

12º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2021

O TEMA DAS MULHERES NA ASTROFÍSICA EM ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

JESSICA PEDROSA. BOCALINI¹, RICARDO ROBERTO PLAZA TEIXEIRA²

¹ Graduanda em Licenciatura em Física, Bolsista do Projeto de Extensão “Meninas Cientista Interdisciplinares”, IFSP, Campus Caraguatatuba, jessica.pedroso@aluno.ifsp.edu.br.

² Doutor em Física Nuclear pela Universidade de São Paulo e docente do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Campus Caraguatatuba, rteixeira@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 7.08.04.00-1 Ensino-Aprendizagem

Área de conhecimento (Tabela CAPES): 9.02.00.00-0 Ensino de Ciências e Matemática

RESUMO: Este trabalho visa não apenas investigar a vida de mulheres cientistas, mas também divulgar os trabalhos e os mecanismos de resistências dessas mulheres por meio de atividades de divulgação científica realizadas de forma remota, de modo a discutir a importância do papel que elas tiveram e têm no desenvolvimento de áreas da Física, particularmente na astrofísica. Com isso, será possível também refletir sobre o papel das mulheres na sociedade em geral. Este tipo de ação é relevante para a formação de cidadãos que compreendam a importância para todos de construir uma sociedade mais equitativa e menos violenta. Serão discutidas, a vida e a obra de cientistas como Marie Curie, que teve um papel muito importante na história da radioatividade, Mildred Dresselhaus, que trabalhou na Física do carbono, Hipatia, que foi uma das primeiras mulheres matemáticas e astrônomas, Henrietta Swan Leavitt que realizou pesquisas sobre estrelas variáveis, Cecília Helena Payne -Gaposchkin que mostrou que o Sol é composto sobretudo de hidrogênio, e Andrea Mia Ghez que pesquisou o Buraco Negro Supermassivo do centro da Via Láctea. Serão destacados também os trabalhos de astrofísicas brasileiras, como Angela Olinto que é uma autoridade mundial na física de astro-partículas.

PALAVRAS-CHAVE: gênero; igualdade; feminino; física.

THE THEME OF WOMEN IN ASTROPHYSICS IN SCIENTIFIC DISSEMINATION ACTIVITIES

ABSTRACT: This work aims not only to investigate the lives of women scientists, but also to disseminate the work and mechanisms of resistance of these women through outreach activities carried out remotely, in order to discuss the importance of the role they had and have in the development of areas of Physics, particularly in astrophysics. With this, it will also be possible to reflect on the role of women in society in general. This type of action is relevant for the formation of citizens who understand the importance for all of building a more equitable and less violent society. It will be discussed the life and work of scientists such as Marie Curie, who played a very important role in the history of radioactivity, Mildred Dresselhaus, who worked on carbon physics, Hypatia, who was one of the first female mathematicians and astronomers, Henrietta Swan Leavitt, who carried out research on variable stars, Cecília Helena Payne -Gaposchkin, who showed that the Sun is mainly composed of hydrogen, and Andrea Mia Ghez who studied the Supermassive Black Hole at the center of the Milky Way. Also highlighted will be the works of Brazilian astrophysicists, such as Angela Olinto, who is a world authority on astro-particle physics.

KEYWORDS: gender; equality; feminine; physics.

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa, tem como foco principal investigar as formas pelas quais atividades de divulgação científica e de ensino de Física sobre a obra e a vida de importantes mulheres cientistas podem colaborar para a formação de cidadãos e cidadãs mais plenos e conscientes, bem como para a constituição de uma sociedade mais equitativa, harmônica e pacífica.

Serão abordadas algumas mulheres que foram muito importantes em áreas das ciências em geral e, especialmente, na área da astronomia. Este trabalho tratará acerca da vida e da obra de cientistas como Marie Curie, Mildred Spiewak Dresselhaus, Hipatia, Henrietta Swan Leavitt, Cecília Helena Payne - Gaposchkin, Andrea Mia Ghez e Angela Olinto. Todas essas mulheres fizeram e fazem história: muitas fizeram ciência de vanguarda e foram responsáveis por ideias que foram revolucionárias na época em que viveram. Em particular, a Física foi historicamente muito ocupada pela presença de homens e as mulheres que iniciaram seus trabalhos em algumas áreas tiveram um papel muito grande, inclusive como exemplo para as jovens e as meninas com interesses por temas científicos.

