as relações de poder ligadas ao gênero tão arraigadas no meio social, profissional e acadêmico da época.

II. A ciência como um construto da sociedade

As bases teóricas utilizadas tiveram como objetivo apresentar uma reflexão epistemológica sobre gênero e História da Ciência, os desafios, as necessidades e as possibilidades da discussão da contribuição de mulheres ao longo da História da Ciência, mostrando que a ciência é uma instituição masculinizada e que invisibilizou as mulheres por toda a História. Vale ressaltar que, apesar dos obstáculos criados por essa organização social, algumas mulheres se fizeram presentes e não puderam ser ignoradas pela História, como é o caso de Marie Curie. No entanto, é importante dizer que essas são exceções, ou seja, que a imensa maioria das mulheres que atuaram em ciência não chegaram ao conhecimento da população em geral por terem sido invisibilizadas. É importante notar que não estamos dizendo que outras mulheres não existiam nas ciências, mas sim que foram invisibilizadas apesar de que, de fato, contribuíram para elas. O trabalho dos historiadores e historiadoras da ciência é justamente encontrá-las e narrar (e interpretar) suas histórias.

II.1A circulação de informações na Rede de Bruno Latour

É muito comum, quando tratamos de História das Ciências, se falar de “uma ciência contextualizada ao seu momento histórico”. Os estudos científicos de Bruno Latour apresentam-se como algo que ultrapassa completamente essa noção de contextualização. Utilizando uma analogia poderíamos dizer que ainda persiste uma visão tradicional de História da Ciência que trata as ciências como um aspecto da sociedade dentro de uma bolha, esta bolha está imersa em um meio, ou seja, a ciência está imersa em seu contexto social, político, econômico, cultural... A proposta de Latour com a Teoria Ator-Rede (ANT³) é de superar a “História da Ciência” e a “História da Sociedade” como campos paralelos e tratar tudo como uma História única. De acordo com ele, a ciência e a política, a cultura e a natureza, o social e o técnico caminham juntos, não um contextualizado ao outro, mas unidos como uma rede. Voltando à analogia, para a ANT não existe uma bolha, a ciência é parte integrante dessa rede. Uma rede é formada por diversos fios, cada um representando um determinado aspecto que leva à circulação de uma informação (Latour, 2012; 2017). A informação transita por um fio que é a ciência, um fio que é a política, um outro fio que é a

³ Sigla em inglês de *Actor-Network Theory*. A sigla em inglês “ANT”, também remete ao inseto formiga, o que Latour utiliza como uma analogia para o trabalho científico: que se deve olhar para o “trabalho de formiguinhas” nos estudos.

economia, outro que são as relações humanas. E cada um desses se interliga através de nós, através de vínculos, que fazem com que exista uma rede de interações e que a informação circule através dela.

Nesse sentido, torna-se possível identificar atividades não encaradas como científicas, mas que de fato são peças-chave para que a produção científica ocorra, como financiamento, interesses políticos associados na continuação de determinada pesquisa, influências culturais e religiosas, e operar metodologicamente a análise. Resumidamente, a ciência não foi ao longo da história, e continua não sendo, uma caixa fechada e compartimentalizada onde se encontra apenas o conhecimento científico e técnico, mas sim é uma construção realizada a céu aberto por inúmeros agrupamentos de pessoas, coisas, ideias e culturas. Por esse motivo se faz tão necessária a pesquisa em História, Filosofia e Sociologia da Ciência e que ela se articule ao ensino. Tendo em vista que este trabalho tem como proposição central entender como uma **mulher** participou, e foi vista, em um episódio histórico, foi necessário levar em consideração todos os fatores associados aos engajamentos de mulheres nas ciências, sejam eles sociais, econômicos, culturais ou políticos.

Nem mesmo um objeto nem o social em si têm caráter inumano, tudo é moldado por aqueles que os produzem, não havendo um “mundo exterior” às ciências. O que há são ciências como “experimentação coletiva” que humanos e não humanos⁴ sustentam e constroem em coletivo. Latour rejeita a ideia de dividir a História em duas partes, defendendo que, em um momento, a construção de um fato ou conceito ocorre por conta do desenvolvimento científico, em outro, devido às relações sociais, econômicas ou políticas, e em outro ainda por ambas. Quando essas situações ocorrem, constrói-se uma rede de conexões do fato ou conceito. Dessa forma, os estudos científicos traçam as conexões “quando elas existem” (LATOUR, 2000; 2017).

Através da análise do episódio histórico tratado neste trabalho pretendeu-se mostrar que não existem dois domínios distintos em um determinado estudo, não há correspondência ou lacuna, o que há é o que Latour (2017) chama de referência circulante. Ou seja, um conjunto de inúmeras práticas que levam a uma articulação de proposições, ou ainda, a uma cadeia formada por vários elementos que produzem e viabilizam uma série de transformações sobre a área. A rede inteira, independentemente de seu tamanho, resume-se em uma única “caixa preta”⁵. Uma análise histórica pode nos permitir observar o fechamento de uma caixa

⁴ Na Teoria Ator-Rede, não apenas as pessoas podem participar da construção do evento, mas também os não humanos, sejam esses instrumentos, leis, objetos de estudo etc. Como exemplo, Latour (2017) discute muito a relação de Pasteur e os micróbios: Pasteur foi o humano que agiu no “descobrimto dos micróbios”, mas os próprios micróbios também agiram, como não humanos, nesse evento.

⁵ Caixa preta, para Bruno Latour (2004), corresponde ao conceito ou objeto que já se encontra bem estabelecido em seu meio de interesse. Uma caixa preta é uma expressão adotada no meio computacional para definir a parte de um código que é irrelevante, quando apenas interessa o que entra ou sai dele. Seria como um dogma, algo do que não se apresenta intenção de saber sobre sua construção e que atores estiveram presentes nela. Só é necessário saber como utilizar o conceito ou objeto ao qual corresponde.

preta, vemos as diversas partes que a constituem, cada qual com sua função e objetivo relativamente independente.

A rede é integrada por acontecimentos e atores (humanos e não humanos), aqueles que agem sobre ela. Ator se refere a um conjunto móvel de entidades ao redor do conceito. Um ator nunca está sozinho e sua ação é deslocada e traduzida. Rede é uma ferramenta que auxilia a descrever o evento, o que ocorre com a sucessão de translações⁶. Ator-Rede, portanto, significa considerar tanto o ator quanto a rede em que ele se encontra ao mesmo tempo (LATOURE, 2012). Estudos científicos descrevem tipos de atividades ligadas à disciplina científica, instrumentos, colegas, aliados, público e vínculos ou nós. Todos nutrem uns aos outros, exemplificados por Latour no sistema circulatório ou sistema circulante de atividades ligadas ao fazer científico.

Esse sistema integra cinco elementos que se interligam: a Mobilização do mundo (instrumentos); a Autonomização (colegas); as Alianças (aliados); a Representação pública; e os Vínculos e nós. Cada um desses elementos torna o fazer científico móvel, carrega a informação, faz e se faz suscetível de argumentação. A referência circulante não para com dados, ela continua a fluir e em busca de convencer colegas. Para os cientistas, a circulação não se interrompe em nenhum dos circuitos. São as alianças que “constituem aquilo que torna esse fluxo sanguíneo mais rápido e com uma taxa mais elevada de pulsação” (LATOURE, 2017, p. 124). Para a ciência, é necessário que existam associações de diferentes entidades no coletivo. Quanto mais associações o conceito tem, quanto mais ligado, transformado e incorporado, mais real ele parece e mais fechada está a caixa preta (SITKO, 2019).

Para uma análise histórica baseada na ANT, deve-se questionar quem foram os atores envolvidos, quais ações foram significativas na formação de grupos (caso tenham ocorrido) e quais os caminhos possíveis de serem traçados ou seguidos nessa formação (RICHARD; BADER, 2009). Os atores humanos estendem as relações sociais a outros atuantes trocando várias propriedades e formando coletivos (LATOURE, 2017). Discutir esse “mundo unificado” apresenta uma sociedade altamente vascularizada de cientistas, instrumentos e instituições. Quando tratamos de educação em ciências, essa reflexão permite mostrar a articulação das incertezas e contradições pelas quais o conhecimento científico passa, fazendo reconhecer o processo social intrínseco à rede e contribuindo para a compreensão e aprendizado da ciência de modo pleno, e não somente em seus conceitos (RICHARD; BADER, 2009).

II.2 A leitura de informações com base em Londa Schiebinger

A análise da informação que circula pela rede pode ser aliada a outras epistemologias. Na nossa proposta optamos por utilizar a epistemologia feminista proposta por Londa Schiebinger (2001). A exclusão das mulheres da ciência é inegável e a atribuição

⁶ Translações se referem aos deslocamentos, transportes ou transformações entre atores indispensáveis para a ocorrência de alguma ação. São os trabalhos pelos quais os atores modificam e deslocam de acordo com seus interesses (RICHARD; BADER, 2009; LATOURE, 2017).

do espaço doméstico à mulher só a afastou ainda mais disso. Nota-se uma dicotomia marcante entre o papel social atribuído aos homens e às mulheres, dicotomia essa que se estende a diferenças entre razão e emoção, objetividade e subjetividade, mente e corpo, poder e subjugação (KELLER, 2006). Para se compreender o estabelecimento da Relação Período-Luminosidade (RPL) temos como atores norteadores Henrietta Leavitt, a primeira a apresentar o conceito, e Harlow Shapley, diretor do Observatório de Harvard e sucessor de Edward Pickering, um dos principais astrônomos responsáveis por aprofundar mais os estudos na área.

O primeiro ponto que pode ser levantado em uma discussão como esta é a questão de gênero, pois discute-se a prioridade entre um homem e uma mulher. É comum se pensar que a ciência é desprovida de qualquer tipo de desigualdade, que é algo neutro. No entanto, as problemáticas sociais também a afetam, dado que existe uma relação entre sistema de produção e patriarcado, por meio da divisão sexual do trabalho, que se refere à designação dos homens à esfera produtiva e das mulheres à esfera reprodutiva. Ou seja, a ciência – que se inclui na esfera produtiva –, é produzida entrelaçando saber e poder e propagando a ideia de que a produção científica não se relaciona ao mundo social e político, ou seja, a ciência dominante é a ciência subjetiva. Ela é pensada para e por homens e, justamente por isso, se apresentam com maior relevância situações feitas por homens e se omite o que é feito por mulheres (DORLIN, 2009).

Quanto às diferenças de gênero, Helen Longino *et al.* (2021) defende que “feminismo é sobre gênero e as diferenças de gênero, e não sobre a mulher” (p. 333). Assim como Schiebinger, ela defende “o sujeito da teoria feminista como sendo o tema da diferença de gênero. Ou seja, as maneiras pelas quais percepções de gênero, ou percepções da diferença de gênero, são usadas para estabelecer diversas formas de diferenças” (p. 334). Nesta epistemologia, deve-se buscar normas epistêmicas que ou tornem o gênero visível ou não o façam desaparecer das análises.

