

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

ALAÍS CRISTINA DRÄGER

**MULHERES ASTROFÍSICAS NA CIÊNCIA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O  
ENSINO MÉDIO**

Jaraguá do Sul

Dezembro/2023

ALAÍS CRISTINA DRÄGER

MULHERES ASTROFÍSICAS NA CIÊNCIA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O  
ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Física do campus Jaraguá do Sul (Centro) do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de licenciado em Física.

Orientadora: Catia Regina Barp Machado.

Co-orientador: Luiz Henrique Martins Arthury.

Jaraguá do Sul

Dezembro/2023

ALAÍS CRISTINA DRÄGER

MULHERES ASTROFÍSICAS NA CIÊNCIA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O  
ENSINO MÉDIO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Licenciada em Física,  
pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e  
aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora  
abaixo indicada.

Jaraguá do Sul, 06 de dezembro de 2023.

---

Prof. Catia Regina Barp Machado, Ma  
Orientador  
Instituto Federal de Santa Catarina

---

Prof. Luiz Henrique Martins Arthury, Dr  
Coorientador  
Instituto Federal de Santa Catarina

---

Prof. Luiz Fernando Macedo Morescki Junior, Dr  
Instituto Federal de Santa Catarina

---

Prof. João Marcelo Machado, Dr  
Instituto Federal de Santa Catarina

*À minha família, pelo apoio e  
pelo incentivo nesses anos da graduação.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha família, em especial aos meus pais, Donato Dräger e Arlete Spredemann Dräger, pelo apoio e incentivo. Aos meus irmãos, Danrlei Dräger e Aline Heloisa Dräger, pela ajuda, pelos conselhos e por estarem sempre comigo nos melhores e piores momentos.

Além destes, agradeço também os meus orientadores, professor Luiz Henrique Martins Arthury e professora Catia Regina Barp Machado, por todo o conhecimento compartilhado, pela paciência e pelo aceite de serem meus orientadores. Sou grata por ter sido aluna e orientanda de vocês, profissionais incríveis e talentosos.

Um imenso agradecimento a todos os meus professores, que foram essenciais na minha formação, por serem apoio e suporte nos momentos mais difíceis, em especial aos professores Julio Eduardo Bortolini, Luiz Fernando Macedo Morescki Junior, Viviane Grimm, Antonio Carlos Patrocínio Junior e Cleyton Murilo Ribas, que me ensinaram, incentivaram, foram grandes mestres em minha vida. Não esquecerei de vocês por onde eu passar.

E não poderia deixar de agradecer aos meus colegas e amigos que fiz durante a graduação. A minha formação não seria a mesma sem vocês. Um agradecimento especial à Poliana Telles da Silva e Gabriela de Lima Anchieta, pelas risadas, pelos trabalhos realizados, pelos sofrimentos compartilhados e por tudo que vivemos durante os meus 4 anos e meio no IFSC. Obrigada pela amizade que formamos.

E por fim, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), campus Jaraguá do Sul - Centro, por ter sido, por todos esses anos, um lar de muito conhecimento. É necessário destacar a importância que você teve em minha vida e na vida de vários estudantes, sendo uma instituição pública, gratuita e de muita qualidade, obrigada, de todo meu coração, pelos anos de acolhida.

Aprendeu a ler lendo números. Brincar com números era o que mais a divertia e de noite sonhava com Arquimedes.

O pai proibia:

– *Isso não é coisa de mulher* – dizia.

Quando a Revolução Francesa fundou a Escola Politécnica, Sophie Germain tinha dezoito anos. Quis entrar. Fecharam as portas na sua cara:

– *Isso não é coisa de mulher* – disseram.

Por conta própria, sozinha, estudou, pesquisou, inventou.

Enviava seus trabalhos, por correio, ao professor Lagrange. Sophie assinava Monsieur Antoine-August Le Blanc, e assim evitava que o exímio mestre respondesse:

– *Isso não é coisa de mulher*.

Fazia dez anos que se correspondiam, de matemático a matemático, quando o professor soube que ele era ela.

A partir de então, Sophie foi a única mulher aceita no masculino Olimpo da ciência europeia: nas matemáticas, aprofundando teoremas, e depois na física, onde revolucionou o estudo das superfícies elásticas.

Um século depois, suas contribuições ajudaram a se tornar possível, entre outras coisas, a torre Eiffel.

A torre tem gravados os nomes de vários cientistas.

Sophie não está lá.

Em seu atestado de óbito, de 1831, aparece como dona de casa, e não como cientista:

– *Isso não é coisa de mulher* – disse o funcionário. (GALEANO, *Espelhos: uma história quase universal*, 2008, p.191).

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo elaborar e aplicar uma sequência de aulas sobre Natureza da Ciência e Mulheres astrofísicas. A sequência didática consiste em seis aulas de quarenta e cinco minutos cada e foi elaborada fundamentando-se nas Metodologias Ativas da Sala de Aula Invertida e Ensino Sob Medida. A sequência foi aplicada junto a uma turma do terceiro ano do Ensino Médio em uma escola da rede estadual de Jaraguá do Sul. A coleta de dados se deu com a aplicação de um questionário escrito e de um questionário para grupo focal com os estudantes participantes e também de um questionário por escrito com o professor regente da turma. A partir da coleta e análise dos dados, foi possível obter como resultado que os estudantes aprovaram a escolha dos temas, mas também sugeriram algumas modificações, dentre elas, de adicionar outras dinâmicas e também indicar mais nomes femininos para a pesquisa, de forma a ampliar o número de grupos e reduzir o número de participantes entre eles. Por parte do professor, a análise também foi positiva, sugerindo-se apenas abrir a possibilidade para, ao invés de somente mulheres astrofísicas, inserir mulheres na Ciência. Diante disso, é possível concluir que o trabalho atingiu os objetivos estabelecidos, estando disponível para adaptações e dessa forma, se tornando apto para uso em futuras aulas de Física.

Palavras-Chave: Ensino de Física. Sequência de aulas. Ciência. Mulheres astrofísicas.

## **ABSTRACT**

This research aimed to develop and apply a sequence of classes on Science and Astrophysical Women. The teaching sequence consists of six classes of forty-five minutes each and was prepared based on the Active Methodologies of the Flipped Classroom. The sequence was applied to a third-year high school class at a state school in Jaraguá do Sul. Data collection took place through the application of a written questionnaire and a focus group questionnaire with the participating students and also a written questionnaire with the class teacher. From data collection and analysis, it was possible to obtain as a result that the students approved the choice of themes, but also suggested some modifications, among them, adding other dynamics and also indicating more female names for the research, in order to expand the number of groups and reduce the number of participants among them. On the professor's part, the analysis was also positive, suggesting only opening the possibility for, instead of just female astrophysicists, to include women in Science. Given this, it is possible to conclude that the work achieved the established objectives, being available for adaptations and thus becoming suitable for use in future Physics classes.

Keywords: Teaching Physics. Following teaching. Science. Women astrophysicists.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Chapa fotográfica da Pequena Nuvem de Magalhães.	21
Figura 2 - Gráfico de magnitude estelar por período, obtido por Henrietta Leavitt.	23
Figura 3 - Professora apresentando o conteúdo.	39
Figura 4 - Apresentação do infográfico da Vera Rubin pelos estudantes.	41
Figura 5 - Apresentação do infográfico da Andrea Mia Ghez pelos estudantes.	42
Figura 6 - Apresentação do infográfico da Cecilia Payne pelos estudantes.	43
Figura 7 - Apresentação do infográfico da Henrietta Leavitt pelos estudantes.	43
Figura 8 - Apresentação do infográfico da Jocelyn Bell Burnell pelos estudantes.	43
Figura 9 - Apresentação do infográfico pelo estudante faltante.	44
Figura 10 - Exposição dos infográficos impressos na escola.	45

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2 DISCUSSÕES PARA O ENSINO: NATUREZA DA CIÊNCIA E ASTROFÍSICAS</b>	<b>15</b>
2.1 O ensino de ciências no Ensino Médio	15
2.2 Natureza da Ciência no ensino	17
2.3 Mulheres da ciência no ensino de Física: importância e contextualização histórica	18
2.4 Mulheres astrofísicas	20
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>31</b>
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>36</b>
4.1 Panorama geral das aulas planejadas	36
4.2 Perfil da turma	37
4.3 Descrição das aulas	37
4.4 Análise do questionário avaliativo da sequência realizada com os estudantes	46
4.5 Análise do questionário avaliativo da sequência realizada com o professor de Física da turma	55
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>64</b>
APÊNDICE A – Sequência didática: Natureza da Ciência e mulheres astrofísicas.	64
APÊNDICE B - Material complementar para uso do professor e dos estudantes.	73
<b>ANEXOS</b>	<b>78</b>
ANEXO A – Infográficos produzidos pelos estudantes.	78
ANEXO B - Perguntas e respostas dos estudantes ao questionário escrito (cada estudante foi nomeado com uma letra do alfabeto).	83
ANEXO C - quadro com as perguntas e respostas na íntegra do questionário do grupo focal.	88

## 1 INTRODUÇÃO

No que diz respeito ao ensino de Física e as diferentes abordagens em relação à história da ciência no contexto da sala de aula, pouco se destacam as contribuições das mulheres nessa área. Isso é o reflexo de uma ciência que não se apresenta com número igualitário de homens e mulheres nas carreiras científicas, sobretudo na Física, e isso de acordo com uma pesquisa realizada em 2018 por Débora Peres Menezes, física e cientista brasileira.

Resumindo, [...] mostramos a composição percentual por sexos dos ingressantes e concluintes em todos os cursos de física. Observamos claramente tanto o menor interesse das mulheres pela carreira quanto uma diminuição da proporção de mulheres conforme os estudos progredem, no típico recorte da tesoura (Menezes, 2018, p. 332).

Diante disso, é possível perceber que essa problemática culmina desde a antiguidade e vem se alastrando aos dias atuais. De acordo com Cordeiro (2017), na história da Física e da ciência, é possível elencar alguns episódios que refletem isso, a destacar o ocorrido com a cientista Marie Curie, que se viu obrigada a mudar de país para continuar seus estudos. Da mesma forma, também teve dificuldades de ser aceita dentro da academia, simplesmente por ser do gênero feminino. Outro episódio semelhante a esse, é no caso da astrofísica Jocelyn Bell Burnell, que também enfrentou dificuldades, tendo o seu Nobel dado a seu orientador, pela descoberta das estrelas de nêutrons (Cordeiro, 2017).

Diante disso, fica evidente o desfavorecimento desses episódios para a atualidade. É importante lembrar que “a Ciência sempre foi vista como uma atividade praticada por homens, e os estudos históricos em relação à participação feminina no mundo científico têm mostrado uma quase ausência de registros de produção científica feminina” (Heerdt; Batista, 2017, p. 1007). Por isso, a necessidade de apresentar essa temática dentro de sala de aula, com intuito de motivar mais meninas a seguirem carreiras nessa área. Esse número vem crescendo nos últimos anos, mas ainda é algo distante do ideal.

De acordo com Alves, Barbosa e Lindner (2019, p. 8), “cada vez mais, é necessário incentivar ações relacionadas à pesquisa e à C&T [(Ciência e

Tecnologia)] desde a Educação Básica para que ainda nesse nível as meninas possam ter liberdade em escolher a profissão que quiserem sem que a questão de gênero seja determinante em suas escolhas”. Dessa maneira, novas metodologias e práticas educacionais devem estar alinhadas a este objetivo, reforçando-o. Logo, o uso de estratégias para o ensino de ciência e da atividade científica, pode ser um desses caminhos possíveis a trilhar.