Deste modo, Hipatia (360-415) foi uma das primeiras mulheres matemáticas e astrônomas, Marie Curie (1867-1934) fez descobertas revolucionárias acerca dos elementos radioativos (MARTINS, 2013), Henrietta Swan Leavitt (1868-1921) realizou trabalhos sobre estrelas variáveis, Cecília Helena Payne-Gaposchkin (1900-1979) foi a primeira pessoa a mostrar que o sol é composto primariamente de hidrogênio, Vera Rubin (1928-2016) fez desenvolveu um trabalho de investigação importante sobre as galáxias e a matéria escura, Mildred Spiewak Dresselhaus (1930-2017) foi muito importante para a constituição da chamada Física do carbono (SAITOVITCH *et al.*, 2015) e Andrea Mia Ghez (1965-) realizou pesquisas sobre o Buraco Negro Supermassivo que se encontra no centro da nossa galáxia, a Via Láctea. Adicionalmente é importante aprender também sobre mulheres cientistas brasileiras, em especial, Angela Olinto (1961-) que é uma astrofísica radicada nos Estados Unidos e uma das maiores autoridades mundiais em física de astro-partículas. Todas essas mulheres tiveram muita importância na construção da Física (AGRELLO, 2009).

Este trabalho de pesquisa está ainda em fase inicial de execução. Até novembro de 2021 pretendemos realizar atividades remotas de divulgação científica acerca da importância das mulheres para o desenvolvimento de várias áreas científicas, em especial, na astronomia e astrofísica. Devido ao trabalho estar, atualmente, em uma fase inicial e de fundamentação teórica, daremos destaque para a vida de algumas das mulheres e para as suas contribuições científicas.

MULHERES NA CIÊNCIA

A ciência tem o papel de compreender e de mudar as coisas do mundo, entretanto ela pode ter também um papel fundamental de transformar a sociedade, em especial no que diz respeito ao papel exercido pelas mulheres no âmbito da própria ciência. Deste modo em termos educacionais é importante que os alunos conheçam o papel desempenhado por algumas mulheres que se destacaram na história da ciência: assim, nessa pesquisa bibliográfica realizada procurou-se conhecer melhor papel desempenhado por algumas cientistas.

Na Idade Antiga, uma das primeiras mulheres que fez história na matemática foi Hipátia (351-415), pelos seus trabalhos importantes em diversas áreas do conhecimento, mas particularmente em matemática, em astronomia e em filosofia. Ela também se destacou pelas suas habilidades como palestrante e por ser uma seguidora das correntes filosóficas do neopitagorismo e do neoplatonismo. Ela se tornou uma eminente professora de Matemática na Biblioteca de Alexandria (cidade situada no norte do Egito atual), dando aulas em sua casa a um grupo de aristocratas pagãos e cristãos sobre conhecimento de diversos campos (GOMES, 2018).

Possivelmente Marie Curie (1867-1934) seja a mulher cientista mais reconhecida pelo público leigo. Ela foi premiada duas vezes com o Nobel, uma vez na área da Física e a outra vez na área da Química. Seu trabalho sobre a radioatividade desenvolvido em 1898 dependeu fortemente do método elétrico que ela utilizava para a medida da radiação. O prosseguimento de seu trabalho dependeu basicamente da adoção de uma nova e audaciosa hipótese: a de que a emissão de radiação pelo urânio era um fenômeno atômico. Desse modo, quanto ao trabalho de Marie Curie é importante abordar especialmente as hipóteses e conjecturas que foram orientadoras de sua pesquisa (MARTINS, 2003).

Uma das mulheres mais importantes na história da astronomia foi Henrietta Swan Leavitt (1868-1921), uma estadunidense famosa por seu trabalho sobre as estrelas variáveis, chamadas de cefeidas. O resultado de suas pesquisas foi utilizado por Edwin Hubble, na década de 1920 para calcular a distância até nós de certas galáxias que na época eram chamadas de "nebulosas". Desse modo, Hubble conseguiu

mostrar que algumas dessas "nebulosas" estavam fora da nossa galáxia e que, portanto, elas eram na verdade outras galáxias, o que pôs fim a um longo debate sobre a natureza desses objetos e sobre as dimensões do Universo. O conhecimento dessas distâncias permitiu ainda que Hubble concluísse que o Universo está em expansão, o que é uma demonstração da importância singular dos trabalhos de Henrietta Leavitt. (BAILEY, 1992).

Por sua vez, a astrofísica Cecília Helena Payne-Gaposchkin (1900-1979), foi a primeira pessoa a mostrar que o Sol é composto primariamente de hidrogênio, contrariando o pensamento da época de que o Sol possuía uma composição similar à da Terra: hoje sabemos que de fato o Hidrogênio compõe cerca de 74 % da massa solar enquanto o Hélio compõe cerca de 24% da massa solar (esses são os dois principais elementos constituintes do Sol). Ela foi também a primeira mulher a ser professora associada em Harvard.