Assim, a epistemologia apresentada por Londa Schiebinger (2001) defende a ideia de que a inserção de mulheres nas ciências possibilita a elaboração de uma nova ciência, não necessariamente diferente da forma feita pelos homens, mas de uma ciência mais diversa, uma ciência que inclui mais pontos de vista, mais métodos eficientes e mais meios de exploração do objeto de pesquisa. Ela enfatiza que a mulher não faz diferente por ser mulher, mas, por trazer junto dela a diversidade que as ciências necessitam, a mulher vai poder olhar para o mesmo evento que um homem olha de forma diferente, utilizando os mesmo métodos que um homem utilizaria, mas ao dar atenção maior para objetos, situações e dados ignorados ou negligenciados pelos homens chegaria a novos resultados. Para Schiebinger, essa inserção de diversidade no fazer ciência pode alterar o que cientistas estudam. Porém, para que uma mudança ocorra é necessária uma mudança na ordem estrutural da cultura e, conseqüentemente, na institucionalização das ciências. A catalogação de estrelas, por exemplo, era um processo que já se realizava havia muito tempo por muitas pessoas, muito

antes de Henrietta Leavitt, mas apenas ela, no início do século XX, notou a relação existente entre o brilho de estrelas variáveis e seus períodos de variação.

Outro ponto importante que não se deve perder de vista é destacado pela historiadora Margaret Rossiter (1978; 1980; 1993), o chamado “trabalho de mulheres na ciência”, que inclui as equipes de mulheres anônimas que serviram de apoio a um homem central. Este é o caso das calculadoras de Harvard, que realizavam os trabalhos repetitivos e tediosos de catalogação estelar, por trás da direção de Edward Pickering e Harlow Shapley no Observatório da universidade. Existe o que Rossiter (1993) chama de “segregação territorial”, que demarca os espaços mais ocupados por mulheres. Na academia isso é representado pela maioria feminina presente nas áreas de humanidades e ciências sociais em detrimento das ciências exatas e engenharias, e a “segregação hierárquica” se refere à posição hierárquica mais ocupada pelas mulheres, como no caso das Calculadoras de Harvard, em que as mulheres se concentram mais na assistência ao homem do que na gerência de pesquisas. Isso se reflete também nos salários, pois na primeira década do século XX, as mulheres recebiam, em média, 55% menos do que homens com posições similares (US, 1905).

As imagens que formamos sobre ciência também são relações de poder: uma imagem pode projetar uma mensagem, algo que define o que é conduta, o que é moral, quem é cientista ou o que é ciência. Persiste há bastante tempo a imagem de cientista como sendo um homem branco de meia idade ou idoso, de aparência desleixada, negligente com a questão física, afetiva e social, e alguém que está sempre em um laboratório. Nessa imagem raramente se imagina uma mulher, ou qualquer pessoa não branca. Para ser vista como uma mulher bem-sucedida, deve-se assimilar os “códigos de honra masculinos”. Edwin Hubble, por exemplo, chegou a afirmar “que a destacada astrofísica Cecilia Payne-Gaposchkin era ‘o melhor homem em Harvard’” (SCHIEBINGER, 2001, p. 154). Isso mostra que gênero, em nenhum momento, consegue se dissociar do fazer científico. Apesar de ser uma mulher, para se referir a alguém que fez grandes contribuições, Hubble escolhe afirmar que Payne era “o melhor homem”. Se ele dissesse “a melhor mulher” não faria jus ao trabalho dela, dado que as mulheres “eram apenas assistentes e calculadoras”. No entanto, ele tampouco escolhe dizer que Cecilia Payne era “a melhor pessoa em Harvard”, pois fazer boa ciência estava ligado a ser UM excelente profissional⁷.

Apesar de comentários como o de Hubble, “a ciência é uma atividade humana; ela deve servir a todos, inclusive mulheres” (SCHIEBINGER, 2001, p. 334). As formas como as mudanças surgem podem ser das mais variadas, seja com auxílio entre pesquisadoras/es, feministas e governo, ou pesquisadoras/es de diferentes ideais, ou ainda pesquisadoras feministas elas mesmas. Algumas situações que podem auxiliar no melhor desenvolvimento

⁷ Destaca-se o artigo masculino para se excluir a possibilidade de leitura de “profissional” como um substantivo neutro.

de mulheres nas ciências, principalmente nas exatas, são: ações afirmativas⁸, maior inserção das mulheres em vários âmbitos das diferentes áreas, introdução de material biográfico, estudos de gênero não como uma área separada dos departamentos, mas integrada a eles de forma que se vejam os vieses de gênero ao longo da formação de novos pesquisadores. É nesse sentido que este trabalho caminha, como uma forma de incentivar meninas e mulheres na ciência, mostrando uma importante participação feminina ao longo da história da construção da Astronomia Moderna.

III. Metodologia de pesquisa

A memória é limitada, é impossível gravar com precisão todo o processo de algum acontecimento. Por isso, ressalta-se a importância de se produzir documentos que sirvam de registro e auxiliem a lembrar fatos sem deformá-los (CELLARD, 2008). Menga Lüdke e Marli André (1986) afirmam que os documentos “representam uma fonte ‘natural’ de informação” (p. 39) que pode persistir ao longo do tempo de forma estável, ou seja, são registros contextualizados que fornecem informações sobre o mesmo contexto em que foram registrados.

Um estudo que se baseia em documentos extrai deles sua análise, organizando e interpretando-os de acordo com seus objetivos de investigação. A pesquisa documental é um processo de “garimpagem”. Segundo Alessandra Pimentel (2001), a primeira etapa da pesquisa documental é encontrar as fontes ou os documentos, sem a preocupação com análise, apenas com a obtenção de informações contidas neles, não sendo preciso optar por apenas um tipo de documento. Depois de encontrados os documentos gerais, determina-se o tipo de documento que será analisado: oficial (decretos, pareceres, etc.), técnico (relatório, artigo, etc.) ou pessoal (carta, autobiografia, etc.) para então dar-se início as análises apresentadas a seguir (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Independentemente do documento, não é possível transformá-lo ou completá-lo, “é preciso aceitá-lo tal como ele se apresenta, tão incompleto, parcial ou impreciso que seja” (CELLARD, 2008, p. 299). No entanto, continua sendo importante analisar mesmo os documentos mais “pobres”, caso sejam os únicos disponíveis. Para tanto, deve-se verificar sua credibilidade e representatividade. Deve-se compreender o mais adequadamente possível qual é o sentido exprimido na mensagem do documento. Dessa forma, existem cinco dimensões a

⁸ Um exemplo de ação afirmativa é o Programa Futuras Cientistas, do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene). O programa tem como objetivo “estimular o interesse e promover a participação de mulheres professoras e estudantes do ensino médio, nas áreas de Ciência e Tecnologia, através de sua aproximação a centros tecnológicos e instituições de ensino e pesquisa” (Mais informações sobre podem ser encontradas no *site*: <https://bitly.com/wnWCz>). Outro é o Programa L’Oréal-Unesco-ABC para Mulheres na Ciência, promovido pela Academia Brasileira de Ciências, em parceria com a L’Oréal e a Unesco, que desde 2006, vêm premiando anualmente jovens doutoras brasileiras que desenvolvem projetos científicos de alto mérito em instituições nacionais com uma Bolsa Auxílio Grant com duração de 12 meses (Mais informações sobre podem ser acessadas no *site*: <https://bitly.com/MDzJ45>).

serem observadas: o contexto, o autor, a autenticidade, a natureza e a lógica interna do texto. Após todos os pontos observados, então se inicia o processo de interpretação do documento. A maneira com que é interpretado depende da questão inicial da pesquisa, porém ao longo da análise podem surgir novas questões que modifiquem ou enriqueçam esse questionamento. O papel da análise documental é reconstruir um determinado fato ou episódio, ou seja, descobrir ligações entre cada situação encontrada e a questão da pesquisa (CELLARD, 2008).

Aqui, optou-se por analisar o período histórico utilizando as teorias sociais e culturais propostas por Bruno Latour e a epistemologia feminista proposta por Londa Schiebinger. Todos os documentos utilizados nesta pesquisa estão arquivados em bibliotecas públicas ou privadas, sendo: as notícias de jornais coletadas no site da Cambridge Public Library; os trabalhos acadêmicos foram localizados por meio de buscas na plataforma Google Acadêmico, com palavras-chave determinadas; as cartas e trechos de diários foram encontrados nos livros de George Johnson (2005) e Dava Sobel (2016), bem como nos arquivos digitalizados da Biblioteca de Harvard.

IV. Abrindo a caixa preta da relação período-luminosidade

Henrietta Swan Leavitt nasceu em 4 de julho de 1868 em Lancaster, Pensilvânia – Estados Unidos. Em 1887, iniciou seus estudos na *Society for Collegiate Instruction of Women*, mais tarde *Radcliffe College*, em Cambridge, Estados Unidos, uma das primeiras instituições de ensino superior para mulheres. Graduou-se em 1892 e ingressou no Observatório da Universidade de Harvard no ano seguinte, como assistente voluntária, com o intuito de aprender mais sobre Astronomia. Porém, foi contratada para trabalhar no local em 1895, sob direção de Edward Pickering, para atuar como calculadora, catalogando e classificando estrelas, principalmente estrelas variáveis. Faleceu em 12 de dezembro de 1921 em Cambridge, Massachussets, Estados Unidos.

Edward Pickering foi alguém que buscava financiamento muito intensamente, tanto para as pessoas que trabalhavam no Observatório quanto para o próprio local de pesquisa, ou para a construção de novos instrumentos. Foi ele quem mobilizou patrocinadores para viabilizar a construção de instrumentos, buscou alianças entre observatórios e promoveu inúmeras atividades para o público da cidade, de forma que a população conhecesse os trabalhos feitos por eles e os valorizasse. Nota-se que Pickering entendeu a circulação do sistema e a necessidade de se ter mobilização do mundo, autonomização, alianças e representação pública (LATOURE, 2017). Um de seus maiores legados foi a construção do Observatório de Harvard em Arequipa, no Peru, local que ficou em funcionamento de 1890 até 1927. Nesse observatório foi montado o Telescópio Bruce, batizado em homenagem a sua financiadora Catherine Wolfe Bruce⁹ (1816-1900). Dessa forma, a Universidade de Harvard

⁹ Catherine Wolfe Bruce foi uma patrona das artes e da Astronomia. Ela financiou diversas atividades e equipamentos do Observatório. No fim de sua vida criou a Medalha Bruce, um prêmio para "cidadãos de qualquer país, pessoas e ambos os sexos" por contribuições à astronomia.

possuía um observatório fotografando o céu no Hemisfério Norte e outro no Hemisfério Sul, o que acarretou uma quantidade gigantesca de informação para ser analisada.

Por conta disso, entre o final de 1880 e o início de 1890, o diretor decidiu contratar diversas mulheres para trabalharem no Observatório na função de calculadoras, para a catalogação de estrelas através da análise de placas fotográficas feitas com os telescópios.