Nesse sentido, é de suma importância que elementos da Natureza da Ciência (NdC) tenham maior enfoque em sala de aula, não apenas pelas discussões de gênero e representatividade, mas também na tentativa de diminuir visões distorcidas de ciência e atividade científica na sociedade, tais como a ciência como concepção empírico indutivista e atórica, com uma visão rígida, aproblemática e ahistórica, visão analítica e acumulativa, de crescimento linear dos acontecimentos, individualista, elitista e de uma ciência neutra (Pérez et al., 2001). Essas visões errôneas e muitas outras podem gerar “o desinteresse, quando não mesmo o abandono, de muitos estudantes, e se convertem num obstáculo para a aprendizagem” (Pérez et al., 2001, p. 147). Além de ser um ponto importante nas tomadas de decisões futuras desses estudantes e na tentativa de diminuir visões pseudocientíficas presentes na sociedade.

Diante disso e tendo em vista que a história da ciência costuma ser apresentada majoritariamente por meio de personagens do sexo masculino, este trabalho possui a seguinte problemática: quais as percepções de um grupo de estudantes de Física do ensino médio e do professor regente da turma a respeito de uma sequência de aulas sobre ciência e mulheres astrofísicas?

A partir dessa problemática, essa pesquisa possui como objetivo geral, *elaborar e implementar uma sequência didática para o Ensino Médio, com atividades que abordam tanto aspectos da Natureza da Ciência, bem como as contribuições das mulheres astrofísicas ao longo da história e na atualidade*, bem como os seguintes objetivos específicos: desenvolver uma proposta didática sobre a participação de mulheres na astrofísica e sobre elementos da natureza da ciência, implementar a sequência didática junto a estudantes do Ensino Médio e avaliar os resultados da implementação e propor possíveis otimizações.

## 2 DISCUSSÕES PARA O ENSINO: NATUREZA DA CIÊNCIA E ASTROFÍSICAS

O tema ciência e atividade científica tornou-se alvo de estudos entre diversos epistemólogos e pensadores da ciência como Karl Popper (Silveira, 1996), Thomas Kuhn (Ostermann, 1996), Imre Lakatos (Silveira, 1996), Gaston Bachelard (Lopes, 1996), Mario Bunge (Westphal; Pinheiro, 2004) entre outros, que buscaram descrever uma maneira de compreender esses dois campos de conhecimento, além de autores como por exemplo, Lonardoni e Carvalho, que descrevem a importância da alfabetização científica em sala de aula, destacando, entre outras coisas, que

os anos de estudo nas escolas, não são suficientes para que o indivíduo detenha os conhecimentos científicos, e também, não é o fato de se apropriar desses conhecimentos que fará desse aluno, um cidadão consciente do seu papel na sociedade. O que faz a diferença é como esse aluno foi alfabetizado cientificamente. É importante que esse aluno saiba, quando necessário, buscar as informações que necessita, desenvolver consensos e usá-las de forma adequada para a solução de seus problemas e da sociedade em que vive (2006, p. 3).

Diante disso, a seguir busca-se apresentar um breve panorama sobre o ensino de ciências, Natureza da Ciência e suas possibilidades para o ensino, a inserção do tema de mulheres na ciência em sala de aula, no ensino de conteúdos de Física.

### 2.1 O ensino de ciências no Ensino Médio

No ensino de ciência no Ensino Médio, destaca-se a importância de uma educação científica para os estudantes que permita “desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca” (Sasseron; Carvalho, 2011, p. 61).

Por conseguinte,

o ensino das ciências da natureza, na educação básica, deve contribuir para a formação do cidadão, por meio de uma abordagem histórica, social e cultural da atividade científica, para possibilitar a compreensão das ciências como construções humanas (Santos; Oliosí, 2013, p. 197).

Sendo assim,

O desenvolvimento do pensamento crítico e criativo figura entre os principais anseios de uma educação científica de qualidade em todos os níveis da educação. Preparar o estudante para lidar com as constantes inovações das ciências e tecnologias, além de entender a articulação entre os conteúdos científicos e seus usos sociais, significa promover o desenvolvimento de competências visando contribuir para o complexo processo de ensino e aprendizagem. Mais do que a preparação acadêmica do aluno focalizada apenas em conteúdos especializados das ciências, busca-se a compreensão contextualizada desses saberes, inscritos na dinâmica e na complexidade da vida humana (Forato; Pietrocola; Martins, 2011, p. 28).

Além do mais, ao longo dos anos, um número crescente de pesquisas vêm sendo realizadas, defendendo que a inserção de conteúdos sobre as ciências na educação científica possibilita o diálogo entre os conhecimentos e contribui para o desenvolvimento dessas competências necessárias ao cidadão do século XXI (Forato; Pietrocola; Martins, 2011).

Dessa maneira, um conceito que está diretamente ligado ao ensino de ciência, é a alfabetização científica, que têm o objetivo de permitir que os estudantes adquiram habilidades, sejam capazes de desenvolver tecnologias e ferramentas para a solução de problemas cotidianos além de, trabalhar na reformulação e combate de visões distorcidas de ciência, bem como da atividade científica, que, podem distanciar e desmotivar os estudantes a aprender e se interessarem por assuntos científicos, por apresentar uma visão empobrecida de ciência, tornando-se um obstáculo para seu ensino (Cachapuz et al., 2005). Assim, entre essas visões pode-se destacar a do cientista, como sendo um gênio solitário, com uma linguagem difícil e abstrata (Cachapuz et al., 2005).

Com isso, essas imagens erradas estão atreladas, dentre a outras coisas, a uma formação de professores que não permitiu essa construção e assimilação mais adequada de ciência, que para tal, se mostra na forma de um método científico (Cachapuz et al., 2005). No entanto, a existência de um método científico que descreve a maneira geral e única de executar a atividade científica é amplamente refutada por epistemólogos da ciência como Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Gaston Bachelard, entre outros. Então, apresentar formas mais adequadas de atividade científica, também é o caminho para compreender o funcionamento do mundo e da ciência, possibilitando uma aproximação desta.

Ademais, ensinar sobre educação científica, permitirá, por vezes, o combate de visões errôneas e distorcidas de ciências, como por exemplo, as pseudociências que, segundo Arthury e Garcia tendem a ser prejudiciais pois

o excesso de relativização da prática e dos resultados da ciência pode desenvolver, como no caso do movimento antivacina, posturas onde os processos científicos são questionados e criticados em detrimento de práticas pseudocientíficas mortais (2020, p. 05).

Dessa forma, para diminuir tais visões distorcidas de ciência, é necessário iniciar essas discussões desde a educação básica e nesse sentido, é de suma importância que os docentes tenham em seu planejamento, atividades e materiais que permitam isso.

## **2.2 Natureza da Ciência no ensino**

O conceito de natureza da ciência representa um amplo conjunto de características que visa representar uma imagem abrangente de toda a atividade científica. De modo geral, a natureza da ciência:

[...] engloba uma variedade de aspectos sobre o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, como constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar esse conhecimento, os valores envolvidos nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa, as contribuições desta para a cultura e o progresso da sociedade (Vásquez-Alonso et al., 2008, p. 34).

Diante disso, construir e planejar atividades que envolvam aspectos relacionados à Natureza da Ciência, podem levar ao progresso e combate dessas problemáticas anteriormente expostas. Até porque, ter uma visão adequada de ciência, seus processos, não apenas constrói uma imagem de ciência como um corpo de conhecimentos bem estruturados, mas uma forma de observar, pensar e entender o mundo e seus fenômenos, que influencia e é influenciada por tradições de conhecimento e cultura onde está inserida e é praticada (Peduzzi; Raick, 2020).

No entanto, de acordo com Peduzzi e Raick (2020), ensinar conteúdos e questões acerca deste tema é difícil, delicado, e exige respostas às perguntas que um ensino baseado na solução de problemas de lápis e papel e em atividades laboratoriais pouco reflexivas pode gerar. Por isso, a importância de estabelecer uma metodologia que englobe dinâmicas e atividades diversificadas, no intuito de contribuir para a melhor compreensão desses assuntos, pois saber sobre ciência é indispensável e totalmente necessário, mas não suficiente para se ter conhecimentos sobre ciência, natureza e empreendimento científico (Peduzzi; Raick, 2020).

Além disso, vale destacar que,

para além de se pretender ensinar visões mais adequadas da atividade científica [e ciência], lembremos que um ensino preocupado com as questões históricas e epistemológicas pode ser um grande aliado para se ultrapassar o imenso vazio de significados de uma educação memorística de pouca ou nenhuma relevância ao aluno, uma educação que costumeiramente resume a física a um conjunto de ferramentas para se fazer avaliações (Arthur, 2020, p. 13).

Sendo assim, outro recurso e direcionamento necessário para a educação científica, é seu ensino atrelado à parte histórica da ciência. Podendo esta, incluir questões relacionadas à participação das mulheres, uma vez que elas são comumente deixadas de lado em discursos do tema em sala de aula.

### **2.3 Mulheres da ciência no ensino de Física: importância e contextualização histórica**

Ao longo da história da ciência, no que diz respeito ao campo científico, há fontes que demonstram que as mulheres sempre foram tratadas com inferioridade, pois se acreditava que os homens seriam mais aptos intelectualmente para desenvolver atividades desta área (Alves; Barbosa; Lindner, 2019). Isso, por vezes, se reflete dentro de sala de aula, quando o professor se vê diante de uma ciência historicamente formada por uma maioria de homens e acaba perpetuando essas informações, sem apresentar, muitas vezes, a participação feminina.

Historicamente, os fatores de caráter social, financeiro e preconceitos afins, não impediram a entrada de mulheres no meio científico. Alguns exemplos de

mulheres na história da ciência que deixaram sua marca e contribuição, são: Ada Lovelace, com seus estudos em programação, criando o algoritmo computacional; Marie Curie, primeira mulher a ganhar um Nobel pelos estudos da radioatividade e o descobrimento dos elementos químicos Rádium e Polônio (Alves; Barbosa; Lindner, 2019), além de Jocelyn Bell Burnell, Mae Jemison, Sau Lan Wu, entre outras.

Infelizmente, muitas destas enfrentaram preconceitos e passaram por dificuldades de aceitação no meio acadêmico, sendo algumas delas, inferiorizadas por seu gênero e tendo suas pesquisas diminuídas frente às láureas de personagens masculinos ao seu entorno. Demonstrar e “compreender o cenário que envolve a questão de gênero na ciência e colaborar com as discussões sobre o interesse das mulheres por áreas de estudo predominantemente masculinas é um passo importante para identificar qualquer desigualdade de gênero ainda existente em nosso meio” (Alves; Barbosa; Lindner, 2019, p. 07). Além de visibilidade, é uma forma de abrir possibilidades para que meninas e mulheres tenham a oportunidade de ingressar em carreiras científicas, pois

todas as dificuldades enfrentadas por essas e outras cientistas para que pudéssemos fazer parte da construção do conhecimento científico, serviu para que meninas e jovens vivessem tendo cada vez mais espaço na ciência, por meio da luta pela igualdade de gêneros que permanece até os dias atuais (Alves; Barbosa; Lindner, 2019, p. 02).

Diante disso, vale lembrar que uma educação comprometida com esses aspectos pode auxiliar ainda mais para tornar a participação feminina em áreas científicas cada vez mais uma realidade. Nesse sentido, usar elementos e aspectos históricos nas aulas pode ser um facilitador.

Dessa maneira, elaborar uma aula “centrada em seus aspectos históricos pode, entre os outros aspectos já frisados, promover um debate acerca das contribuições científicas das mulheres, que por vezes são suprimidas dos livros didáticos, e das dificuldades superadas por essas cientistas” (Cordeiro; Peduzzi, 2014, p. 558). No entanto, esses mesmos autores alertam sobre o cuidado como essas informações são apresentadas, pois é preciso ter a cautela para não cair na armadilha de apresentar as mulheres como geniais, demonstrá-las como exceções, e que apenas mulheres especiais conseguem desenvolver ciência (Cordeiro; Peduzzi, 2014).