Uma das cientistas que será abordada nesta pesquisa foi Mildred Dresselhaus (1930-2017), conhecida pela sua pesquisa influente sobre a chamada física do carbono. Os esforços de Dresselhaus para melhorar o ambiente educacional no MIT não pararam na sala de aula. Permanecendo consciente do poder de um ambiente encorajador, ela começou a mudar essa instituição de modo que fossem criados recursos ambientais para que pessoas talentosas pudessem explorar suas habilidades e desenvolver seus conhecimentos. Tendo como ponto de partida suas próprias experiências como aluna, esses esforços produziram um modelo de ensino de física que poucos outros ambientes acadêmicos conseguiram na época. Dresselhaus foi ativa na pesquisa e no ensino até o fim de sua vida e, portanto, toda a extensão de seu legado ficará mais clara com o tempo. Mas é evidente que sua história diz muito sobre a história da ciência, inclusive com lições oportunas para os desafios existentes no presente (MARTIN, 2019).

Por sua vez, Angela Villela Olinto (1961-), uma astrofísica brasileira radicada nos Estados Unidos, é uma das maiores autoridades mundiais em física de astro-partículas. Formada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), ele tem se aprofundado no estudo das partículas de origem astronômica, área em que se tornou uma referência mundial. Isso chamou a atenção de instituições de renome, como a Universidade de Chicago, nos EUA, e em 2018 ela se tornou a primeira reitora mulher da Divisão de Ciências Físicas dessa instituição

Na atualidade, pode ser destacado o papel desempenhado por Andrea Mia Ghez (1965-) como importante astrofísica estadunidense e professora do Departamento de Física e Astronomia da Universidade da Califórnia, em Los Angeles. Sua pesquisa se concentra no estudo do Buraco Negro Supermassivo que existe no centro da nossa galáxia, a Via Láctea. Em outubro de 2020, ela se tornou a quarta mulher a receber o Prêmio Nobel de Física: ela compartilhou o prêmio com os físicos Reinhard Genzel (1952-) e Roger Penrose (1931-). Este prêmio foi concedido pela descoberta do objeto compacto supermassivo que há no centro galáctico da Via Láctea (ARENAS, 2021).

MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho está ainda em estágio embrionário, no momento que este trabalho está sendo escrito (agosto de 2021). Ele está sendo realizado no contexto de um projeto de extensão que ocorre no âmbito do campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP) e que trata da importância da presença das mulheres na ciência. O segundo autor deste trabalho e o coordenador desse projeto e orienta os trabalhos realizados pela primeira autora desse trabalho. Este projeto conta com a participação de diversos estudantes bolsistas e voluntários.

Ao longo da execução dessa pesquisa, até o final de 2021, serão realizadas atividades remotas de divulgação científica que envolverão a importância da presença das mulheres em diversas áreas científica. Estas web-conferências serão realizadas pela plataforma *StreamYard* e terão transmissão simultânea pelo YouTube pelo canal “Debate Consciência” criado pela equipe de bolsistas orientados pelo segundo autor deste trabalho e disponível no link <<https://www.youtube.com/channel/UCGD1YmakxPjK9w9SXrWH-Lw>>. Os resultados serão analisados por meio tanto dos comentários e das questões feitas pelos participantes por meio do chat do YouTube, quanto das respostas das pelos participantes às perguntas de um questionário, por meio do recurso “*Google Form*” que será disponibilizado no “chat” da transmissão do YouTube para ser respondido pelo público que assistir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equipe de bolsistas da qual faz parte a primeira autora deste trabalho já realizou uma atividade de divulgação cultural na forma de web-conferência intitulada “Contextualizando o machismo: suas origens e influências atuais” que ocorreu no dia 24/07/2021, a partir das 18h pelo canal “Debate Consciência” do YouTube. Essa atividade teve a duração de aproximadamente 1 hora e 39 minutos e se encontra gravada no link <<https://www.youtube.com/watch?v=5Jr4W4tDcEw&t=1765s>>. Até o momento em que este trabalho está sendo escrito (23/08/2021) esse vídeo já teve 158 visualizações. Esta atividade serviu para compreender a importância da realização de atividades culturais e científicas mediadas pela internet, exigidas pelas condições sanitárias devido à pandemia de COVID-19.