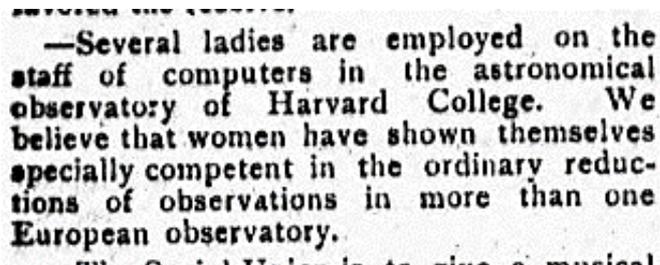


Fig. 1 – Notícia no jornal The Cambridge Chronicle sobre a contratação das mulheres como calculadoras do Observatório (THE CAMBRIDGE CHRONICLE, 1882).

Henrietta Leavitt, foi uma dessas mulheres contratadas. Na Fig. 1 ao lado tem-se um recorte de uma notícia de jornal onde se lê: “Muitas mulheres estão empregadas como calculadoras no Observatório Astronômico da Universidade de Harvard. Nós acreditamos que mulheres se mostram especialmente competentes na redução de observações ordinárias em mais de um observatório europeu”.

Vemos aqui um retrato claro do que poderia ser encarado como uma “ciência feminina”, pois o próprio jornal acredita que as mulheres fariam um trabalho “diferenciado”, corroborando o ideal de que as mulheres são vistas como mais observadoras e persistentes. No entanto, de acordo com Londa Schiebinger (2001), essa seria uma visão simplista, que reduz a mulher a determinadas características atreladas ao entendimento cultural de gênero, e ignora que, assim como os homens, as mulheres são capazes de seguir o rigor científico e realizar as tarefas necessárias em um observatório, utilizando os mesmos métodos que eles.

Independentemente da forma como eram vistas por seus colegas ou pela representação pública, essas mulheres foram responsáveis pelo maior avanço no acúmulo de informações sobre estrelas da história. Um exemplo disso é ilustrado no gráfico na Fig. 2, que apresenta o número de descobertas de estrelas variáveis pouco antes da virada de 1900.

Especificamente quanto ao trabalho das mulheres no Observatório, de acordo com Helen Reed (1892), eles se dividiam em três funções: a informática, ou seja, um trabalho mais mecânico de realização dos cálculos que seriam posteriormente utilizados por outros astrônomos; análise de chapas fotográficas e catálogo de estrelas pelas alunas; e o grupo de pequenas pesquisas, em que as mulheres que definiam espectros de estrelas, identificavam novas e caracterizavam-nas. Este era o grupo do qual Henrietta Leavitt fazia parte.

A contratação de mulheres não se dava exclusivamente pelo fato de receberem um salário mais baixo do que o dos homens, mas também porque elas recebiam por hora trabalhada. Assim, podiam conciliar a vida doméstica com a profissional sem que nenhuma das partes se preocupasse com atrasos, podendo harmonizar as duas esferas (pública/universidade e privada/doméstica) até então separadas. Reed também comenta que alguns homens fizeram o mesmo trabalho, mas não de forma tão organizada quanto as mulhe-

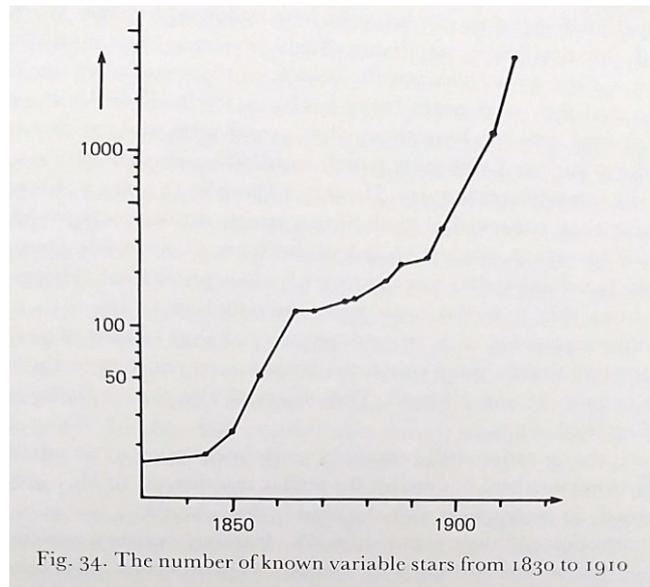


Fig. 2 – Gráfico de descobertas de estrelas variáveis no período de 1830 a 1910 (HERRMANN, 1984).

res, mais uma vez ressaltando a ideia de que existem atributos tidos como femininos – o cuidado e a atenção rigorosa –, que seriam mais desenvolvidos nas mulheres e, portanto, permitiriam a elas fazer uma ciência diferente. Além disso, a inserção dessas mulheres no ambiente foi um grande avanço para a época e elas não passavam despercebidas dos olhos da população em geral, pois estavam constantemente em jornais. Ao lado, na Figura 3, vemos um exemplo dessas notícias. De 03 de dezembro de 1904, anuncia a aula de Astronomia sobre a Via Láctea e a Hipótese Nebular na próxima segunda-feira, após a publicação do jornal, a ser ministrada por Henrietta Leavitt.

Recebendo 25 centavos de dólar por hora – o que, segundo Johnson (2005), era 10 centavos a mais do que ganhavam trabalhadores de plantações de algodão na época –, trabalhando sete horas por dia, seis dias por semana, as pessoas contratadas recebiam \$10,50 por semana, com direito a um mês de férias. O trabalho de catalogação de estrelas era algo monótono e tedioso, o

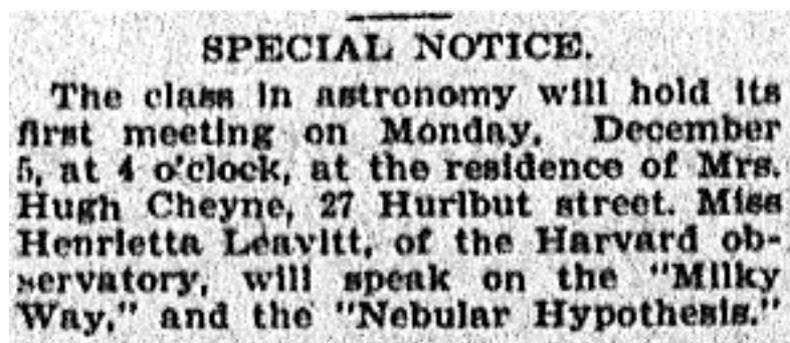


Fig. 3 – Notícia Especial no jornal *The Cambridge Chronicle* (THE CAMBRIDGE CHRONICLE, 1904).

que não atraía os homens, restando então às mulheres. Williamina Fleming (1857-1911) era empregada doméstica na casa de Pickering e foi uma das primeiras contratadas pelo

Observatório para o trabalho de calculadora. Ela dizia que Pickering sempre afirmava que ela recebia um salário acima da média para as mulheres, mas quanto a isso ela escreveu:

Se ele desse um passo à frente para descobrir como estava errado a respeito disso, aprenderia alguns fatos que abririam seus olhos e o fariam pensar. Às vezes me sinto tentada a desistir e deixar ele treinar outra pessoa ou algum daqueles homens para fazer o meu trabalho, para comparar o que ele recebe de mim por \$1.500 ao ano aos \$2.500 dos outros assistentes. Ele alguma vez pensou que eu tenho uma casa para manter ou uma família para cuidar tanto quanto os homens? Mas, suponho eu, uma mulher não deve reclamar tais confortos. E consideram este os anos de luz! [...]. O diretor espera que eu trabalhe das 9 a.m. até as 6 p.m. apesar do meu horário de trabalho ser de 7 horas por dia e eu me sinto quase à beira de quebrar (FLEMING, 1900, p. 18-9)¹⁰.

A questão salarial era pauta até mesmo entre os homens e do próprio Pickering, pois na época não existia apoio governamental para esse tipo de pesquisa: eles dependiam inteiramente de ações filantrópicas e financiamentos de pessoas ricas, de forma que ninguém “estava lá pelo dinheiro” (JOHNSON, 2005). No trecho acima transcrito, a diferença salarial com base no gênero é escancarada, além de confirmar, mais uma vez que, com respeito aos homens que trabalham na universidade, supõe-se que há sempre uma mulher em casa fazendo o trabalho doméstico, o que na maioria dos casos era verdade, enquanto as mulheres que estavam na instituição não tinham a mesma condição, não havia alguém realizando os trabalhos domésticos enquanto elas trabalhavam.

Como dito, o trabalho que elas realizavam de localização e catalogação de estrelas era considerado o mais simples e tedioso: não era da alçada delas fazer os cálculos seguintes sobre aqueles objetos, pois isso se reservava aos homens, algo que foi questionado por várias delas. Antonia Maury (1866-1952) uma vez escreveu: “Eu sempre quis aprender os cálculos, mas o Professor Pickering nunca desejou isso” (JOHNSON, 2005, p. 87)¹¹.

Em seu diário, Williamina Fleming também expressou sua frustração:

Se pudéssemos continuar sempre com o trabalho original, buscando por novas estrelas, variáveis, classificando espectros e estudando suas peculiaridades e mudanças, a vida seria o mais belo sonho; mas você chega à realidade onde deve

¹⁰ Tradução de: “If he would only take some step to find out how much he is mistaken in regard to this he would learn a few facts that would open his eyes and let him thinking. Sometimes I feel tempted to give up and let him try someone else or some of the men to do my work, in order to have him find out what he is getting for \$1500 a year from me compared with \$2500 from some of the other assistants. Does he ever think that I have a home to keep and a family to take care of as well as the men? But I suppose a woman has no claim to such comforts. And this is considered an enlightened age! [...] The Director expects me to work from 9 a.m. until 6 p.m., although my time called for is 7 hours a day, and I feel almost on the verge of breaking down.”

¹¹ Tradução de: “I always wanted to learn the calculus, but Professor Pickering did not wish it.”

deixar todos esses interesses de lado e colocar o máximo de seu tempo disponível preparando o trabalho de outros para publicação (p. 87)¹².

Quando Cecilia Payne (1900-1979) chegou ao Observatório também comentou que “Pickering escolheu seu pessoal para trabalhar, não para pensar” (p. 88)¹³. O diretor tinha como meta, quando assumiu o Observatório, descobrir e acumular informações sobre as estrelas, ou seja, sob sua liderança, não era prioridade para nenhum dos funcionários desenvolver teorias acerca dos corpos celestes, e essa dinâmica se torna ainda mais clara através da história de Henrietta Leavitt.

Todos esses relatos são claros indícios das situações apontadas por Margaret Rossiter (1978; 1980; 1993) como segregação hierárquica e territorial, quando as mulheres não conseguem um título acadêmico mais alto, quando Maury afirma que queria aprender os cálculos, mas não podia e quando Fleming fala sobre ter que deixar outros (ênfase no gênero masculino) publicarem¹⁴. Quanto à própria Henrietta Leavitt, ela não deixou nenhuma impressão própria sobre o trabalho que realizava. Também não deixou diários, memoriais, cartas pessoais, nem nada pessoal que auxilie atualmente a entender seus pensamentos quanto ao trabalho. Tudo o que se tem são pequenas anotações, diários de outras pessoas e seus trabalhos publicados.