Diante disso, é notório que “conhecer a história das grandes físicas e dos obstáculos que elas passaram é, ainda, uma das formas mais consistentes de se atrair não apenas mulheres à ciência, mas os alunos em geral” (Cordeiro, 2017, p. 671). Assim, diante das inúmeras possibilidades de apresentar a temática de mulheres na ciência em sala de aula, é exposto, por exemplo, a história e trajetória das mulheres astrofísicas.

## **2.4 Mulheres astrofísicas**

Diante das possibilidades de implementação e discussão de mulheres astrofísicas no ensino de Física, é indispensável discorrer sobre algumas personagens femininas importantes desta área, como Henrietta Leavitt, Cecilia Payne, Jocelyn Bell Burnell, Vera Rubin, Andrea Ghez, entre outras, que foram personagens de destaque nessa área por sua importância e contribuição histórica. Diante disso, segue-se uma breve contextualização de cada uma delas.

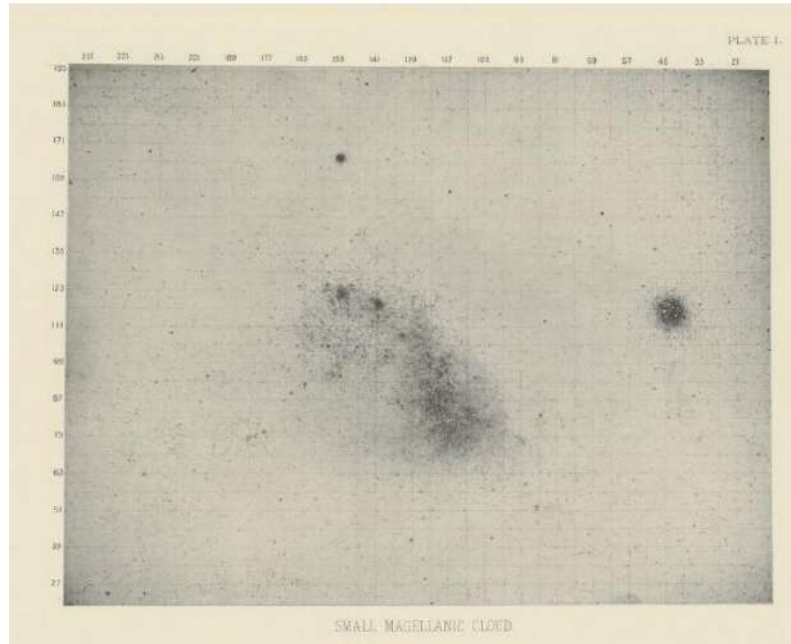
### **Henrietta Swan Leavitt (1868 - 1921)**

A astrofísica Henrietta Swan Leavitt, “nasceu em 14 de julho de 1868 em Lancaster, Massachusetts [...]. Ela estudou no Oberlin College e na Society for Collegiate Instruction of Women (mais tarde, Radcliffe College)” (Marchi, 2011, p. 20). Para ingressar na Society for Collegiate, teve que realizar algumas provas, dentre elas, literatura, grego, latim, além de conhecimentos em astronomia, álgebra, entre outras, destacando-se nas avaliações de cálculo diferencial e geometria (Barros, 2018).

De acordo com Barros (2018), nesse colégio, Henrietta pode participar de um curso extra em astronomia, o que pode ter influenciado sua entrada como voluntária ao Harvard College Observatory, aos 25 anos. “Sua primeira função era fazer a observação das chapas fotográficas, essas chapas eram de vidro e tinham gravadas fotos de áreas de céu tiradas durante observações, havia chapas da região Sul e Norte” (Barros, p. 16, 2018). Neste grupo, ela era uma das mulheres calculadoras, ficando assim conhecidas porque realizavam os cálculos astronômicos dessas chapas (Marchi, 2011).

A seguir, é possível visualizar a imagem de uma chapa fotográfica, esta da Pequena Nuvem de Magalhães.

Figura 1 - Chapa fotográfica da Pequena Nuvem de Magalhães.



Fonte: Marchi, 2011.

Realizou sua pesquisa com intuito de desenvolver uma forma de medir a distância das estrelas em nossa galáxia. Assim, “Leavitt desenvolveu sua pesquisa baseando-se nas medidas de magnitudes estelares<sup>1</sup>, medindo e observando também o seu período. Este período está baseado nos dados coletados através de estrelas variáveis” (Barros, 2018, p. 17).

De acordo com Wilson (2018), ao longo de seu trabalho, ela catalogou 1777 estrelas variáveis nas Nuvens de Magalhães, conhecidas atualmente como galáxias satélites da Via Láctea. Esses resultados foram publicados pela astrônoma em 1908, observando que as estrelas variáveis mais brilhantes também têm períodos mais longos (Wilson, 2018).

Com isso, “usando 25 dessas estrelas, conhecidas como variáveis Cepheid<sup>2</sup> por sua semelhança com  $\delta$  Cephei, na Pequena Nuvem de Magalhães, ela

<sup>1</sup> Medidas de magnitude estelar correspondem à medida da quantidade de brilho da estrela. Neste caso, Henrietta, estabeleceu uma relação entre o brilho de estrelas variáveis (estrelas cujo brilho sofre alteração) e o período de variação desse brilho, permitindo que atualmente seja possível calcular a distância de estrelas/galáxias até nós.

<sup>2</sup> Variáveis Cepheid ou Cefeidas é uma classe de estrelas variáveis. Para saber mais sobre estrelas variáveis e variáveis cefeidas, acesse: <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/apostila/cap13.pdf>

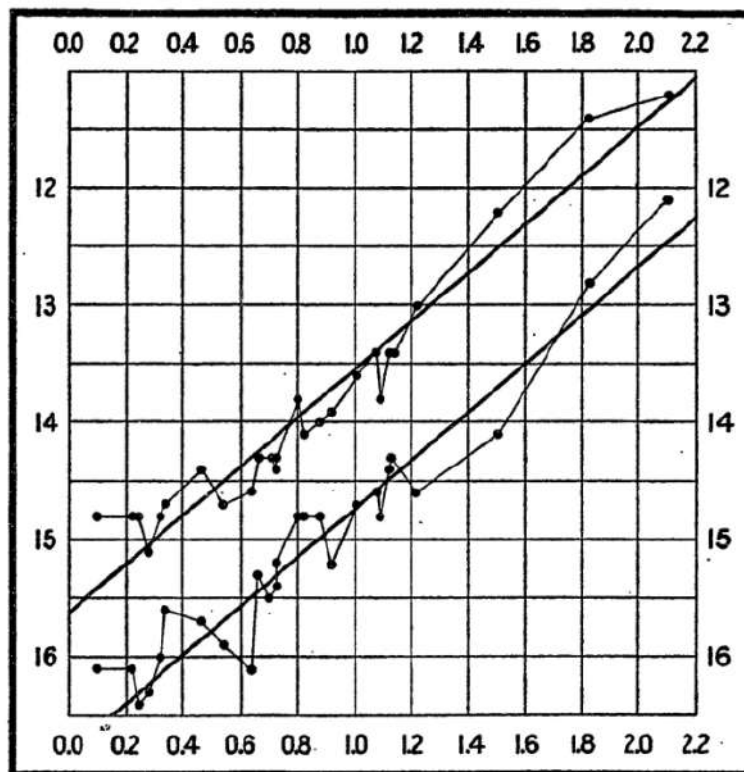
determinou que se duas dessas estrelas têm a mesma taxa de pulso, elas também têm a mesma luminosidade intrínseca. Portanto, aquele que parece mais escuro deve estar mais longe” (Wilson, 2018). Para saber um pouco mais sobre as variáveis cefeidas, também é possível visualizar uma breve definição sobre esses corpos celestes na seção de apêndices, no apêndice B.

Portanto, tendo em vista essas informações, pode-se destacar que Leavitt contribuiu significativamente ao campo da astronomia e astrofísica, pois

catalogou mais de 2.400 estrelas variáveis, cerca de metade do total conhecido até a sua época. Essas estrelas brilhantes aumentavam e diminuíam seu brilho de forma regular. [...] Leavitt e suas análises das estrelas variáveis contribuiu para o campo da astrometria deduzindo a relação período luminosidade (Marchi, 2011, p. 23).

A seguir, é possível visualizar o gráfico que trata da relação linear entre as grandezas de luminosidade da estrela (brilho) e o período de pulsação desse brilho, sendo esse gráfico uma reprodução ao obtido pela cientista e que possibilitou que a mesma estabelecesse uma relação matemática para a medição de distâncias de estrelas até a Terra. No eixo das abscissas temos o logaritmo do período, indicado em dias, e no eixo das ordenadas é dado pela medida da magnitude aparente (Machado, 2019). A demarcação dos pontos está associada ao brilho máximo (pontos superiores) de cada estrela e ao brilho mínimo (pontos inferiores) (Machado, 2019).

Figura 2 - Gráfico de magnitude estelar por período, obtido por Henrietta Leavitt.



Fonte: Machado, 2019.

Mais adiante, em sua vida, conforme exposto por Wilson (2018), Henrietta torna-se chefe do departamento de fotometria estelar, nomeada ao cargo por Harlow Shapley, quando este vira diretor do Harvard College Observatory, em 1921. No entanto, a cientista acabou falecendo de câncer no final daquele ano. Mesmo não sendo indicada a tempo ao Nobel, ela recebeu reconhecimentos póstumos, como a nomeação de um asteroide e uma cratera lunar com seu nome (WILSON, 2018).

### **Cecilia Helena Payne-Gaposchkin (1900 - 1979)**

A astrofísica Cecília Helena Payne-Gaposchkin nasceu na Inglaterra, em 1900,

creceu em uma época e em um lugar no qual o acesso das mulheres à escolarização e à construção de uma carreira profissional sofria diversas restrições, fator que se entrelaça com sua trajetória ao

tornar-se uma cientista pioneira na Astrofísica (VIEIRA; MASSONI; BRITO, 2021, p. 1).

Mesmo diante da dificuldade que mulheres sofriam em determinados ambientes, a cientista não desistiu de sua formação. Em 1919, ingressou

[...] na Newnham College, instituição da Universidade de Cambridge também voltada para o ensino somente de mulheres, em um curso de formação generalista em Ciências da Natureza, com ênfase nas áreas de Botânica, Química e Física (VIEIRA, 2021, p. 12).

Em 1923, entrou em Harvard, doutorando-se em astronomia no Radcliffe College, sendo ela, a primeira mulher a tirar o título de doutora para uma pesquisa realizada pelo observatório de Harvard (MARCHI, 2011). Sua tese de doutorado ficou dividida em três partes,

A primeira traz uma revisão sobre conceitos centrais da Física Quântica e da Astrofísica, essenciais para a compreensão de sua pesquisa. Na segunda parte, é introduzida a teoria da ionização térmica de Saha<sup>3</sup> e são estabelecidas relações com conceitos amplamente empregados na Astrofísica Estelar, como temperatura, pressão e suas implicações nas características dos espectros luminosos. Por fim, na terceira são explicitadas etapas que conduzem ao conhecimento da abundância relativa dos elementos químicos em diferentes estrelas (VIEIRA, 2021, p. 111).

Com isso, Payne

[...] resolveu um problema existente no meio astronômico dessa década que era a falta de informações sobre como se relacionava com a temperatura das estrelas e a identificação dos seus espectros fotocromáticos. Ela, portanto, alinhou esse “problema” com estudos da mecânica quântica junto a química e obteve êxito em sua pesquisa, tendo como consequência a descoberta dos elementos formadores do Sol, o Hidrogênio e o Hélio (NASCIMENTO; SCHIMANDEIRO, 2019, p. 24).