Durante a realização deste trabalho, foi enviado um e-mail para a astrofísica Angela Villela Olinto, que mora nos Estados Unidos, convidando-a para participar de uma web-conferência sobre a importância da presença das mulheres na ciência. Poucos dias depois a professora Angela gentilmente enviou uma resposta aceitando o convite. Essa web-conferência está sendo agendada e deverá ser realizada até o final do ano de forma remota e deverá durar aproximadamente entre 1 e 2 horas. Haverá a exibição de slides de PowerPoint sobre os temas em questão e as perguntas do chat serão respondidas pelos participantes. Além disso, um formulário com questões será disponibilizado pelo chat da transmissão para os participantes opinarem sobre o tema proposto e relatarem as suas concepções sobre o assunto. O evento será realizado pelo *StreamYard* e transmitido ao vivo pelo canal “Debate Consciência” do *YouTube*. A elaboração das questões do formulário será feita a partir das características e das visões de mundo que se pretende investigar.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa foi elaborada de forma remota, devido a COVID-19, com o objetivo de investigar as possibilidades do uso do tema da importância das mulheres nas áreas científicas em atividades culturais de divulgação científica. Para a fundamentação foram analisados artigos, pesquisas e palestras, de modo a coletar informações e se apropriar de conhecimentos sobre mulheres que lutaram e conquistaram espaços importantes nas ciências, em particular na física e na astronomia.

As mulheres, em termos históricos, sempre tiveram que lidar com as dificuldades e adversidades impostas a elas pela sociedade. Assim, muitas mulheres optaram por fazer cursos que são considerados de “perfil feminino”, por terem medo de seguirem carreiras em áreas consideradas masculinas, pelo senso comum, como é o caso da Física e de outras áreas das ciências exatas: muitas barreiras as impedem de seguir nessas áreas. Geralmente as mulheres no ramo da Física estão sistematicamente em minoria, apesar de que a busca delas por áreas consideradas masculinas vem aumentando de forma gradual.

A pequena presença de mulheres em algumas áreas do conhecimento, como no caso da Física, e a desistência por parte delas à medida que se olha para níveis hierarquicamente mais altos e com maior prestígio do meio acadêmico, inclusive em carreiras vistas como femininas, são conhecidas na literatura científica, respectivamente, pelas expressões “exclusão horizontal” e “exclusão vertical” (SAITOVITCH *et al.*, 2015).

Muitas das mulheres que iniciam um curso de física acabam por desistir devido aos percalços que surgem. A presença das mulheres na ciência sempre esbarrou em preconceitos e no machismo de uma sociedade que insiste em especificar um lugar determinado e restrito para as mulheres. A ampliação da presença das mulheres na Física é obviamente importante para elas, mas é importante também para os homens cientistas e para a ciência em geral: há evidências que mostram que a diversidade (de gênero, de raça, de idade, de classe etc.) no ambiente de trabalho acadêmico é bom para o empreendimento científico, pois possibilita condições mais propícias para encontrar soluções para os problemas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSP pela bolsa de extensão concedida para J. P. B., coautora deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AGRELLO, Deise A.; GARG, Reva. Mulheres na física: poder e preconceito nos países em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n.1, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/xv9Y7DvT9mnyZrx6JL38ZnS/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

ARENAS, José Robel. NOBEL PRIZE IN PHYSICS 2020. **Momento**, n. 62, 2021. Disponível em: <<https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/92604/77652>>. Acesso em: 24 ago. 2021.

BAILEY, Solon I. Henrietta Swan Leavitt, with Plate XVII. **Popular Astronomy**, v. 30, n. 4, p. 196-199, 1922. Disponível em: <<http://legacy.adsabs.harvard.edu/pdf/1922PA.....30..197B>>. Acesso em: 24 ago. 2021.

COUPER, Heather; HENBEST, Nigel. A História da Astronomia. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

GOMES, Vanessa de Souza. **A Vida de Hipátia de Alexandria**. Mulheres na matemática. Universidade Federal Fluminense, 2018. Disponível em: <<http://mulheresnamatematica.sites.uff.br/wp-content/uploads/sites/237/2018/06/A-Vida-de-Hip%C3%83%C2%A1tia-de-Alexandria.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

MARTIN, Joseph D. Mildred Dresselhaus and Solid State Pedagogy at MIT. **Annalen der Physik**, v. 531, 1900274, 2019. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/andp.201900274>>. Acesso em: 26 jul. 2021.

MARTINS, Roberto de Andrade. As primeiras investigações de Marie Curie sobre elementos radioativos. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v. 1, n. 1, p. 29-41, 2003. Disponível em: <https://dev.bvdas.com/mzformativa/admin/common/files/1407322369_curie-a1.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2021.

SAITOVITCH, Elisa Maria Baggio *et al.* **Mulheres na Física**: Casos históricos, panorama e perspectivas. São Paulo: Editora Livraria da Física / Sociedade Brasileira de Física, 2015. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/gt-genero/images/arquivos/Mulheres_Pioneiras /livro-mulheres-na-fisica.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2021.