Ainda como voluntária, Leavitt começou a procurar por estrelas variáveis. Ela não deveria descobrir os motivos pelos quais as estrelas variavam, apenas descobrir quais eram elas. Na Astronomia, até aquele momento, observava-se essa variação através de placas fotográficas, comparando-se o tamanho da estrela com outras fixas próximas a ela. Esse tamanho se refere à magnitude aparente, ou à luminosidade da estrela. As estrelas variáveis, como o nome sugere, são estrelas que possuem um brilho, ou a luminosidade, que varia ao longo do tempo, como por exemplo, as novas e supernovas. Em 13 de maio de 1902, Henrietta escreveu uma carta para Edward Pickering (Fig. 4) pedindo desculpas por ter deixado o trabalho incompleto por tanto tempo. Ela também mencionava um problema no ouvido que, de acordo com o médico, a impedia de trabalhar no frio ou à noite. Tendo em vista isso, e seu excelente trabalho, na carta de resposta, datada de 16 de maio, Pickering oferece a ela um emprego em tempo integral com salário de 30 centavos por hora (5 centavos a mais que as outras calculadoras) e com a possibilidade de realizá-lo em casa.

¹² Tradução de: “If one could only go on and on with original work, looking to new stars, variables, classifying spectra and studying their peculiarities and changes, life would be a most beautiful dream; but you come down to its realities when you have to put all that is most interesting to you aside, in order to use most of your available time preparing the work of others for publication.”

¹³ Tradução de: “Pickering chose his staff to work, not to think.”

¹⁴ Este último caso abre possibilidade de se discutir mais a fundo o Efeito Matilda, também apresentado por Rossiter. A própria autora trata rapidamente sobre o caso das Calculadoras de Harvard no artigo “Women’s Work” in Science, 1880-1910” (1980). Como o intuito deste trabalho é discutir o protagonismo de Henrietta Leavitt não entraremos nessa questão das Calculadoras em geral.

ack. May 16, 1902.

1263 Chapin St.
Beloit, Wisconsin,
May 13th, 1902.

My dear Professor Pickering,-
Two years
ago last winter you gave
me some of the manu-
script of my work in
Harvard Observatory, that
I might make certain cor-
rections before the final dis-
cussion of measurements.
You were to send the

Fig. 4 – Fragmento de uma carta de Henrietta Leavitt para Edward Pickering (HARVARD UNIVERSITY, 1902).

Nessa troca de cartas, vemos, ao mesmo tempo, o cuidado que Pickering tinha para com Leavitt, preocupado com sua saúde, mas também a insistência dele com relação ao trabalho, dando a ela a possibilidade de realizá-lo no Observatório, em sua casa em Cambridge, ou em qualquer outro lugar de temperaturas mais amenas; mas deixar o trabalho parado por mais tempo, ou ainda, destiná-lo a outra pessoa, não parecia ser uma opção. Ela aceitou a oferta dele de receber até um salário maior para trabalhar independentemente de onde estivesse, contanto que produzisse. Ou seja, para o diretor, ela é alguém importante e indispensável ao Observatório, apesar de qualquer adversidade que sua contratação tenha que enfrentar.

Por volta de 1905, Leavitt começou o processo de análise nas duas Nuvens de Magalhães, encontrando já nos primeiros meses mais de 900 novas estrelas variáveis. Essa grande quantidade de variáveis chamou a atenção tanto da comunidade astronômica como da comunidade em geral, pois as descobertas de Leavitt faziam com que notícias sobre ela em jornais viessem sempre com adjetivos e explicações, tais como “quem ganhou muita fama por sua descoberta de diversas estrelas variáveis” (THE CAMBRIDGE CHRONICLE, 1910a) ou “famosa por sua descoberta de centenas de estrelas variáveis” (THE CAMBRIDGE CHRONICLE, 1910b). Notícias como essas, aliadas às matérias favoráveis ao sufrágio (THE

CAMBRIDGE TRIBUNE, 1897; 1894), demonstram que a cidade como um todo parecia ser receptiva ao avanço de direitos das mulheres, ao trabalho e ao voto. Londa Schiebinger (2001) afirma que não é necessário apenas que as mulheres adentrem nas ciências por si só, mas é preciso também que esse espaço seja receptivo a elas. Se a sociedade faz o papel de apoio aos direitos sociais, as instituições universitárias também devem seguir o mesmo caminho a fim de acolhê-las como cientistas e pesquisadoras.

Henrietta Leavitt catalogou milhares dessas estrelas. Um de seus trabalhos divulgados foi “1777 Variáveis nas Nuvens de Magalhães”, de 1908, no qual apresentou dados como magnitudes mínimas e máximas e localização de estrelas variáveis na Pequena e na Grande Nuvem de Magalhães. Ao final desse texto, ela apresenta uma hipótese quanto aos períodos de variação das estrelas dizendo que “as variáveis mais brilhantes possuem os períodos mais longos” (LEAVITT, 1908, p. 107)¹⁵. Como isso parecia ser algo importante, seria necessário que mais medidas fossem feitas, que confirmassem a afirmação. Partindo dessa hipótese, Leavitt produziu um segundo trabalho, intitulado “Período de 25 variáveis na Pequena Nuvem de Magalhães” em 1912, publicado na Circular 173, sob o nome de Edward Pickering¹⁶. Neste texto, ela analisou mais a fundo esses períodos de variações de brilho, produziu gráficos de período vs magnitude e constatou que realmente havia uma relação logarítmica entre as variáveis, qual seja, quanto maior o brilho de uma estrela variável maior é o seu período de variação.

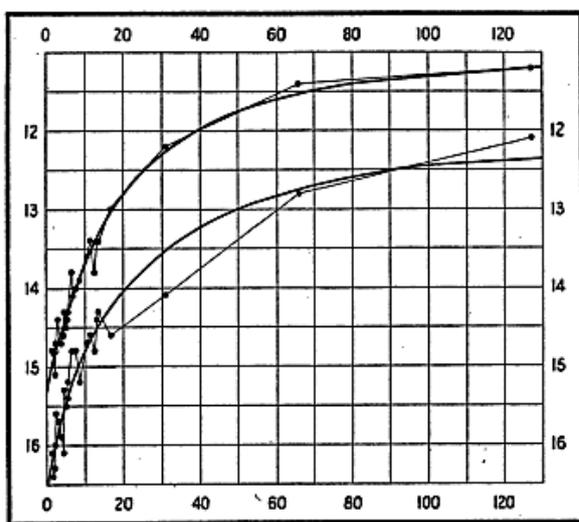


FIG. 1.

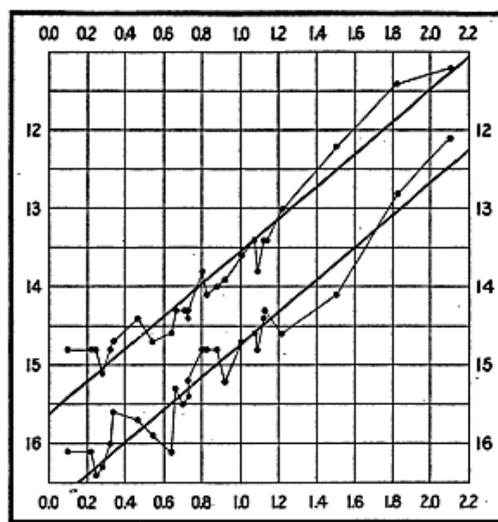


FIG. 2.

Fig. 5 – Gráficos produzidos por Henrietta Leavitt (LEAVITT; PICKERING, 1912).

¹⁵ Tradução de: “the brighter variables have the longer periods.”

¹⁶ Edward Pickering foi o diretor que instituiu as Circulares, que eram trabalhos publicados pelo próprio Observatório e por este motivo ele sempre assinava ao final de cada publicação. No entanto, ele deixa explícito que o trabalho havia sido feito por outra pessoa, Henrietta Leavitt neste caso, já nas primeiras linhas. Por esse motivo, escolheu-se colocar a referência como Leavitt; Pickering, 1912, e não apenas o nome dele ou dela.

Nesse trabalho, ela também escreveu: “Uma notável relação entre o brilho dessas variáveis e a duração de seus períodos será percebida [...] Como as variáveis encontram-se, provavelmente, a distâncias aproximadamente similares à Terra, seus períodos estão aparentemente associados à emissão real de luz “(LEAVITT; PICKERING, 1912, p. 1-3)¹⁷. Infelizmente, Henrietta Leavitt não continuou seus estudos sobre a relação entre período e luminosidade de variáveis cefeidas porque o diretor Pickering a mantinha em outros projetos. Ele acreditava que “o melhor serviço que ele poderia oferecer à Astronomia era a acumulação de fatos” (JOHNSON, 2005, p. 56)¹⁸ e que o trabalho dela nas Nuvens já havia acabado (MARCHI, 2011).

O trabalho dela permitia, diretamente, determinar quanto uma estrela estava mais distante que outra, porém, não permitia saber a distância real das estrelas. Essa calibração da relação seria o próximo passo. A partir daqui, a Relação Período-Luminosidade (RPL) aparece como um não humano, ganha espaço e começa a ser algo bem estabelecido: tratar da RPL é também tratar de Henrietta Leavitt. Ocorre a partir desse instante uma translação (LATOURE, 2016) com relação a Leavitt: antes ela era uma pessoa, uma calculadora, uma mulher importante para a cidade e para o Observatório, e com a RPL ela é alguém diferente, ela é uma astrônoma, uma precursora das relações de distâncias no Universo, *é assim que ela pode (ou poderia) aparecer na História*. Nota-se uma mudança na rede, uma mudança que também está permeada pela questão de gênero: Leavitt não apenas experimentaria uma translação sobre sua pessoa/pesquisa, mas também sobre sua “posição hierárquica”. Enquanto apresentava dados (acumulava informações), ela seria apenas uma calculadora, mas a partir do momento em que apresenta um novo conceito, algo revolucionário para a Astronomia, ela passaria a ser uma astrônoma¹⁹.

As medidas de distância no espaço começaram, ainda na Antiguidade, com a paralaxe²⁰ feita entre dois pontos distantes na Terra. Com isso, foi possível determinar as distâncias dos planetas no Sistema Solar. Depois, as medidas de distância passaram a ser realizadas com a paralaxe entre os dois pontos mais distantes da órbita de translação da Terra,

¹⁷ Tradução de: “A remarkable relation between the brightness of these variables and the length of their periods will be noticed [...] Since the variables are probably at nearly the same distance from the Earth, their periods are apparently associated with their actual emission of light”.

¹⁸ Tradução de: “the best service he could render to astronomy was the accumulation of facts.”

¹⁹ Aqui são evidenciadas as relações entre a Teoria Ator-Rede e as questões de gênero nas ciências. Bruno Latour (2016), quando propôs suas ideias no marco dos estudos sociais das ciências, não abarcava a questão ligada às mulheres. Outras sociólogas buscam aproximar esses paralelos, como Donna Haraway, Anne Fausto Sterling e Nelly Oudshoorn (CITELI, 2000). No entanto, a ligação que buscamos aqui é entre a epistemologia feminista apresentada por Londa Schiebinger e a Teoria de Bruno Latour.