---

<sup>3</sup> “Em linhas gerais, a teoria da ionização térmica relaciona o grau de ionização da matéria com a temperatura estelar, processo que exerce influência direta na formação e no aspecto dos espectros estelares. São os espectros que permitem a análise de diferentes propriedades das estrelas, como a própria temperatura, pressão, densidade e composição, o que exemplifica a importância de conhecer profundamente as etapas de sua formação para extrair adequadamente esses dados” (Vieira, Massoni, Alves, 2021, p. 3).

No entanto, o cientista Henry Norris Russell acabou discordando dos dados apontados por Cecília em seu trabalho e, com isso, a cientista acabou escrevendo, em sua tese, que sua descoberta era incerta. Mais tarde, Russell teria comprovado os dados e mesmo citando Payne, ficou com o reconhecimento pelo feito (Nascimento; Schiamandei, 2019).

De acordo com Vieira (2021), a pesquisadora obteve certo destaque no círculo astronômico local pelos estudos desenvolvidos em sua tese, mas mesmo diante disso, não lhe garantiu reconhecimento e nem boas condições de trabalho, pois tornou-se assistente do diretor do Observatório em Harvard, realizando funções mais complexas que seu cargo e recebendo um salário baixo em comparação a seus colegas do sexo oposto.

Posto isso, vale destacar que, além desse episódio de injustiça que a cientista vivenciou, a mesma também sofreu preconceitos e “enquanto mulher, não era permitido a Payne assumir oficialmente o cargo de professora em Harvard, o que só ocorreu em 1956, após mais de trinta anos na instituição, tornando-se a primeira mulher a conseguir a posição em tal Universidade” (Vieira; Massoni; Brito, 2021, p. 10).

De todo modo, as contribuições de Payne com certeza foram muito importantes para a Astronomia e possibilitaram avanços e estudos na área, além de propiciar que conhecêssemos ainda mais o Universo. Por isso, considerar seu trabalho dentro de sala de aula, é mais uma forma de apresentar e dar reconhecimento a sua contribuição e dedicação com a ciência e sobretudo, com a astronomia.

### **Jocelyn Bell Burnell (1943)**

A astrofísica britânica Jocelyn Bell Burnell foi uma das pesquisadoras envolvidas na detecção dos pulsares, conhecidos como estrelas de nêutrons. Os pulsares, de acordo com Costa (2020, p. 49)

[...] estão relacionados com estrelas de nêutrons [...]. Quando a estrela é magnetizada e gira com o eixo de rotação desalinhado com o eixo do campo magnético, partículas carregadas são aceleradas nesse campo, gerando um feixe de radiação eletromagnética na direção dos polos que varre o espaço na medida que a estrela gira, resultando em um fenômeno

semelhante a um farol. Quando esse feixe de radiação, que normalmente é composto por ondas de rádio, aponta na direção da Terra, percebemos um pulso ao observarmos com um radiotelescópio, daí o nome Pulsar.

Para a detecção dos pulsares, a estudante de doutorado auxiliou na construção dos radiotelescópios, pois “os dois primeiros anos do doutorado de Jocelyn Bell foram destinados à construção do equipamento, sendo a pesquisadora também responsável pela sua manutenção” (Pires; Peduzzi, 2022, p. 113). Segundo ela,

[...] quando cheguei em Cambridge, fui presenteada com minhas ferramentas e comecei a construir este radiotelescópio, acreditei que estava em um projeto para identificar o maior número possível de quasares no céu visível de Cambridge e tentar medir seus diâmetros angulares. E, de fato, era disso que tratava minha tese, porque quando surgiram os pulsares, meu supervisor, Tony, me avisou que era tarde demais para mudar o título da tese. (Burnell, 2004, p. 1.7, tradução nossa).

Assim, conforme o trecho, percebe-se que a partir de sua pesquisa com os quasares<sup>4</sup>, ela identificou outras estruturas, demonstrando que os caminhos da ciência nem sempre trilham e chegam ao destino desejado, mas podem nos surpreender com outras descobertas positivas e prósperas à ciência, como neste episódio.

Ademais, levando em consideração que Jocelyn não modificou o tema de sua tese, pode-se sugerir que talvez isso não a tenha permitido, naquele momento, ter reconhecimento - até mesmo influenciado a não ser premiada com o Nobel -, pela detecção dos pulsares, que foi dado a seu orientador, Antony Hewish (Tony, da citação acima).

Mais adiante, a astrofísica também descreve o momento da detecção dos pulsares, no seguinte trecho de seu artigo “Pliers, pulsars and extreme physics”:

[...] no gravador de alta velocidade captei uma série de pulsos, um sinal fraco que estava obviamente muito próximo do limiar de detecção com alguns dos pulsos ausentes, mas mantendo a fase e mantendo o período muito preciso. Você podia ver, mesmo enquanto o gráfico fluía sob as canetas, a regularidade dos blips e podia ver que o período era de cerca de um segundo e um terço. Assim que o trânsito terminou e o registrador voltou à velocidade normal, peguei esta caneta de gravação e a coloquei no chão e com uma régua estabeleci que o período foi

---

<sup>4</sup> Os quasares “são núcleos ativos de galáxias formados por buracos negros supermassivos, e são caracterizados por emitirem luz em todo espectro eletromagnético devido à acreção de matéria ao núcleo.” (Soares, 2022, p. 19).

mantido com precisão pelo menos durante a duração da gravação. [...] quando vi esse sinal de pulso chegando, metade do meu cérebro estava dizendo “Puxa, é um sinal pulsado”, e a outra metade do meu cérebro estava dizendo “O que eu faço a seguir?” (Burnell, 2004, p. 1.8, tradução nossa).

E foi dessa maneira que a astrofísica detectou os pulsares, que foram apelidados de “homenzinhos verdes”, mas sem acreditar que realmente o fossem, e por isso até então, o fenômeno havia sido mantido em segredo, pelo medo de parecerem bobos (Burnell, 2004). No entanto, no final de dezembro de 1967, Jocelyn Bell detectou outro sinal pelo radiotelescópio, este com período menor que o primeiro, com 1,2 segundos, afastando, com isso, os indícios de comunicação extraterrestre (Pires; Peduzzi, 2021).

Seus estudos não pararam com essa detecção, Bell continuou a trabalhar no laboratório com os radiotelescópios e em

janeiro de 1968, a cientista detectou o terceiro e o quarto sinais com diferentes períodos, ainda menores. A partir desses resultados, o grupo de pesquisa decidiu divulgar os achados por meio da submissão do artigo *Observation of a Rapidly Pulsating Radio Source*, com Hewish e Bell como os primeiros autores, na Revista Nature, em fevereiro de 1968. Até o momento da publicação, não havia consenso sobre a natureza desses sinais. No artigo, o próprio grupo de pesquisa sugeriu que tais achados poderiam ser a manifestação de anãs brancas ou estrelas de nêutrons (Pires, 2022, p. 32).

Sendo assim, de acordo com Pires e Peduzzi (2022, p. 129) “ainda que durante o desenvolvimento de seu doutorado Jocelyn Bell não tenha se comunicado, de fato, com “homenzinhos verdes”, sua atuação decisiva propiciou o início de uma das mais importantes descobertas científicas do Século XX”. Isso contribuiu para o desenvolvimento de novos estudos sobre a astronomia, pois a detecção dos pulsares, possibilitou o aprofundamento em estudos como a categoria de corpos estelares, responsáveis pela corroboração de previsões teóricas das estrelas de nêutrons (Pires, 2022).

O reconhecimento desse trabalho veio mais tarde, em 1974, quando Antony Hewish, com Martin Ryle - um colega de grupo - foram laureados com o Nobel, “por sua pesquisa pioneira em radioastrofísica: Ryle por suas observações e invenções, em particular da técnica de síntese de abertura, e Hewish por seu papel decisivo na descoberta de pulsares” (Nobel, 1974). A astrofísica Jocelyn Bell não recebeu nenhuma honraria naquele momento, mesmo sendo ela uma das pioneiras e

personagem principal na detecção e revelação desses corpos celestes para a Física e Astronomia.

Esse episódio, como tantos outros, somente corrobora com a imagem de uma ciência que, por muito tempo, não valorizava o trabalho feminino. Perante o exposto, justifica-se a entrada desta personagem neste trabalho.

### **Vera Cooper Rubin (1928 - 2016)**

A física e astrônoma Vera Rubin, foi outra mulher no campo da astronomia que contribuiu significativamente para essa área. Nasceu em 1928, em Filadélfia, na Pensilvânia, filha de judeus, sendo seu pai engenheiro de telecomunicações da Bell Telephone Company, e sua mãe, dona de casa (Casanova, 2019, tradução nossa).

De acordo com Casanova (2019, p. 49, tradução nossa),

Quando ela tinha dez anos, sua família mudou-se para Washington e da janela de seu novo quarto, Vera podia olhar as estrelas. Muitas noites ela ficava acordada até tarde, olhando pela janela, fascinada pelos movimentos do céu. Quando havia uma chuva de meteoros, ela memorizava onde os meteoros apareciam e na manhã seguinte desenhava um mapa com eles. A curiosidade levou-a à biblioteca para procurar livros sobre astronomia, apesar dos protestos da bibliotecária, que pediu autorização à mãe para "autorizá-la a ler livros para adultos".

Conforme exposto por Casanova (2019, tradução nossa), Rubin aos seus quatorze anos decidiu que seria astrônoma, interesse despertado nela quando viu a necessidade de um telescópio, que posteriormente veio a ser construído por ela e seu pai. Notamos a partir disso, que o seu fascínio pelo cosmos teve início desde sua infância e foi levado consigo na adolescência até os dias de hoje.

Ainda de acordo com Casanova (2019, tradução nossa), mais adiante ingressou em Vassar, onde conheceu ótimos professores, boas companhias, uma boa biblioteca e um telescópio a sua disposição, realidade diferente da que vivia em sua antiga escola. Além disso, em 1947, acaba conhecendo Robert (Bob) Rubin - filho de amigos de seus pais - na mesma instituição, logo ficando noiva dele e se casando depois de sua formatura, casamento este que veio a perdurar 60 anos, se não fosse por sua morte (Casanova, 2019, tradução nossa).

Ao longo de sua vida, Rubin realizou alguns estudos, dentre eles, para a medição das “velocidades de rotação do disco de galáxias e [...], conclui que as altas velocidades das estrelas não poderiam ser explicadas pela teoria newtoniana com base na quantidade de matéria diretamente observada” (Velten, 2020, p. 42).

Além disso, de acordo com Teixeira e Souza (2022), foi a partir da determinação de Vera Rubin sobre seus estudos ao longo de, no mínimo, três décadas, que ajudaram no estabelecimento e importância da matéria escura do universo, consequência de sua pesquisa acerca das velocidades das galáxias espirais e estrelas periféricas. Os autores ainda complementam,

Na verdade, estudos sobre a interação gravitacional no âmbito das galáxias já vinham sendo trabalhados por Vera Rubin desde a sua juventude no seu mestrado e doutorado: o mestrado deu origem a uma publicação intitulada “Differential rotation of the inner metagalaxy” (RUBIN, 1951) e os resultados do doutorado foram publicados no artigo intitulado “Fluctuations in the space distribution of the galaxies” [...] (RUBIN, 1954) (Teixeira; Souza, 2022, p. 5).

Em um estudo realizado com a galáxia Andrômeda A, obteve como resultado que

[...] a velocidade orbital das estrelas é basicamente constante, mesmo em regiões mais externas do disco. O que acarreta no fato de que a densidade de massa deve permanecer constante mesmo em regiões afastadas do centro luminoso das galáxias [...]. Requer-se então a existência de um vasto halo de matéria escura que englobe todo o sistema (Laranjeira, 2017, p. 16 - 17).

Foi a partir de suas observações acerca das galáxias, conforme exposto por Ibarra (2011, tradução nossa), que resultou no mistério da Astronomia Moderna, que é justamente o conceito de matéria escura, uma matéria invisível no espaço que deveria contribuir com, ao menos, 90% da massa total do aglomerado de galáxias.