²⁰ A paralaxe é um método de medida de distância baseado em triangulação, podendo ser geocêntrica, quando se utiliza diferentes posições na superfície da Terra para medir a distância de um objeto externo, como por exemplo a Lua, ou heliocêntrica, quando se mede a distância de estrelas mais próximas partindo da posição aparente delas em relação a estrelas mais distantes quando observada em posições opostas da elipse formada pela translação da Terra ao redor do Sol (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2017).

e assim foi possível determinar a distância das estrelas mais próximas. Apenas com a relação encontrada por Leavitt é que se tornou possível encontrar distâncias ainda maiores. Assim como vemos os movimentos dos planetas, se observássemos por tempo suficiente também veríamos o movimento de toda a esfera celeste, pois assim como a Terra, o Sol (e todo o Sistema Solar) também se movimenta. Ejnar Hertzsprung (1873-1967) foi o primeiro a utilizar esse movimento, perceptível apenas ao se comparar dados da Antiguidade com os atuais e a RPL, para descobrir a distância da Pequena Nuvem de Magalhães. Ele a calculou em 30.000 anos-luz e, na mesma época, Henry Norris Russell (1877-1957) encontrou o valor de 80.000 anos-luz²¹. Sobre isso, em uma carta endereçada a Hertzsprung, Henry Russell escreve: “Eu não pensei em fazer tão belo uso como você fez da descoberta da Srta. Leavitt sobre a relação entre período e brilho absoluto” (JOHNSON, 2005, p. 45)²². A partir da RPL, primeiramente apresentada por Henrietta Leavitt, vários astrônomos escreveram sobre as relações entre período e outras características de estrelas variáveis, dentre elas a luminosidade. Além de Ejnar Hertzsprung e Henry Russell, trabalharam na área também Harlow Shapley (1885-1972), Edwin Hubble (1889-1953) e outros. Estes são os principais atores na rede.

Durante a década de 1910, Harlow Shapley trabalhava no Observatório em Mount Wilson, período em que começou a estudar os “aglomerados globulares”, que, segundo ele, mostravam o esqueleto da galáxia. Para poder definir as distâncias desses globulares ele utilizou as variáveis cefeidas, objetos que ele já conhecia de seu doutorado, desenvolvido sob orientação de Henry Norris Russell. Com as variáveis cefeidas, Harlow Shapley (1917) fez a “Curva Período-Luminosidade” (CPL), um gráfico que, como o nome sugere, apresenta uma curva que relaciona período e luminosidade de estrelas variáveis (Fig. 6), semelhante às Fig. 1 e 2 (Fig. 5) de Leavitt, apresentadas anteriormente, porém com a magnitude absoluta e não as magnitudes máxima e mínima aparente dos astros (JOHNSON, 2005). Devemos então lembrar que a própria Leavitt escreveu que os períodos das cefeidas “estão aparentemente associados à emissão real de luz” (LEAVITT; PICKERING, 1912, p. 3). Ou seja, nesse momento vemos uma velada usurpação de Shapley com relação à ideia proposta por Leavitt, pois quando apresenta a CPL, ele não menciona o comentário feito por ela cinco anos antes. Poderíamos também dizer que isto foi o que hoje chamamos de Efeito Matilda, que é quando um homem se apropria, ou se torna conhecido, por algo antes apresentado por uma mulher (ROSSITER, 1993). Essa situação ocorrida em 1917 só é confirmada a partir de trabalhos de outros astrônomos que utilizam a RPL e a CPL. Vale ainda destacar que a CPL ficou conhecida também por a “Curva de Shapley”.

²¹ A distância aceita atualmente é de 199.000 anos-luz.

²² Tradução de: “I had not thought of making the very pretty use you make of Miss Leavitt’s discovery about the relation between period and absolute brightness.”

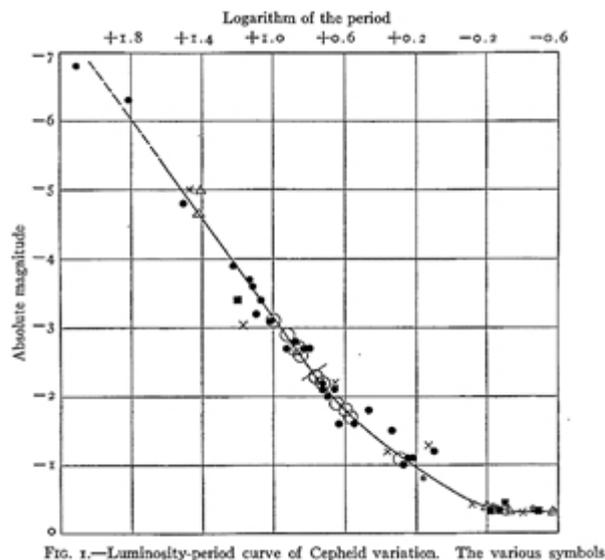


Fig. 6 – Curva Período-Luminosidade de variação de cefeida (SHAPLEY, 1917).

As estrelas variáveis que ele encontrava nos globulares eram de períodos menores que aqueles encontrados por Leavitt nas Nuvens: enquanto as dela variavam em dias ou semanas as dele variavam em horas²³. Shapley sempre acreditou que a descoberta de Henrietta era muito importante para a Astronomia observacional, tanto que escreveu diversas cartas ao Observatório buscando conselhos dela (JOHNSON, 2005). Lendo essas cartas vê-se que, assim como Pickering em 1902, Shapley é insistente com relação ao trabalho de Leavitt. Para que **ele** pudesse progredir em suas pesquisas era necessário que **ela** realizasse catalogações e cálculos em cima dos dados que possuía. Ou seja, mesmo depois de **ela** apresentar um novo conceito tão caro a **ele** e à própria Astronomia, mesmo depois de **ele** utilizar uma proposta **dela** para apresentar um outro gráfico (pode-se dizer que a CPL é uma continuação do trabalho sobre a RPL), ainda assim Shapley procurou Leavitt nos momentos em que precisava de dados. Mesmo reconhecendo sua importância, ele parecia vê-la apenas como uma calculadora, como alguém que deveria fornecer informações para que ele continuasse a pesquisa. Shapley cita vários assuntos que se beneficiariam do trabalho dela, mas são todos assuntos com os quais ele estava diretamente ligado, ou seja, o benefício seria dele próprio. Por um lado, poderíamos tratar dessa troca de cartas como uma aliança formada (LATOURE, 2017), mas é inegável pensar na relação de poder na diferença de gênero presente: Shapley não vê Leavitt como uma aliada, mas sim como uma calculadora, alguém que deve fornecer dados. Em uma mão, vemos um Shapley que valoriza o trabalho feito por Leavitt,

²³ Walter Baade (1893-1960) classificou os tipos diferentes de cefeidas: um grupo ele denominou de População I (as descobertas por Leavitt) e outro População II (descobertas por Shapley), e cada tipo obedece à própria Relação Período-Luminosidade. Considerando isso, à época de Shapley, de acordo com as medidas feitas a partir das cefeidas de População II, os objetos astronômicos estavam duas vezes mais distantes e eram duas vezes maiores (JOHNSON, 2005).

que pede e dá a ela conselhos de como seguir com seus respectivos estudos, que enfatiza a importância não apenas do trabalho, mas dela própria, vemos pessoas dentro de uma rede que a reconheciam. Em outra, vemos alguém que busca por dados confiáveis, bem demarcados e tratados com bons métodos que, aparentemente, só poderiam ser fornecidos por uma pessoa e, naquele instante, Shapley não tinha a quem recorrer senão a Leavitt. Esses dois lados da mesma relação nos mostram aqui que talvez não tenha sido uma ação premeditada de Shapley invisibilizar Leavitt e tomar posse da proposta dela, mas sim um conjunto de fatores, não necessariamente influenciados por ele. Shapley era um homem de grande proeminência na área e ele pode não ter agido para que Henrietta não tivesse tanto destaque quanto ele. Porém, ele também não agiu a favor dela, não a citou todas as vezes em que deveria, não a tratou como uma astrônoma de mesma posição hierárquica que ele. Harlow Shapley pode ter sido apenas um ator nessa rede, apenas uma pessoa em uma ciência construída por e para homens, mas suas ações confluíram para uma injustiça epistêmica neste episódio histórico.

Os eventos narrados até aqui ocorreram pouco antes de Shapley assumir a direção do Observatório, em 28 de março de 1921. Nesse mesmo ano, Henrietta se afastou ainda mais do trabalho, desta vez devido a um câncer no estômago, doença que a levou à morte em 12 de dezembro de 1921.

Em 23 de fevereiro de 1925, o Observatório de Harvard recebeu uma carta do matemático Magnus Gösta Mittag-Leffler (1846-1927) (HARVARD UNIVERSITY, 1925), à época um dos consultores do Prêmio Nobel, endereçada a Henrietta Leavitt, dizendo que havia se interessado muito pelo trabalho dela e que ela poderia ser indicada ao prêmio na categoria de Física por sua descoberta da relação entre período e luminosidade das cefeidas. O remetente era um grande defensor do reconhecimento das mulheres na ciência. Na própria carta ele cita a matemática Sonja Kowalewsky, além de ter sido o responsável pela forte pressão de incluir Marie Curie na indicação ao Prêmio Nobel de 1903 (PUGLIESE, 2009). O autor ainda não tinha conhecimento do falecimento de Henrietta Leavitt. Assim, quem recebeu e lhe respondeu foi o então diretor do Observatório, Harlow Shapley, em março de 1925. Na resposta ele agradece o fato dela ter sido reconhecida, afirmava que realmente o trabalho dela era importante e que havia lhe permitido realizar outros diversos estudos (HARVARD UNIVERSITY, 1925).

Pode-se notar que Shapley reconhecia a importância da relação de Leavitt e afirmava que se não fossem os problemas de saúde que ela teve ao longo de seus estudos, ela teria feito muito mais. No entanto, nota-se em sua resposta que ele tendia a carregar para si a prioridade no assunto. Ele citava que Leavitt descobriu a relação entre período e magnitude aparente e que isso deu à comunidade uma nova ferramenta de medição, mas que foram as interpretações dele, a Curva Período-Luminosidade que ele encontrou no trabalho dela que possibilitou o progresso na área. No entanto, como já foi citado, ela própria descreve que essa relação entre período e magnitude real existiram, mais uma vez reforçando a possibilidade de ter ocorrido aqui o Efeito Matilda (ROSSITER, 1993).

Shapley comenta ainda que ela teria oferecido contribuições mais brilhantes se tivesse tido mais tempo de se debruçar sobre a ciência. Sabemos que ela não teve esse tempo, pois foi acometida por vários episódios de adoecimento, mas, principalmente, porque o diretor Edward Pickering não via necessidade no avanço de estudos mais específicos. Shapley não leva isso em consideração quando lamenta a “pouca” contribuição de Leavitt. Nota-se aí um certo “eufemismo” na relação de trabalho entre o diretor e a assistente: Shapley põe na conta da saúde uma situação que fugia do alcance de Henrietta, pois as decisões eram tomadas com base na hierarquia existente. A posição de Leavitt era de assistente supervisionada por Williamina Fleming, mas essa também era uma assistente perante o diretor, ou seja, não estava nas mãos de nenhuma das duas mulheres o poder de decidir o que estudar, apenas do homem. Henrietta Leavitt era uma mulher graduada, tinha conhecimento científico suficiente, tal qual os homens assistentes do Observatório. No entanto, era a sua posição enquanto mulher que não lhe possibilitava a continuidade de um estudo específico. Na posição de homem, que ingenuamente vê a ciência como imparcial (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001) conforme as lentes de sua época, Shapley não percebe esta diferença de tratamento baseada no gênero, não nota que a ciência construída no Observatório também parte desse princípio fundamental da sociedade (SCHIEBINGER, 2001; DORLIN, 2009).

Apesar da forma como Harlow Shapley trata a RPL de Leavitt, é inegável que ele teve, sim, grande importância no desenvolvimento da área. Assim, em razão dos estudos empregados por ele e da CPL, foi muito citado como referência acadêmica na área. A fim de entender essa dinâmica de publicações e citações analisamos inúmeros trabalhos dele e de outros autores publicados entre as décadas de 1910 a 1950 que discutiam o trabalho de Henrietta Leavitt ou de Harlow Shapley, notando se havia divergência na prioridade da RPL entre ambos. Se a prioridade seria de Leavitt, por apresentar o conceito, ou se de Shapley, que o desenvolveu com mais profundidade.

Os trabalhos analisados, em ordem cronológica de publicação, foram: *Über die räumliche Verteilung der Veränderlichen vom delta Cephei-Typus* (HERTZSPRUNG, 1913); *Sixth paper: on the determination of distances of globular clusters* (SHAPLEY, 1917); *Globular clusters and the structure of the galactic system* (SHAPLEY, 1918a); *Notes bearing on the distances of clusters* (SHAPLEY, 1918b); *N.G.C. 6822, a remote stellar system* (HUBBLE, 1925a); *Cepheids in spiral nebulae* (HUBBLE, 1925b); *On the relation between period and form of lightcurve of variable stars of the delta Cephei type* (HERTZSPRUNG, 1926); *On the nature of stellar variability* (PERRINE, 1926); *On the relations between period, luminosity, and spectrum among Cepheids* (RUSSELL, 1927); *Distances of the galactic cepheids, magellanic clouds, and globular clusters* (PERRINE, 1927); *Étoiles doubles* (DANJON, 1928); *Revue annuelle d’Astronomie* ([1928); *A spiral nebula as a stellar system, Messier 31* (HUBBLE, 1929); *Star Clusters* (SHAPLEY, 1930); *Recherches statistiques sur les céphéides* (LI, 1933); *Sur la théorie des oscillations radiales d’une étoile* (LEDOUX, 1940); *Une nouvelle méthode pour déterminer le diamètre linéaire et la*

magnitude absolue des céphéides (VON HOOF, 1943); *Magellanic clouds, VI. Revised distances and luminosities* (SHAPLEY, 1953).

Observou-se que o único trabalho que cita apenas Leavitt é o primeiro, de Hertzsprung (1913), isso porque Shapley ainda não havia publicado nada a respeito. Depois dele publicar, todos os trabalhos o citam, porém nem todos referenciam Leavitt, ou seja, nessa disputa por alianças (LATOURET, 2017), Shapley saiu em vantagem por muito tempo entre a comunidade astronômica, sendo considerado o responsável pela RPL. Mesmo Henrietta Leavitt tendo a ideia da relação entre luminosidade e o logaritmo do período, mesmo tendo ela catalogado 1777 estrelas variáveis nas Nuvens para chegar a essa relação, mesmo ela estando em um dos maiores observatórios do mundo, ela, a mulher, não foi “capaz” de superar a relevância que ele, o homem, teve entre seus pares. Outros pontos importantes a serem destacados são a passagem de tempo: Leavitt não aparece mais no início ou no final dessa linha cronológica; então, não podemos afirmar que ela foi sendo protagonizada, ou invisibilizada, à medida que os debates sobre direitos das mulheres foram ganhando força no mundo. Mas o que notamos foi que, dentro da comunidade acadêmica francesa, Leavitt apresentava mais força, talvez por conta do debate em torno da figura de Marie Curie.

Na rede que se formou sobre o estabelecimento da RPL, vimos que existiram inúmeros atores humanos, como Henrietta Leavitt, Edward Pickering, Catherine Bruce, Harlow Shapley, Ejnar Hertzsprung, Edwin Hubble, Gösta Mittag-Leffler etc., e não-humanos, como a própria RPL, os movimentos feministas, os jornais locais, a infraestrutura do Observatório de Harvard etc. Cada um desses atuou sobre a rede de forma a criar uma translação sobre o conjunto Leavitt-RPL, onde ora a mulher era a evidência, ora a relação PL era a principal e a mulher era omitida. Nenhum dos atores sozinhos poderia fazer com que Leavitt fosse omitida ou invisibilizada. Latour (2017) diria que apenas o coletivo tem esse poder. No entanto, o que se pode observar ao longo deste episódio e das análises relacionando as ideias de Latour sob a ótica feminista, é que homens como Pickering, Edwin Hubble, e principalmente Harlow Shapley, têm grande efeito sobre o coletivo e sobre a rede. Enquanto uns trabalhariam para evidenciar Leavitt, outros tentariam invisibilizá-la, não a citando de forma inconsciente ou consciente.

O que notamos também é que o coletivo estava inserido em diferentes contextos. O primeiro compreendia o período de 1900 a 1940 nos Estados Unidos, um contexto ainda bastante segregado, mas onde as discussões feministas borbulhavam. Nesse momento, Leavitt, para alguns atores, é a “descobridora de centenas de estrelas variáveis”, é aquela que propôs a RPL, enquanto que para outros ela foi apenas uma calculadora, e a RPL já era um instrumento “bem conhecido e estudado”. A dicotomia presente nesse contexto demonstra o quanto a sociedade é volúvel e está em constante construção e reconstrução por conta de movimentações contra as desigualdades de gênero, por exemplo. Enquanto Pickering e Shapley buscavam apoio financeiro e institucional em favor das mulheres assistentes do Observatório, eles esquecem que as mulheres possuem uma carga de trabalho externa ao

assalariado, o trabalho presente na esfera doméstica. A dicotomia está presente também na forma como Pickering e Shapley se relacionam com Leavitt, pois embora pareçam considerá-la alguém imprescindível, a ponto de adaptar o trabalho às suas necessidades e a pedir-lhe conselhos, viam-na como aquela que deveria fornecer dados, como uma calculadora. O segundo contexto é o da década de 1920 na França, onde Marie Curie já era uma grande personalidade por conta de (e também apesar de) ser uma mulher, de forma que Henrietta Leavitt recebeu um destaque diferente do que nos Estados Unidos na mesma época. E por fim, o terceiro contexto compreende o período após 1950 até o final do século XX, quando, ao mesmo tempo em que as lutas feministas ganharam força a ponto de mulheres conquistarem cargos de alto nível, Henrietta foi omitida de sua própria história.

Analisando os dois momentos anteriores e sabendo da força que a ciência feita nos Estados Unidos teve na segunda metade do século XX, poderíamos afirmar que isso ocorreu porque o primeiro contexto foi mais forte e porque, como diz Ático Chassot (2019), a ciência é masculina. E, segundo Londa Schiebinger (2001), ela é feita por homens e para homens, e sem a insistência das mulheres em querer ocupar e mudar esse espaço, ela continuaria a ser assim. Henrietta Leavitt foi omitida de sua história porque a peça mais importante atuou em favor disso: o coletivo. O coletivo composto por homens e mulheres do século XX dos Estados Unidos, que após sucessivas translações do conjunto Leavitt-RPL, tornaram conhecida apenas a Relação (ou Lei) Período-Luminosidade. Fazer uma comparação direta entre a prioridade de Henrietta Leavitt e de Harlow Shapley sobre a RPL é, no mínimo cometer injustiça, visto que ele, enquanto homem, astrônomo reconhecido, depois diretor de um grande observatório, tinha movimento livre dentro da rede, entre os colegas e o público, ao passo que Leavitt foi contratada como uma calculadora. Apesar de suas contribuições, sua função no Observatório era acumular dados, era isso que lhe era exigido por Pickering (e solicitado por Shapley através de cartas), ou seja, ela não tinha movimentação livre para realizar os estudos que achasse necessário. Felizmente, acreditamos que atualmente, com o aumento das discussões acerca de gênero e ciências, as análises podem se tornar mais completas e a situação de apagamento das mulheres vem mudando de forma gradativa.

Apesar de crescente, ainda são ínfimos os trabalhos com relação a Henrietta Leavitt e às calculadoras de Harvard, o que demonstra a grande importância de se discutir o protagonismo dessas mulheres, já que cada uma delas teve uma contribuição essencial para o desenvolvimento da Astronomia moderna, e sem elas não saberíamos que o Universo está em expansão. No entanto, artigos, livros e produções cinematográficas sobre/com esse assunto e sobre os homens relacionados a eles são incontáveis. A fim de reforçar a importância que as mulheres têm no fazer científico, aqui nos detivemos apenas no episódio histórico em que Henrietta Leavitt foi protagonista para destacar a sua relevância como uma mulher mudando a ciência anteriormente feita por homens, com a ótica apenas deles (SCHIEBINGER, 2001).

V. Ensino com história e filosofia das ciências e a questão de gênero

O Ensino de Ciências contextualizado a partir da discussão de um episódio histórico em torno de uma mulher busca uma tentativa de auxiliar no melhor desenvolvimento de mulheres na área, bem como numa imagem menos ingênua de ciência, que desconsidera as mulheres participantes de sua produção. Parece ser consenso que o Ensino de Ciências nas escolas não é satisfatório (TURNER, 2008), ao mesmo tempo inúmeras iniciativas utilizando História das Ciências estão sendo criadas e aplicadas para mudar este cenário²⁴. Três pontos principais são levantados neste sentido: a necessidade de ouvir o ponto de vista dos/as estudantes; o trabalho por uma cultura científica para todos/as, de maneira que os/as próprios/as alunos/as estejam inseridos/as nos debates; e o desenvolvimento de pensamento crítico (RICHARD; BADER, 2009).