Sendo assim, a partir de seus estudos sobre as galáxias, permitiu, juntamente com trabalhos já realizados sobre o tema, corroborar ainda mais a existência de matéria escura no Universo. No entanto, além dessas contribuições, umas das preocupações da cientista, ao longo da vida, foi com a desigualdade de

oportunidades da Ciência. De acordo com Casanova (2019, p. 53-54, tradução nossa), sua filosofia acerca do assunto se resume a seguir:

Não há problema na ciência que possa ser resolvido por um homem, mas não por uma mulher; Em todo o mundo, metade dos cérebros estão nas mulheres. Todos nós precisamos de permissão para fazer ciência, mas por razões profundamente enraizadas na história, essa permissão é dada com muito mais frequência aos homens do que às mulheres.

Diante do exposto, percebe-se que a cientista teve papel bastante importante e relevante na história da ciência e com a ciência como um todo e por isso, sua participação se justifica neste trabalho.

### **Andrea Mia Ghez (1965)**

A pesquisadora e astrônoma Andrea Ghez é uma entre as várias mulheres na astronomia que tiveram destaque nos últimos anos. Em 2005, a pesquisadora publicou um artigo

onde mostrava que no centro da Via Lactea, várias estrelas orbitam um objeto muito massivo e invisível, e que o que temos ali é de fato o que conhecemos por buraco negro. Este trabalho foi realizado com o astrofísico alemão Reinhard Genzel, e os dois dividiram o Nobel com Penrose (Floriano, 2021, p. 8).

Ghez juntamente com Reinhard foram laureados com o Nobel “pela descoberta de um objeto compacto supermassivo no centro de nossa galáxia” (Nobel, 2020), dividindo o prêmio com Roger Penrose “pela descoberta de que a formação de buracos negros é uma previsão robusta da teoria geral da relatividade” (Nobel, 2020). Esse fato torna a astrônoma, a quarta mulher a receber o prêmio.

Além dessa contribuição, a pesquisadora também desenvolveu pesquisas no doutorado, resultando na tese intitulada “multiplicidade de magnitudes limitada ( $K \leq 8,5$  mag) de estrelas T Tauri (TIS) em duas regiões próximas de formação estelar (SFR), Taurus-Auriga e Ophiuchus-corpius<sup>5</sup>” (Ghez, 1993, p. IV, tradução nossa), se

---

<sup>5</sup> Para saber mais, acesse: <https://thesis.library.caltech.edu/3971/>

tratando de estudos sobre estrelas jovens com determinado brilho, que são encontradas em regiões do céu com alta formação estelar. Essa pesquisa a levou a adquirir o grau de doutora em Astronomia pelo Instituto de Tecnologia da Califórnia.

Atualmente, a vencedora do último Nobel de Física é professora do Departamento de Física e Astronomia da Universidade da Califórnia, localizada em Los Angeles (Bagla, 2020, tradução nossa). Sua pesquisa tem foco no centro da Via Láctea (Bagla, 2020, tradução nossa). Suas contribuições e pesquisas são importantes e merecem reconhecimento, portanto, ela se inclui na lista de mulheres astrofísicas desta pesquisa.

### 3 METODOLOGIA

O presente estudo se caracteriza como uma pesquisa-ação, de natureza qualitativa, que se desenvolveu no primeiro e segundo semestre de 2023, em uma escola estadual do município de Jaraguá do Sul, Santa Catarina, por meio do Programa Residência Pedagógica.

A pesquisa-ação de acordo com Severino

[...] é aquela que, além de compreender, visa intervir na situação, com vistas a modificá-la. O conhecimento visado articula-se a uma finalidade intencional de alteração da situação pesquisada. Assim, ao mesmo tempo que realiza um diagnóstico e a análise de uma determinada situação, a pesquisa-ação propõe ao conjunto de sujeitos envolvidos mudanças que levem a um aprimoramento das práticas analisadas (2007, p. 120).

Já a pesquisa qualitativa, segundo Godoy (1995), possui algumas características básicas, que a diferenciam da pesquisa quantitativa.

[...] tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental [...] A pesquisa qualitativa é descritiva [...] O significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são a preocupação essencial do investigador [...] (Godoy, 1995, p. 62- 63).

A pesquisa qualitativa, conforme Prodanov e Freitas (2013), preocupa-se mais com o processo e como foi efetuada a pesquisa, além do produto final. Os mesmos também apontam que, na análise dos dados, não há uma preocupação de comprovar as hipóteses levantadas, no entanto, estas não excluem a possibilidade

de um quadro teórico que se volte para a coleta, a análise e a interpretação dos dados.

Dentre as técnicas de coleta de dados para a pesquisa qualitativa, pode-se inferir algumas possibilidades, dentre elas, o questionário aberto (uma das formas de classificação de um questionário e que foi utilizado nesta pesquisa) e também o grupo focal. No questionário aberto, as perguntas

[...] permitem liberdade ilimitada de respostas ao informante. Nelas poderá ser utilizada linguagem própria do respondente. Elas trazem a vantagem de não haver influência das respostas pré-estabelecidas pelo pesquisador, pois o informante escreverá aquilo que lhe vier à mente (Chaeder; Diniz; Ribeiro, 2011, p.262).

Paralelamente a isso, o grupo focal se identifica como uma das ferramentas de coleta de dados da pesquisa qualitativa e “apresenta-se como uma possibilidade para compreender a construção das percepções, atitudes e representações sociais de grupos humanos acerca de um tema específico” (Gondim, 2003, p. 8).

Portanto, escolheu-se estes tipos de pesquisa por entender que são as mais adequadas para um melhor desenvolvimento da pesquisa, isto é, a elaboração, implementação e análise de uma sequência didática para o Ensino Médio que aborda tanto questões de Natureza da Ciência quanto de mulheres na Astrofísica.

Diante disso, levando em consideração os objetivos propostos neste projeto, a pesquisa será desenvolvida primeiramente com a construção da sequência didática, que abordará questões sobre ciência e atividades científicas, além de apresentar momentos para a abordagem sobre as mulheres astrofísicas, sua história e contribuições.

A sequência didática sugerida possui 06 aulas e foi fundamentada levando em consideração a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017), um dos documentos norteadores do ensino no Brasil, e que de acordo com esta, prevê, como uma das habilidades específicas para o ensino de Ciências da Natureza “analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente” (Brasil, 2017, p. 557). Portanto, esta proposta busca contemplar esta habilidade.

Além disso, a sequência também se fundamentou nas metodologias ativas, que de acordo com Studart (2019, p. 02), são “aquelas em que, durante a

ensinagem, os alunos participam ativamente do processo, ao invés de apenas escutar de modo passivo o professor”. Ante o exposto, acrescenta que uma

[...] aprendizagem passiva utiliza métodos tradicionais, como aulas expositivas, em que a aprendizagem é centrada no professor, que é o único responsável pelo que foi aprendido, enquanto na aprendizagem ativa ela ocorre a partir do que os alunos fazem em sala de aula. Desse modo, a aprendizagem ativa é oposta à aprendizagem passiva que, em geral, diminui a motivação dos alunos, é pouco engajadora e depende essencialmente do professor para seu sucesso (Stuart, 2019, p. 02).

Partindo dessas definições, pode-se elencar, dentre as possibilidades para um ensino baseado em metodologias ativas, a sala de aula invertida e o Ensino Sob Medida.

A sala de aula invertida é uma metodologia ativa que, em suma, consiste em buscar uma nova maneira de tratar o ensino, uma vez que “aquilo que é feito na aula é agora feito em casa e o que é tradicionalmente feito como tarefa de casa (homework) é agora complementado na aula” (Stuart, 2019, p. 12). Além disso, a sala de aula invertida

é uma modalidade de ensino onde o conteúdo passa a ser estudado on-line, antes da aula presencial, para que no momento em que o aluno estiver em sala de aula, possa realizar outras atividades relacionadas aos itens estudados como resolução de problemas, práticas de laboratório e aprofundamento de conteúdos já estudados e professor possa trabalhar as dificuldades dos alunos ao invés de simplesmente a apresentação do, ou seja coloca o aluno no centro do processo ensino-aprendizagem, ele passa a ser protagonista da sua formação e o professor a atuar como um orientador e coordenador desse processo (Fernandes et al., 2018, p. 3).

Nesta sequência de aulas sobre astrofísica e Ciência, essa metodologia foi inserida no planejamento no formato da proposta avaliativa, uma vez que as pesquisas para a elaboração do infográfico podiam ser realizadas em sala de aula, mas preferencialmente em casa, para aproveitar o tempo da aula para tirar dúvidas sobre o conteúdo e para a própria elaboração do material gráfico em conjunto, buscando discutir entre si a pesquisa e as informações coletadas.

Ademais, tratando-se agora de Ensino sob Medida (EsM), segundo Stuart (2019), na sua originalidade, o EsM consiste em uma abordagem que exige dos estudantes respostas a perguntas previamente colocadas, com horas antes de iniciar às aulas, usando de um sistema de envio. Além disso,

O ponto principal no EsM é a possibilidade do professor planejar suas aulas a partir dos conhecimentos e dificuldades dos seus alunos, manifestadas através das respostas que eles fornecem em atividades de leitura prévias aos encontros presenciais (Araujo; Mazur, 2013, p. 370 - 371).

Nas aulas propostas, essa metodologia foi inserida, mas de forma modificada, isto é, ao invés dos estudantes responderem às questões e enviarem as respostas previamente, as questões foram entregues para serem respondidas em casa e corrigidas conjuntamente na aula entre os colegas com a mediação e complementação do professor, se necessário.

A partir disso, tendo em mente as inúmeras potencialidades e possibilidades que essas propostas metodológicas podem oferecer, esse projeto de pesquisa se baseou nessas fontes para elaborar a sequência didática, com intuito de promover uma maior aproximação dos estudantes para com a ciência. Um breve esboço da sequência didática pode ser visualizado no apêndice A, ao final deste projeto.

Sendo assim, com a sequência didática elaborada, o seguinte passo se deu com a sua implementação em sala de aula em uma escola estadual do município de Jaraguá do Sul. A proposta didática foi implementada por meio do Programa Residência Pedagógica (RP), da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), durante o mês de setembro.

Por último, após a implementação, o próximo passo se deu com a avaliação do processo de execução e a sequência didática como um todo. A avaliação foi realizada levando em consideração três vertentes: uma avaliação da proposta e das aulas por parte da pesquisadora e executora do projeto, em relação a cada momento didático bem como de suas impressões gerais; a implementação de um questionário com perguntas abertas para o professor de Física regente da turma participante no momento da implementação e por fim, uma avaliação com os estudantes, por meio de questionário escrito (também com questões abertas) e grupo focal, para complementar as respostas do questionário escrito. A partir da avaliação, pretende-se na sequência propor possíveis otimizações para implementações futuras.

Segue as questões aplicadas ao(à) professor(a) de Física da turma:

1. De modo geral, qual a sua avaliação da proposta didática implementada?
2. Quais as dificuldades que os estudantes apresentaram?

3. Você implementaria essa proposta para outras turmas?
4. O que você modificaria na proposta?

Para os estudantes, as perguntas do questionário escrito foram as seguintes:

1. O que você mais gostou das aulas sobre astrofísicas na ciência?
2. Você teve alguma dificuldade ao longo das aulas e atividades? Se sim, quais foram e por quê?
3. Tiveram coisas que você não gostou nas aulas? O que?
4. Caso fosse para modificar as aulas, qual seria a sua sugestão de mudança?