Aqui se pretendeu apresentar uma nova iniciativa, pautada na Teoria Ator-Rede de Bruno Latour e na Epistemologia Feminista de Londa Schiebinger, buscando prover aos/às professores/as *insights* sobre uma outra forma de se fazer o currículo e a pesquisa no ensino, por meio da inclusão de temas aliando estudos sociais sobre as ciências a questões de gênero. Além disso, se quis contribuir para democratizar as ciências através do ensino contextualizado com a construção social delas. Muitos estudantes têm a impressão de que ciência é produzida a partir de alguns passos, sem controvérsias, sem disputas, apenas uma sequência inquebrável. Pensar na ruptura desse pensamento traz também o conceito de Natureza da Ciência e de imagem deformada da ciência (BEJARANO; ADÚRIZ-BRAVO; BONFIM, 2019; GIL PÉREZ *et al*, 2001). “Em educação de ciências, essa reflexão se abre para a articulação e explicação das incertezas que são centrais para o conhecimento científico; também contém o reconhecimento do processo social pelo qual uma pesquisa passa” (CALLON; LATOUR, 1991, p. 05)²⁵. Essa proposta não apresenta “um lado certo da discussão”, apenas usa a Teoria Ator-Rede para apresentar em sala de aula a natureza da ciência de forma não deformada ou reducionista, explicitando as discussões e controvérsias que existem no fazer científico (RICHARD; BADER, 2009).

Atendo-se ao tema “Henrietta Leavitt e a Relação Período-Luminosidade”, pode-se citar aqui dois exemplos de abordagens que tratam da História e Filosofia das Ciências e a Natureza da Ciência no ensino. O primeiro é um Júri Simulado em que os/as estudantes debatem a questão “A quem pertence a Relação Período-Luminosidade?”. Nessa atividade,

²⁴ Essas iniciativas, que vêm crescendo acentuadamente desde o início dos anos 2000, estão presentes em revistas nacionais, como *Ciência & Educação*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Revista Brasileira de História da Ciência*, *Investigações no Ensino de Ciências*, *Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências*, *Experiências em Ensino de Ciências*, dentre várias outras. No âmbito internacional, cabe mencionar, por exemplo, *Enseñanza de las Ciencias*, *Science & Education*, *International Journal of Science Education*, *Science Education*, *Research in Science Education*.

²⁵ Tradução de: “In science education, this reflexive openness entails articulating and explicating the uncertainties that are central to scientific knowledge; it is also contingent upon the recognition of the social processes operating in research”.

os/as alunos/as são divididos em dois grupos, um defendendo a prioridade de Henrietta Leavitt sobre a RPL e outro defendendo a prioridade de Harlow Shapley. Os materiais de análise são apresentados para a construção das defesas e acusações. Espera-se que, com a discussão durante a atividade, a turma compreenda a importância de se ver a ciência como uma construção coletiva, da qual mulheres também fazem parte (SILVÉRIO; SANTOS; SITKO, 2023, no prelo). Já a segunda proposta consiste em uma atividade didática sobre o estabelecimento da RPL, que trata da criação de uma Rede do Tempo, na qual a própria turma pratica a análise da história por meio da inserção de cartas em uma “rede do tempo”. Diferentemente de uma linha do tempo tradicional, espera-se que os/as estudantes percebam que as informações contidas nas cartas formam uma rede completamente interligada. Essa rede também exemplifica a Teoria Ator-Rede de Bruno Latour, pois apresenta os atores da história, humanos e não humanos, os instrumentos, a representação pública e os vínculos e os nós (SILVÉRIO; SITKO; FIGUEIRÔA, 2022).

A abordagem histórica voltada para uma personagem mulher apresenta diferentes nuances que permitem novas possibilidades de abordagem no Ensino de Ciências, e a História em si torna-se material para pautar as atividades. O afastamento da ciência e das aulas de ciências das questões sociais reforça estereótipos que afastam a diversidade. Se a escola muda, as aulas mudam e, conseqüentemente, a ciência também muda. A “ciência (re)construída pela diversidade é essencial para o seu próprio desenvolvimento à medida que proporcionará conhecimentos pela perspectiva de múltiplos olhares” (SILVA *et al.*, 2021, p. 2).

Nesse sentido, a área da História e Filosofia das Mulheres nas Ciências vem crescendo. Com diversas perspectivas teóricas, políticas e metodológicas, essa área tem quatro principais abordagens: (1) a história das mulheres cientistas; (2) o status das mulheres enquanto profissionais das ciências; (3) a inclusão das mulheres como objeto de estudo dentro das ciências biológicas e médicas; (4) a crítica ao viés androcêntrico de teorias e métodos científicos (CITELI, 2000). O presente trabalho se encontra na primeira abordagem. Na primeira metade do século XX, nota-se que tanto a História das Ciências quanto a Filosofia das Ciências não levavam em consideração os marcadores de gênero em suas discussões “de modo que o legado das mulheres em ciências e tecnologias foi negligenciado pela História, Filosofia e Sociologia convencionais das Ciências” (p. 96). Se a História das Mulheres se consolida utilizando a norma masculina, corrobora a visão de mulher cientista como uma excepcionalidade, contribuindo pouco para a mudança de diretrizes de política de gênero nas ciências (SEPULVEDA; SILVA, 2021).

O trabalho apresentado por Silva *et al.* (2021) mostra que, em sala de aula, observam-se associações simbólicas nos materiais didáticos que apresentam a ciência: as ciências exatas são associadas à imagem masculina, com aqueles seres dotados de vigor moral e objetivo, e as ciências biológicas e sociais associadas às mulheres, que seriam mais volúveis e sentimentais. Ou seja, as ciências exatas, as tecnologias industriais e, portanto, o que o senso

comum vê como a geração de riqueza apresenta uma íntima ligação com a masculinidade. Nas instituições científicas e acadêmicas, vê-se um alto crescimento da participação feminina, o qual, no entanto, não atinge as posições de liderança.

Fernandes, Noronha e Fraga (2017) apontam três perspectivas para a inclusão de questões de gênero nas ciências nos currículos: por meio da apresentação das histórias e produções de mulheres no campo científico; pela discussão dos diferentes caminhos e dificuldades enfrentadas por homens e mulheres nas profissões; e pelo estudo dos modos de reprodução da hegemonia androcêntrica nos currículos, de modo que se encontrem alternativas promovendo identificação e engajamento de mulheres nas ciências. Silva *et al.* (2021) alertam que essa incorporação das questões de gênero aos currículos deve ser feita de maneira crítica, de modo a não reproduzir ou reforçar os processos de subalternização, a concepção binária e os estereótipos de gênero.

VI. Conclusão

O feminismo, além de exigir e criar espaços para a inserção de mulheres nos meios das ciências, possibilitou a inserção e/ou alteração, dentro do fazer científico: da academia (ora mais aberto, ora mais fechado); dos instrumentos de análise de gênero; das análises de prioridades e resultados (financiamentos, etc.); da análise de objetos de estudo; da análise de arranjos institucionais (prestígio e recepção às mulheres); da decodificação de linguagem e representação iconográfica (imagem é representação de poder); da reconsideração de definições de ciência; das ações governamentais; da sociedade e cultura (maneira como a sociedade se organiza e o que tem como verdade muda o fazer científico, sendo ou não adequado às mulheres) (SCHIEBINGER, 2001).

Na história da RPL vemos isso ocorrer com Henrietta Leavitt: quando o Observatório contratou mulheres, um grande avanço na catalogação de estrelas aconteceu e, mesmo que com certas ressalvas na forma de conduzir o trabalho, a busca por auxílio financeiro específico para as mulheres pelo diretor Pickering e, mais tarde, pelo próprio Harlow Shapley, foi essencial para as mulheres na Astronomia dos Estados Unidos. A presença constante das calculadoras na representação pública demonstra o apoio à participação feminina fora da esfera doméstica.

Ao longo da análise aqui realizada, fez-se notar que assim como a sociedade, a ciência é construída socialmente (LATOUR, 2017). As relações sociais entre humanos e não humanos enquanto atuantes na história trocam propriedades e formam coletivos. E, justamente por inexistir um mundo externo à ciência, é que houve uma silenciosa disputa de prioridade entre Henrietta Leavitt e Harlow Shapley sobre a Relação Período-Luminosidade, pois, conforme explicita Londa Schiebinger (2001), a ciência é construída baseada nas relações de poder do gênero. Talvez não uma silenciosa disputa, mas sim uma disputa silenciadora por parte de Shapley sobre Leavitt. Através da união das ideias de Bruno Latour e Londa Schiebinger, o “coletivo” ganha enfim um significado “palpável”, é aquilo que nos

une a uma única rede de interações. Com essas ideias, vemos que não há dois poderes separados nas ciências, a natureza indiscutível e imparcial, e a política discutível e externa. O que há são duas tarefas diferentes em um mesmo coletivo.

Para a educação em ciências, reflexões como essas abrem portas para explicações e discussões acerca das incertezas essenciais ao conhecimento científico, das relações que existem entre homens e mulheres ou entre chefes/diretores e funcionários, abrem espaço para o reconhecimento do processo social presente e igualmente essencial a qualquer pesquisa.

Mas, afinal, por que Henrietta Leavitt foi omitida de sua própria contribuição? Neste trabalho, apontamos algumas hipóteses, focando principalmente na questão de gênero e de poder que existiu entre Henrietta Leavitt e Edward Pickering e entre ela e Harlow Shapley. No entanto, pelos dados que possuímos, não podemos afirmar o que de fato aconteceu nas primeiras décadas do século XX; não podemos afirmar com certeza se astrônomos como Edwin Hubble ou Henry Norris Russell omitiram o trabalho e o nome de Leavitt por desconhecerem-na ou por não a considerarem importante; não podemos afirmar que Harlow Shapley tentou ativamente carregar para si a responsabilidade pelo desenvolvimento da Relação Período-Luminosidade. Apenas temos a convicção de que, devido a ser uma “calculadora” e não uma “astrônoma”, o que se deu por ser uma mulher e não um homem, ela foi omitida. Analisando trabalhos escritos por esses homens, considerando suas referências bibliográficas, é improvável que eles não tenham conhecido o nome de Henrietta Leavitt. Analisando a troca de correspondências entre Harlow Shapley e Gösta Mittag-Leffler, poderíamos considerar que sim, Shapley tentou buscar para si a prioridade sobre os estudos da RPL, identificando-se aí, também, a presença do Efeito Matilda no estabelecimento da Curva Período-Luminosidade.

Agradecimentos

Este trabalho foi produzido com apoio financeiro da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (Fapespa) e do PROCAD UNIFESSPA (PPGECM)-UNESP (Bauru/PPGEEdC)-UNICAMP (PECIM) (Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia).

Referências Bibliográficas

AGRELLO, D. A., GARG, R. Mulheres na física: poder e preconceito nos países em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 1305.1-1305.6, 2009.

BEJARANO, N. R. R.; ADURIZ-BRAVO, A.; BONFIM, C. S. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 967-982, out. 2019.

CALLON, M.; LATOUR, B. **La science telle qu'elle se fait**. Paris: Editions La Découverte, 1991.

CARVALHO, M. E. P., RABAY, G. **Gênero e Educação Superior: apontamentos sobre o tema**. João Pessoa: Editora UFPB, 2013.

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J. et al. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 2008.

CHASSOT, A. I. **A ciência é masculina? É, sim senhora!** 9. ed. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2019. 166 p.

CITELI, M. T. Mulheres nas ciências: mapeando campos de estudo. **Cadernos Pagu**, v. 15, n. 15, p. 39-75, 2000.

DANJON, A. Étoiles doublées. **Revue de Travaux Astronomiques**, p. 572-578, 1928.