Questões para grupo focal com estudantes:

1. Você teve alguma dificuldade ao longo das aulas e atividades?
2. Vocês não tiveram dificuldades de encontrar material sobre a astrofísica?
3. Vocês tiveram dificuldades de entender o conteúdo e a pesquisa que fizeram sobre ela?
4. Vocês já tinham estudado sobre ciência e astrofísica? Se sim, onde?
5. Vocês tiveram dificuldades com o Canva?
6. Vocês preferiam ter utilizado outra ferramenta para construir o infográfico?
7. Vocês gostaram das astrofísicas que conheceram? Vocês já conheciam alguma delas antes das aulas?
8. Vocês já estavam acostumados a fazer esse tipo de trabalho? Já tinham feito um infográfico antes? Um trabalho para expor na parte externa parecido com esse que fizemos na aula?
9. Vocês já fizeram um trabalho de pesquisa igual a este que tiveram que fazer para o trabalho? Ou o professor entrega o material para a pesquisa?
10. O que vocês querem dizer com “dinâmicas”, “trazer o assunto de forma alternativa”, o que significa para vocês?
11. Vocês gostaram da dinâmica das aulas? As conversas sobre ciência e mulheres astrofísicas?
12. Vocês gostaram do produto final de vocês, que foi o infográfico que vocês expuseram?

13. Vocês querem falar mais alguma coisa sobre a aula, que ainda não foi perguntado? Comentários a mais? Complementar alguma coisa?

#### **4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

A partir da execução das aulas, utilizando a sequência didática elaborada com o tema de mulheres astrofísicas e Natureza da Ciência, obtivemos alguns resultados, tanto pelo olhar da pesquisadora, assim como também dos estudantes e do professor regente da turma. Os dados foram coletados por meio de questionários e os resultados obtidos serão expostos a seguir.

Em uma primeira etapa, será descrito um pouco sobre o planejamento geral das aulas, com o intuito de apresentar brevemente a proposta. Em seguida, será disponibilizada uma breve apresentação da turma e local de implementação da sequência, além de também um relato de como se procedeu cada aula, tomando como base a sequência didática elaborada previamente, com breves impressões da discente proponente em relação a cada momento. Com essa parte concluída, será feita a exposição e análise das respostas dos estudantes acerca do questionário sobre o andamento das aulas e por fim, a análise do questionário do professor regente da turma naquele momento, professor com formação em Licenciatura em Física e Matemática.

##### **4.1 Panorama geral das aulas planejadas**

A sequência didática elaborada para esta pesquisa tem o objetivo de apresentar e discutir com os estudantes sobre os temas de ciência e mulheres astrofísicas. Conforme indicado anteriormente, a sequência consiste em seis aulas de quarenta e cinco minutos cada, considerada para implementação em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio em uma escola da rede estadual do município de Jaraguá do Sul. A seguir, um breve panorama geral de cada aula planejada. A sequência de aulas detalhada pode ser visualizada na seção de apêndices, no apêndice A.

Sendo assim, a primeira aula teve por objetivo a introdução dos temas de ciência (definição e suas características), Astrofísica (breve introdução do tema e seus personagens históricos e atuais), além de apresentar a proposta avaliativa, que seria justamente a construção de um infográfico sobre uma mulher astrofísica (cinco grupos de cinco a seis estudantes e cinco nomes femininos da astrofísica previamente escolhidos pela professora proponente - Henrietta Leavitt, Vera Rubin, Andrea Mia Ghez, Jocelyn Bell Burnell e Cecilia Payne).

A segunda e terceira aulas foram disponibilizadas para a pesquisa dos alunos (em artigos ou sites de universidades) e elaboração da atividade, ficando a quarta e quinta aula para a socialização dos infográficos e da história de cada astrofísica para os demais alunos da turma. Com o término das apresentações na quinta aula, a sexta aula foi planejada para uma conversa final sobre ciência, agora a partir da história de cada astrofísica, e isso, por meio de um questionário norteador (apêndice 06) disponível para visualização na própria sequência didática, que se encontra em apêndice A. Os próximos encontros (7º e 8º) foram utilizados para a coleta de dados (questionários - escrito e grupo focal).

#### **4. 2 Perfil da turma**

A turma no qual foi realizada a aplicação da sequência didática, é uma turma de terceiro ano da escola Profª Valdete Inês Piazero Zindars (escola na qual a residente realiza suas atividades pelo programa Residência Pedagógica), composta por 29 estudantes, sendo esses 12 estudantes meninos e 17 estudantes meninas. A turma, em geral, é tranquila, um pouco tímida, mas também participativa, a depender da atividade. Os alunos se mostraram favoráveis ao trabalho e desenvolveram as atividades solicitadas.

### 4.3 Descrição das aulas

#### ***Aula 01: Conhecendo sobre a Astrofísica e sobre ciência - 11/09/2023.***

Na primeira aula com a turma do terceiro ano, foi apresentada uma introdução à Ciência e à Astrofísica, por meio de slides (disponível para visualização na sequência didática (apêndice A), no apêndice 01). Para dar início a aula e conhecer as concepções iniciais dos estudantes, foram realizadas algumas perguntas sobre qual seria o seu conceito de ciência e de um cientista. Após algumas respostas, foi realizada a exposição de uma possível definição para cada uma das questões seguido de uma breve explanação de características de atividade científica. Com essa apresentação e fala inicial concluídas, também foi apresentado, aos estudantes, um pouco sobre a Astrofísica, alguns conceitos, personagens masculinos e femininos envolvidos nessa área (até mesmo brasileiras), justamente para dar abertura ao trabalho que seria proposto logo em seguida. Concluída essa parte, a aula seguiu com a apresentação da atividade.

A atividade que viria a ser realizada nas aulas seguintes teve como objetivo a elaboração de um infográfico para exposição sobre 5 nomes femininos da astrofísica. Nessa aula, os alunos também já puderam definir os 5 grupos (contendo de 5 a 6 alunos cada) e iniciar a pesquisa sobre a astrofísica escolhida. Ao final da aula ainda sobrou um tempinho para discutir e apresentar algumas pseudociências presentes na sociedade, de forma a estabelecer um contraponto com aquilo que é ciência, tendo como questão norteadora: “Mas o que não é Ciência?”. A seguir, um registro da aula.

Figura 1 - Professora apresentando o conteúdo.



Fonte: Autoral.

Nesta primeira aula os alunos participaram pouco, mesmo sendo instigados a responder e demonstraram timidez diante das questões. Quando apresentados à proposta de atividade, foi sugerida a utilização do programa de design Canva, justamente porque neste aplicativo continha o modelo de base/inspiração oferecido pela professora. No entanto, outros programas também foram sugeridos, deixando livre a escolha dos estudantes em relação à ferramenta de construção do infográfico.

Ressalta-se aqui a importância do professor conhecer a turma antes da aplicação das aulas. O Canva e demais programas foram sugeridos, justamente porque a professora propositora não tinha conhecimento de quais softwares de design ou desenho a turma tinha familiaridade ou preferência. Foi por isso, também, que foi disponibilizado um modelo de apoio (já estruturado no tamanho A3 - critério pré-estabelecido -, e com alguns recursos utilizáveis para a escrita dos textos) caso os estudantes não soubessem manusear a ferramenta, para não despender muito tempo para o aprendizado da mesma, uma vez que este não era o principal objetivo educacional. O modelo de infográfico pode ser visualizado na seção de apêndices, no Apêndice 01, ao final da sequência didática (apêndice 03).

No caso desta aula, já no primeiro encontro, foram levantadas algumas possibilidades de ferramentas e por meio da conversa, foi evidente que a maioria realiza trabalhos no Canva, o que agilizou o processo, já que não seria necessário utilizar tempo em sala para ensinar ou auxiliar no manuseio, o que demandaria mais tempo ou mudanças no próprio planejamento. Mesmo pela familiaridade com o Canva, os alunos puderam fazer a escolha e optar por esse software ou outro de

sua preferência.

***Aula 02: Tempo disponível para a elaboração do trabalho - 15/09/2023.***

Nesta aula os alunos puderam realizar a pesquisa e atividade no laboratório de informática da escola. Ocorreram problemas com alguns computadores da sala de informática, que não estavam conectados à internet. Dessa forma, os alunos tiveram que se distribuir entre os equipamentos que estavam funcionando.

Neste encontro, como a anterior, foi possível perceber que os estudantes seguiram a indicação de uso da ferramenta Canva. Poucos grupos seguiram o modelo disponibilizado, alguns grupos optando por um novo modelo (dentro das especificações de tamanho da folha e demais critérios) e mesmo os que o utilizaram como base estrutural, realizaram modificações na fonte, elementos, cores etc.

Como tarefa, pelos menos um dos estudantes de cada grupo precisaria enviar ao e-mail disponibilizado, um resumo do que havia sido pesquisado e elaborado até o momento, a fim da professora proponente estar ciente do andamento das atividades, sendo essa etapa fundamental para a organização das próximas aulas e identificar possíveis dúvidas, erros ou dificuldades na execução do trabalho. No entanto, dois grupos dos três realizaram a devolutiva solicitada.

***Aula 03: Tempo disponível para a elaboração do trabalho - 18/09/2023.***

Este encontro também foi disponibilizado para a pesquisa sobre a astrofísica e para a produção do infográfico no laboratório de informática da escola. Neste dia, diferentemente do anterior, todos os computadores do laboratório estavam funcionando normalmente, o que contribuiu para que todos os estudantes pudessem ter acesso ao trabalho ou mesmo, a uma ferramenta para pesquisa.

Nesta aula foram tiradas dúvidas de cada grupo, juntamente com um material de apoio (disponível para visualização na seção de apêndices, em apêndice B) e também foi disponibilizado, para alguns grupos, material ou fontes de apoio para a pesquisa (também disponível para visualização na seção de apêndices, ao final da sequência didática (Apêndice 04)), tendo em vista que alguns grupos estavam atrasados na elaboração do infográfico, que tinha prazo de entrega para dia 21 de setembro, já que as apresentações estavam marcadas para iniciar dia 22 do mesmo

mês.

Até o dia 20, alguns estudantes entraram em contato pelo e-mail para tirar dúvidas e ter uma devolutiva prévia sobre suas produções. No dia 21 foram realizadas correções acerca de todos os infográficos, apontando os erros e as demais informações faltantes do material. Ao realizar as correções, observou-se que alguns grupos, um deles em específico, estava mais atrasado que outros, sendo que alguns grupos estavam com o material praticamente finalizado. Por isso, abriu-se o tempo de entrega para o dia 22, até às 10h.

Essa dificuldade para entregar no prazo também pode estar relacionada ao fato de que a maioria dos estudantes trabalha ou possui outras atividades no contraturno, acarretando na falta de tempo para a execução das atividades em casa, realidade esta relacionada a alguns problemas sociais e enraizados na sociedade, que não serão levantados aqui, mas que foram levados em consideração no acompanhamento e avaliação dos trabalhos.

#### ***Aula 04: Apresentação dos infográficos pelos estudantes***

A aula teve início com a apresentação dos trabalhos. Neste dia foram apresentados os infográficos da astrofísica Andrea Mia Ghez e da Vera Rubin. O objetivo das apresentações era a socialização da pesquisa que tinha por objetivo a coleta de informações sobre a vida de cada astrofísica, com informações gerais de nascimento, sua trajetória acadêmica, suas principais contribuições para a ciência, com a descrição dos elementos da pesquisa, além de um destaque para honrarias e curiosidades. Os infográficos dos alunos podem ser visualizados na seção anexos, em anexo A. A seguir, alguns registros da aula.

Figuras 2 - Apresentação do infográfico da Vera Rubin pelos estudantes.



Fonte: Autoral.

Figuras 3 - Apresentação do infográfico da Andrea Mia Ghez pelos estudantes.



Fonte: Autoral.

Em cada socialização, percebeu-se que os estudantes apresentavam informações além do disponibilizado no infográfico. Algo positivo, por ter sido divulgado mais conhecimento sobre a cientista pesquisada, porém, havia informações adicionais que fugiram do controle e do conhecimento da professora proponente, dificultando as correções nas falas dos estudantes.

Ao final de cada apresentação, foi disponibilizado tempo para questões dos demais estudantes ao grupo socializante e nesse momento também foram realizadas breves correções nas falas e explicações dos estudantes, e se necessário, comentários adicionais e complementares sobre a trajetória e pesquisa de cada cientista.

#### ***Aula 05: Apresentação dos infográficos pelos estudantes***

Nesta aula teve-se a continuação das apresentações dos grupos, com os infográficos restantes, isto é, da Cecilia Payne, Henrietta Leavitt e da Jocelyn Bell. Após as apresentações, também foram realizados comentários e correções adicionais. Foi perceptível o maior interesse e questões dos estudantes acerca das apresentações e dos temas, sobretudo quando apresentado sobre a Cecilia Payne, cientista que pesquisou e constatou que a composição das estrelas é, em sua maioria, formada pelos elementos químicos Hélio e Hidrogênio. Essa curiosidade adicional foi gerada pois o grupo responsável por essa astrofísica, adicionou e avançou na pesquisa, colocando informações até mesmo sobre a vida e morte das estrelas. A partir deste tema surgiram diversas questões, como por exemplo: "O sol

é uma estrela?” ou até mesmo “O que o Sol vai virar quando morrer?”. Alguns registros da aula podem ser visualizados abaixo.

Figuras 4 - Apresentação do infográfico da Cecilia Payne pelos estudantes.



Figuras 5 - Apresentação do infográfico da Henrietta Leavitt pelos estudantes.



Figuras 6 - Apresentação do infográfico da Jocelyn Bell pelos estudantes.



Fonte: Autoral.

***Aula 06: Discussão sobre ciência e mulheres***

O início da aula foi disponibilizado para a apresentação de um menino do grupo da Henrietta Leavitt que acabou faltando na última aula e pediu para apresentar (como mostra a figura 7). Depois disso, foram realizadas algumas explicações sobre as questões da última aula, pois ocorreram alguns erros conceituais nas respostas dadas a algumas questões, sendo necessário realizar algumas correções. A partir dessa correção, surgiram outras questões. O professor preceptor da turma na escola também se envolveu nas questões realizadas pelos estudantes e parte da aula foi para tirar dúvidas dos estudantes sobre questões envolvendo astronomia. Esse tema despertou muita curiosidade nos estudantes, que estavam envolvidos e participativos. Depois dessa conversa, iniciaram-se as questões planejadas para a aula, que também foram disponibilizadas aos alunos na aula passada como tarefa de casa. Poucos alunos responderam quando questionados, novamente foram pouco participativos, ficando a cargo da professora proponente auxiliar nas respostas. A aula finalizou sem o término da socialização, ficando o restante das questões para a próxima aula.

Figura 7 - Apresentação do infográfico pelo estudante faltante.



Fonte: Autoral.

***Aula 07: Finalização da discussão sobre ciência e mulheres e aplicação do questionário escrito de avaliação da proposta didática***

Neste encontro ocorreu a finalização da conversa com as questões faltantes da última aula. Após isso, foi realizada uma exposição adicional para a divulgação

de espaços disponíveis atualmente para a entrada de meninas e mulheres na Ciência, projetos de extensão ofertados em Institutos Federais e Universidades que realizam pesquisa e divulgação de meninas e mulheres na Ciência; oportunidades e opções de acesso a Universidades e Institutos para inserção em carreiras científicas; espaços de divulgação científica produzidos por mulheres brasileiras, como o caso do canal do YouTube *Física e Afins* (por Gabriela Bailas) e o canal do YouTube da *Stephane Werner*, além de finalizar a conversa com a apresentação de alguns nomes femininos nacionais envolvidas em pesquisa na Astrofísica/Astronomia.

Com o término da socialização, iniciou-se a coleta de dados avaliativa da sequência didática. Foi entregue uma folha com as questões e mais uma folha em branco para a escrita das respostas. Na folha das respostas os alunos não colocaram o nome, a fim de deixá-los mais à vontade para registrar as respostas. Com o término da coleta, ainda foi possível colocar os infográficos para exposição, etapa ainda não realizada durante as aulas. Abaixo é possível visualizar a imagem da exposição dos trabalhos na escola.

Figura 8 - Exposição dos infográficos impressos na escola.



Fonte: autoral.

***Aula 08: Aplicação do questionário para o grupo focal***

Neste dia, a aula foi destinada para entrega da nota de avaliação e recuperação dos trabalhos e também para a aplicação de mais um questionário avaliativo das aulas, o qual constituiu o grupo focal, agora, no entanto, tendo as respostas gravadas. Nesta aula metade da turma não compareceu, fato este diretamente ligado ao período de chuvas fortes na região, ocasionando diversos alagamentos e situações emergenciais em parte da cidade, justificando as faltas. Contudo, mesmo diante da situação, o questionário avaliativo da sequência foi aplicado, finalizando com isso, a intervenção com a turma.

**4.4 Análise do questionário avaliativo da sequência realizada com os estudantes**

A partir das aulas dadas, foi realizada a implementação de dois questionários com os estudantes, um escrito e outro gravado, para avaliar o processo de aprendizado e a sequência de aulas. A seguir, busca-se realizar uma explanação dos resultados coletados pelo questionário escrito, juntamente a uma complementação com o áudio gravado. As questões do questionário escrito e do grupo focal e as respostas na íntegra de todos os estudantes para ambos questionários, respectivamente, podem ser visualizadas na seção de anexos, em anexo B e C.

Para o questionário escrito, as perguntas foram as seguintes: O que você mais gostou das aulas sobre astrofísicas na ciência?; Você teve alguma dificuldade ao longo das aulas e atividades? Se sim, quais foram e por quê?; Tiveram coisas que você não gostou nas aulas? O que?; Caso fosse para modificar as aulas, qual seria a sua sugestão de mudança?

Em relação à primeira pergunta, os alunos A, C, D, E, G, H, J, K, N, O, S, T, V, W, X, Y (cada aluno foi nomeado conforme uma letra do alfabeto) responderam, em geral, que gostaram dos temas abordados em sala de aula, com destaque para os temas das mulheres e temas da Astrofísica. A partir dessas respostas, pode-se inferir um paralelo com alguns resultados obtidos por autores como Nardi e Langhi

(2014) e Rodrigues e Briccia (2019), que em suas pesquisas, também destacam as vantagens de se ensinar Astronomia, de forma que

[...] contribui para uma visão de conhecimento científico enquanto processo de construção histórica e filosófica; representa um exemplo claro de que a ciência e a tecnologia não estão distantes da sociedade; desperta a curiosidade e a motivação nos alunos e nas pessoas em geral [...] (Nardi; Langhi, 2014, p. 53).

[...] a inserção da Astronomia no ensino, seja ele formal ou informal, exerce um papel fundamental para se discutir Ciências com alunos, professores e comunidade em geral, favorecendo assim uma ampliação da cultura científica devido ao tema e possibilidades de discussões em questão, unido ao fascínio que os fenômenos astronômicos trazem a qualquer público [...] (Rodrigues; Briccia, 2019, p. 100).

À vista disso, ensinar sobre as astrofísicas e suas pesquisas é uma forma de despertar o interesse dos estudantes, mas também, possibilita o reconhecimento do papel feminino na Ciência ao longo dos anos, tornando-se mais uma forma de dar visibilidade a essas mulheres, que conforme apontado por Cordeiro e Peduzzi (2014), por vezes são supridas dos livros didáticos e das suas dificuldades superadas.

Além dessa resposta, os estudantes F, P, Q e L responderam que o que mais gostaram foi de realizar o trabalho sobre as astrofísicas e isso se evidencia em algumas respostas, como: “Gostei porque representaram bastante as mulheres” (estudante P), “[gostei] Das apresentações das mulheres” (estudante Q), entre outras respostas semelhantes. A partir disso, é perceptível que os estudantes tiveram interesse e gostaram das atividades cujo tema envolvia as mulheres na Astrofísica, o que vem ao encontro com a perspectiva apontada outrora por Cordeiro (2017), que expõem que conhecer a história de físicas e suas dificuldades é uma forma de atrair mulheres e alunos em geral para a ciência, sendo essa uma das iniciativas dessa proposta.

Para além dessas respostas, também tivemos os alunos B, M e U que escreveram que o que mais gostaram foi a explicação complementar da professora. O(A) estudante I gostou das “discussões em sala, conversa entre os colegas” e o(a) estudante R da dinâmica das aulas. Tais respostas indicam alguns pontos positivos para a escolha dos temas abordados em sala de aula para a discussão e corroboram, de certa forma, com as metodologias adotadas, pelo menos no que diz respeito a geração de interesse dos estudantes para com o proposto.

Ademais, a pergunta seguinte, a qual trata sobre as dificuldades que os estudantes tiveram ao longo das aulas e atividades, os estudantes A, B, C, E, G, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, S, T e X responderam somente “não”, sugerindo que durante as aulas não apresentaram dificuldades. Quando questionados pessoalmente no grupo focal sobre suas dificuldades, a maioria manteve a negativa, sugerindo não ter dificuldades. Contudo, quando questionados sobre as dificuldades em relação à pesquisa, alguns estudantes responderam:

*Professora, é que a maior é.. na nossa pesquisa, no caso, as maiores informações que tinham sobre ela estavam em inglês, muitas partes. E o que tinha em português era muita pouca coisa. (Estudante 1 - E1)*

*A minha também foi sobre isso, no exemplo das honorarias, eu procurei a maioria em inglês, pois não tinha tão fácil acesso desse material em português. (E2)*

*Encontrar sites confiáveis com as informações, tanto sobre a astronomia em si quanto o trabalho dela. (E3)*

*As informações às vezes não batiam também. No site falava um nome, por exemplo, e no outro falava outro nome. (E4)*

Além dessas respostas, quando perguntados sobre as dificuldades que tiveram para entender o conteúdo, um estudantes expôs:

*Talvez na, no formato da gramática, tipo, tinham algumas palavras que eram muito... termos técnicos muito complexos [inaudível]... estava bem complicado de entender. (E5)*

Em relação às dificuldades na pesquisa, foi perceptível que durante as aulas os alunos tiveram mais dificuldades na busca pelas informações, ainda mais por terem que tomar cuidado com as fontes de pesquisa, uma vez que foi orientado a eles que a busca fosse realizada em sites ou em materiais “confiáveis”, artigos ou sites de universidades, onde o autor fosse especializado na área, dando um pouco mais de confiabilidade nos dados.

Além disso, também houve dificuldade em encontrar materiais sobre algumas

das mulheres, algo que foi apontado pelos estudantes F, H, U, V, W no questionário escrito. De acordo com o(a) estudante H, “na hora da pesquisa sobre a astrofísica Vera Rubin foi um pouco dificultoso de achar matéria, demais foi tudo perfeito” (sic). O(A) estudante W também destaca: “tive dificuldade de achar algumas informações para a pesquisa. Imagino que ainda pela pouca visibilidade que as mulheres têm”, resposta esta que vêm ao encontro com o que outrora já foi frisado em escritos de Heerdt e Batista (2014), em que a Ciência sempre foi vista como uma atividade praticada por homens, e os estudos históricos sobre a participação feminina na ciência apresentam uma quase ausência de produção feminina. Algo que reflete diretamente na visibilidade e imagem que um cientista possui e que ainda perpetua nas escolas. Mas, e cadê as mulheres? Onde estão sendo divulgadas as suas pesquisas? Pontos estes que evidenciam uma educação que ainda perpetua entre avanços e retrocessos.