DOBSON, A. K.; BRACHER, K. A Historical Introduction to Women in Astronomy. **Mercury**, v. 21, n. 1, p. 4-15, jan-fev. 1992.

DORLIN, E. **Séxo, género y sexualidades**. Introducción a la teoría feminista. 1. ed. Buenos Aires: Nueva Visión, 2009. 128 p.

ESTADOS UNIDOS. **Lists average earnings for men, women, and children**. U.S. *Census of Manufactures*, 1905. Disponível em: <https://bityli.com/DTW7pW>. Acesso em: 21 mar. 2023.

FERNANDES, A.; NORONHA, I.; FRAGA, L. O elefante na sala de aula: gênero e CTS para o ensino de Engenharia. **Anais dos Encontros Nacionais de Engenharia e Desenvolvimento Social**, v. 14, n. 1, 2017.

FLEMING, W. P. S. **Journal of Williamina Patton Fleming**, 1900. 1 Mar – 18 abr. 1900. Disponível em: <https://bityli.com/5JsyPd>. Acesso em: 22 mar. 2023.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HARVARD UNIVERSITY. **Records of Harvard College Observatory Director Edward Charles Pickering**. Leavitt, Henrietta S. (Miss), 1902-1918. UAV 630.14, Folder 36, Box 140. Harvard University Archives: (1902-1918).

HARVARD UNIVERSITY. **Records of Harvard College Observatory Director Harlow Shapley**. Correspondence with Swedish mathematician Gösta Mittag-Leffler. UAV 630.22, Series 1924-1930, Folder 2, Box 13. Harvard University Archives: fev. 1925.

HERRMANN, D. B. **The history of astronomy from Herschel to Hertzsprung**. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. 220 p.

HERTZSPRUNG, E. Über die räumliche Verteilung der Veränderlichen vom delta Cephei-Typus. **Astronomische Nachrichten**, n. 4692, p. 201-210, 1913.

HERTZSPRUNG, E. On the relation between period and form of lightcurve of variable stars of the delta Cephei type. **Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands**, v. 3, n. 96, p. 115-120, 1926.

HUBBLE, E. Cepheids in spiral nebulae. **American Ast. Society**, p. 252-255, 1925b.

HUBBLE, E. N.G.C. 6822, a remote stellar system. **Astrophysical Journal**, Mount Wilson Observatory, v. 52, p. 409-433, 1925a.

HUBBLE, E. A spiral nebula as a stellar system, Messier 31. **American Ast. Society**, p. 103-165, 1929.

IAU. **Geographical and Gender Distribution of Individual and Junior Members**. dez. 2021. Disponível em: <https://bitly.com/5krhXB>. Acesso em: 21 mar. 2023.

JOHNSON, G. **Miss Leavitt's Stars**. 1st ed. Nova York: Atlas Books, 2005.

KELLER, E. F. Qual foi o impacto do feminismo na Ciência. **Cadernos PAg**, Campinas, n. 27, 2006.

LATOUR, B. **Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros mundo afora**. São Paulo: Editora Unesp, 2000. 438 p.

LATOUR, B. Por uma antropologia do centro. **Mana**, v. 10, n. 2, p. 397-413, Rio de Janeiro, out. 2004.

LATOUR, B. **Reagregando o social**: Uma introdução à Teoria Ator-Rede. Tradução: Gilson Cesar Cardoso de Sousa. São Paulo: Edusc, 2012.

LATOUR, B. **A Esperança de Pandora**: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. Tradução: Gilson Cesar Cardoso de Sousa. São Paulo: Editora Unesp, 2017.

LEAVITT, H. S. **1777 variables in the Magallanic Clouds**. Cambridge: 1908.

LEAVITT, H. S.; PICKERING, E. **Circular 173**: Periods of 25 Variable Stars in the Small Magellanic Cloud. Harvard Observatory, Cambridge, 1912.

LEDOUX, P. Sur la théorie des oscillations radiales d'une étoile. **Astrophysica Norvegica**, v. 111, n. 8, p. 193-215, 1940.

LI, H. **Recherches statistiques sur les céphéides**. 1933. 138 p. Tese (Doutorado) - Faculté de Sciences de Paris, Paris.

LOMBARDI, M. R. **Perseverança e Resistência: A Engenharia como Profissão Feminina**. 2005. 279 p. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Campinas, Campinas.

LONGINO, H.; HADDAD, Y. L.; ARBO, J. B.; SOARES, M. H. S. Filosofia da ciência e epistemologias feministas: entrevista com Helen Longino. **Em Construção**, n. 10, p. 331-340, nov. 2021.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARCHI, M. C. de B. **Henrietta Swan Leavitt e a relação período-luminosidade de estrelas variáveis**. 2011. 74 p. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - PUC-SP, São Paulo.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. de F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Saraiva, 4 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

PERRINE, C. D. On the nature of stellar variability. **Astronomische Nachrichten**, n. 5505, p. 161-182, 1926.

PERRINE, C. D. Distances of the galactic cepheids, Magellanic clouds, and globular clusters. **Royal Ast. Society**, v. 87, p. 426-439, 1927.

PIMENTEL, A. O método da análise documental: seu uso numa pesquisa histórica. **Cadernos de Pesquisa**, n. 114, p. 179-195, nov. 2001.

PIRES, L. do N.; PEDUZZI, L. O. Q. Jocelyn Bell Burnell e a descoberta dos pulsares: revisando pesquisas do ensino de física e de astronomia em uma perspectiva histórica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 3, p. 157, dez. 2021.

PUGLIESE, G. **Sobre o “Caso Marie Curie”**: A Radioatividade e a Subversão do Gênero. 2009. Dissertação (Mestrado em Antropologia) - USP-SP, São Paulo.

REED, H. L. Women's work at Harvard Observatory. **The New England Magazine**, Cornell University, v. 6, mar-ago. 1892.

RICHARD, V.; BADER, B. Re-presenting the social construction of science in light of the propositions of Bruno Latour: for a renewal of the school conception of science in secondary schools. **Science Education**, v. 94, n. 4, p. 743-759, nov. 2009.

ROSSITER, M. W. Sexual Segregation in the Sciences: some data and a model. **Signs: Journal of Women in Culture and Society**, v. 4, n. 1, p. 146-151, out. 1978. University of Chicago Press.

ROSSITER, M. W. “Women's Work” in Science, 1880-1910. **Isis**, v. 71, n. 3, 1980, p. 381-398.

ROSSITER, M. The [Matthew] Matilda Effect in Science. **Social Studies of Science**, v. 23, n. 2, p. 325-342, 1993.

RUSSELL, H. N. On the relations between period, luminosity, and spectrum among Cepheids. **Astrophysical Journal**, Mount Wilson Observatory, v. 66, p. 122-134, 1927.

SCHIEBINGER, L. **O feminismo mudou a ciência?** Bauru: EDUSC, 2001. 384 p.

SEPULVEDA, C.; SILVA, I. Narrativas Dissidentes: Contribuições da História das Mulheres para uma Educação Anti-opressão. In: TATIANA GALIETA. (Org.). **Temáticas Sociocientíficas na Formação de Professores**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2021. v. 1. p. 93-111.

SHAPLEY, H. Sixth paper: on the determination of distances of globular clusters. **Astronomical Society of the Pacific**, Mount Wilson Solar Observatory, p. 89-124, 1917.

SHAPLEY, H. **Circular 237**: Notes bearing on the distances of clusters. Harvard College Observatory, 1918b.

SHAPLEY, H. Globular clusters and the structure of the galactic system. **Astronomical Society of the Pacific**, Mount Wilson Solar Observatory, v. 30, n. 173, p. 42-54, 1918a.

SHAPLEY, H. Star Clusters. **Harvard Observatory Monographs**. Harvard College Observatory, 1930.

SHAPLEY, H. Magellanic clouds, VI. Revised distances and luminosities. **National Academy of Sciences**, v. 39, n. 5, p. 349-357, 1953.

SILVA, L. de L. da; SANTOS, M. A. F. de A.; TEIXEIRA, V. G.; SILVA, J. F. M. da. Não se nasce cientista, torna-se: reflexões sobre a performatividade de gênero associada ao ensino de ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Ciências & Ideias**, v. 12, n. 3, p. 146-160, set./out. 2021.

SILVA, M. J.; ARANTES, A. S. Questões de gênero e orientação sexual no currículo, a partir da BNCC. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2017, Paraíba. Editora Realize, 2017.

SILVA, L. de L. **Análise das relações de poder de gênero no Ensino de Ciências proposto pela Base Nacional Comum Curricular sob a perspectiva da Teoria do Patriarcado**. 2019. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVÉRIO, B. de A.; SANTOS, M. do N.; SITKO, C. M. A quem pertence a Relação Período-Luminosidade? Utilização de júri simulado como estratégia didática de debate sobre a construção da Ciência. In: SITKO, C. M.; BARBOSA, A. T.; MAXIMINO, C. (Orgs.). **Episódios da História das Ciências e da Matemática**: propostas didáticas para o uso em sala de aula. No prelo 2023.

SILVÉRIO, B. de A.; SITKO, C. M.; FIGUEIRÔA, S. F. de M. A Rede do Tempo de Henrietta Leavitt e a Relação Período-Luminosidade: Sequência didática sobre construção da ciência. **Vitruvian Cogitationes**, Maringá, v. 3, n. 2, p. 114-125, 2022.

SITKO, C. M. **O Novo Princípio de Euler e a Emergência da segunda Lei de Newton na Forma $F=MA$** . 2019. 177p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina. Londrina.

SOBEL, D. **The Glass Universe**: How the ladies of the Harvard Observatory took the measure of the stars. Nova York: Penguin Random House LLC, 2016.

THE CAMBRIDGE CHRONICLE. **Old Cambridge**, v. 38, n. 20, p. 02. Cambridge: 20 de maio de 1882.

THE CAMBRIDGE CHRONICLE. **Cantabrigia Club**: Special note. p. 04. Cambridge: 03 de dezembro de 1904.

THE CAMBRIDGE CHRONICLE. **Old Cambridge**. p. 07. Cambridge: 15 de janeiro de 1910a.

THE CAMBRIDGE CHRONICLE. **Old Cambridge**. p. 06. Cambridge: 11 de junho de 1910b.

THE CAMBRIDGE TRIBUNE. **Notes**. v. 20, n. 38, p. 03. Cambridge: 27 de novembro de 1897.

THE CAMBRIDGE TRIBUNE. **Old Cambridge**, v. 17, n. 11, p. 05. Cambridge: 19 de maio de 1894.

TURNER, S. School science and its controversies; or, whatever happened to scientific literacy? **Public Understanding of Science**, v. 17, n. 1, p. 55-72, jan. 2008.

VIEGAS, S. M. M. A astronomia brasileira no feminino. In: MATSUURA, O. T. (Org.). **História da Astronomia no Brasil**. Recife: Cepe, 2014. v. II.

VON HOOF, A. Une nouvelle méthode pour déterminer le diamètre linéaire et la magnitude absolue des céphéides. **Bulletin Ciel et Terre**, v. 61, n. 1-2, p. 1-28, 1943.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).