Além da pouca visibilidade que essas mulheres ainda possuem, outro fator dificultador para a realização da pesquisa e também levantado pelos estudantes na conversa gravada, foi o fato dessas mulheres indicadas para o trabalho se tratam de cientistas estrangeiras, e portanto, parte do material de suas pesquisas e até mesmo as fontes de consulta especializadas sobre elas, apresentam registros e informações com termos mais técnicos (demonstrando por vezes, pouco contato dos estudantes com materiais desse conteúdo ou linha de pesquisa) e em outras línguas, sendo essa última, outra dificuldade apontada no grupo focal, sendo um impasse no desenvolvimento do infográfico, uma vez que tiveram mais um trabalho a fazer: traduzir os escritos.

Em relação às demais respostas, os estudantes D, Y e R responderam que tiveram dificuldades em entender o conteúdo e o que estava sendo explicado. Isso se justifica, uma vez que as pesquisas de cada astrofísica respaldam em temas de Física Moderna e até mesmo de Física Quântica, o que sugere que essas temáticas foram estudadas pela primeira vez, pouco ou até de forma superficial por eles em outros momentos da sua vida escolar. Diante disso, justifica-se a dificuldade.

Partindo para a terceira questão, quando perguntados sobre as coisas das quais eles não gostaram nas aulas e uma justificativa para a resposta, os estudantes B, C, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, P, Q, R e U responderam, em sua maioria que não houve nada que não gostaram, ou seja, a aula foi legal e proveitosa para esses estudantes.

Em contrapartida, os estudantes A, D, V, X e Y compartilharam que preferiam atividades diferentes, menos slides, mais interação dos alunos com a aula menos centrada no professor e com mais dinâmicas. Para maior esclarecimento do conceito de dinâmicas e atividades diversificadas, os estudantes também foram questionados na conversa gravada sobre suas definições a respeito disso. Algumas respostas foram (lembrando que as respostas na íntegra do grupo focal podem ser visualizadas na seção de anexos, em anexo C):

*Não só o monólogo, do professor no quadro apresentando slides, tipo, algo que possa ser mais didático para a gente participar e não só pergunta, porque pergunta a gente fica meio envergonhado, às vezes, de responder, então é difícil. (E4)*

*Slide é muito prático para o professor, mas é ruim para a gente que tem que ficar ouvindo como se aquilo fosse só uma apresentação monóloga, então por mais que tenha pergunta no meio, a gente perde a atenção muito rápido. Não adianta, até mesmo, tipo, qualquer aluno perde a atenção muito rápido e da forma que foi trazido um assunto tão profundo quanto a Astrofísica, devia ter sido, talvez, mais mastigado mesmo ou de uma maneira que a gente pudesse interagir junto. Então talvez levar no laboratório e fazer junto a pesquisa ali ou alguma coisa que a gente consiga ir respondendo conforme a professora vai passando slide, aí sim, algo que mantenha a gente focado, porque a partir do momento que apaga a luz, ligou o datashow, o foco vai embora (E4).*

*Foi legal ir no laboratório fazer a pesquisa, não só aqui pelo celular ou em casa mesmo. (E2)*

Para facilitar ainda mais a tradução de dinâmicas, foram incitados a falar sobre algumas atividades que já participaram com outros professores, a fim de facilitar a resposta e ilustrar o que para eles são dinâmicas. Sendo assim, algumas respostas foram:

*Mas então trazer de uma forma lúdica. Desculpa falar, mas se tivesse que passar para uma turma de fundamental, por exemplo, tu ia ter que colocar eles para imaginar... ó, aqui é o Sol, o que é algo dez vezes mais massivo que o Sol?. Então digamos uma fruta, eu trago um morango para mostrar o*

*Sol e uma melancia para para mostrar uma coisa bem mais massiva. Ou que nem a gente falou das... estrelas negras? Anãs negras ou as anãs brancas, anãs amarelas para demonstrar algo dessa cor, algo maior, algo mais massivo. Então algo lúdico, não dinâmico. Então a gente muda a fala. Algo lúdico, que a gente possa interagir e possa ter essa questão da dinâmica daí. E eu ia falar, a questão do quiz... algumas atividades que eu já fiz foi, o professor passou algo ou uma explicação assim mais picada, mais em tópicos... claro que a gente está falando de astrofísicas que é difícil de explicar. Mas algo mais por cima e depois ele foi aprofundando com perguntas, com joguinho mais diferente. Cada um fazia no seu celular, já algo que é mais interativo, já é algo que a gente já pisca mais o olho, tipo, opa.. já é mais dá para interagir. E é mais na sua também... ah, não quer colocar teu nome no negócio do jogo, não coloca, ninguém vai ficar julgando daí. É que acontece muito julgamento. (E4)*

*Bem, não é muito sobre esse assunto que a gente está estudando, era mais sobre... ah, agora eu não vou saber... era sobre aquela coisa de ação e redução, alguma coisa assim... e daí, a gente estava no primeiro ano e o professor fez a gente fazer um foguete para ver até onde ele ia, até onde ele ia alcançar. Eu achei bem interessante ele, tanto que a gente aprendeu a fazer ele como também a fazer e botar em prática. (E1)*

Compreende-se que as dinâmicas citadas pelos estudantes são interessantes para se levar em consideração na montagem de planos ou sequências de aula para a Física, uma vez que pode permitir maior descontração e diálogo entre os estudantes, como um exemplo, os próprios jogos online, pois a depender do quiz escolhido, o estudante pode ou não se identificar, permitindo que o sujeito se sinta mais tranquilo em participar sem a preocupação de, ao errar, ser diminuído pelos colegas, algo que comumente ocorre entre estudantes durante as aulas (também relatado na fala de alguns alunos no grupo focal). Além dessa vantagem, o quiz e outras possibilidades levantadas pelos estudantes, por vezes, não deixam de se encaixar em metodologias ativas, que buscam tirar a centralidade do aprendizado no professor, passando-a para os alunos a partir do que eles fazem em sala de aula, como bem exposto por Studart (2019).

Além dos jogos, outra contribuição que pode ser levada em consideração para uma reformulação da sequência ou mesmo, para uso em outras propostas didáticas para o ensino de Física, é o próprio uso de modelos visuais, conforme

apontado na fala do estudante E4. Utilizar de objetos que permitam a visualização das dimensões, massa, entre outras características de alguns corpos celestes e demais objetos astronômicos, pode ser um recurso útil e facilitador para a compreensão desses objetos celestes muito abstratos e que, por vezes, exigem da imaginação do estudante, já que as imagens por si só não permitem essa compreensão.

No entanto, ao utilizar dessa forma lúdica de construção de saberes, o professor deve estar atento a corrigir qualquer erro conceitual que possa surgir ou modificar o saber correto, uma vez que precisa estar claro para os estudantes que o real é diferente dos modelos e que estes servem apenas para ilustrar e auxiliar na compreensão inicial de alguns conceitos. Algo que posteriormente pode ser complementado com o uso de telescópios para observação direta ou de recursos visuais que demonstram, de certa forma, a realidade.

Nessa sequência de aulas, essas práticas não foram adotadas, mas podem ser repensadas e adicionadas em futuras aplicações ou modificações, a depender do perfil da turma e das escolhas do professor para aquilo que ele se sente seguro em adicionar e modificar. Nas aulas planejadas para essa sequência, poderia-se inserir algumas dessas práticas, por exemplo, na reestruturação do último questionário que foi proposto para se discutir ciência a partir das mulheres em sua modelação para um quiz, e talvez, ao invés de montagem de foguetes, como apontado por um(a) dos (das) estudantes, propor uma observação astronômica no contraturno, para que seja possível os estudantes observarem corpos celestes e também conhecerem um telescópio pessoalmente, um dos principais instrumentos de uso em pesquisas na Astronomia/Astrofísica.

Paralelamente a isso, seguindo pelas respostas, também houve outras contribuições, agora dos estudantes S e O, que segundo eles, respectivamente, “Havia informação pouco suficiente para a quantidade de pessoas nos grupos” e “O trabalho tinha pouca coisa e os grupos tinham muita gente, foi difícil separar o que cada um ia apresentar”. A partir dessas respostas e tendo em mente o trabalho proposto, os alunos foram organizados em cinco grupos composto por cinco ou seis estudantes. Deste modo, eles poderiam dividir entre si as tarefas para produzir e realizar o trabalho solicitado. Mesmo assim, foi perceptível, ao longo das aulas, que alguns grupos sentiram dificuldades para encontrar material, e alguns até mesmo realizaram esforços para a coleta de informações, que muitas vezes foram em

poucas fontes (nem sempre confiáveis) que apresentavam a história de vida da cientista de maneira simples e superficial, o que influenciou diretamente na apresentação dos estudantes, que se viram obrigados a coletar e apresentar mais informações do que somente aquelas adicionadas ao infográfico.

Essa dificuldade que os estudantes tiveram ao longo das pesquisas, também se deve ao fato dos estudantes terem pouco contato com materiais acadêmicos ou de fontes especializadas, algo perceptível pela professora proponente, pois ao sugerir a pesquisa em artigos ou sites de universidades, a maioria dos alunos optaram por pesquisa em sites de universidade, ficando apenas um grupo na visualização e busca de artigos. Essas dificuldades foram identificadas em alguns grupos e durante as aulas foram fornecidos materiais de pesquisa para alguns destes que estavam atrasados na produção do infográfico ou até mesmo, que solicitaram ajuda para pesquisa e/ou materiais (lembrando que este material/fontes de consulta podem ser acessados e visualizados na sequência didática, em apêndice 04).

A última contribuição para a terceira questão veio a partir do estudante W, apontando que não gostou “Um pouco da falta de domínio da professora perante a turma”. Algo que pode ser justificado com a pouca experiência que a professora possui com a prática docente, já que esta é a segunda vez que a residente entra em sala de aula.

Seguindo as questões, a quarta e última pergunta do questionário escrito, tratou de solicitar que os estudantes descrevessem, se necessário, sugestões de elementos que gostariam que fossem modificados nas aulas. Diante dessa pergunta, os estudantes B, C, E, F, H, I, R, U e W não sugeriram nenhuma modificação, demonstrando terem gostado das aulas, dos temas e do trabalho proposto, ao contrário dos estudantes A, D, G, J, K, L, M, N, O, P, Q, T, V, X e Y, que sugeriram, como outrora já colocado, que houvesse mais dinâmicas ou atividades diversificadas durante as aulas, itens já sugeridos em outras perguntas e discutidas anteriormente neste trabalho, a partir dos elementos adicionados pelo grupo focal.

Além dessas respostas, o estudante A sugeriu que fossem passados mais vídeos informativos, sendo o vídeo um recurso interessante para uso em aulas de Física, no entanto, neste caso, por exemplo, há pouco material audiovisual destes temas na internet, principalmente se tratando de mulheres astrofísicas, reflexo da falta de visibilidade e destaque que estas mulheres e o tema de Astrofísica e Ciência

ainda possuem na sociedade. Por isso, abordar e apresentar essas temáticas em sala de aula, podem ser pequenos passos para modificar esta realidade.

Por fim, ainda teve o estudante S, que contribuiu descrevendo como sugestão para mudança das aulas: “Daria opções a mais de mulheres astronômicas para serem apresentadas” (sic). Essa resposta vai ao encontro das dificuldades que alguns estudantes tiveram na separação dos elementos para a apresentação, sentindo-se na obrigação de encontrar mais informações para complementar a apresentação e para que todos “tivessem o que falar”, no tempo que foi definido para eles de apresentação (10-15 minutos).

Por fim, é válido destacar uma última questão, agora do questionário aplicado no grupo focal, que tratou de incitar os estudantes a colocarem sua opinião acerca do produto final desenvolvido (os infográficos). Diante dessa questão, obtiveram-se algumas respostas, dentre elas:

*Eu acho assim, que foi assim, umas das primeiras pesquisas que a gente faz mesmo, que a gente tem que ir mais a fundo no assunto, e acabou que a gente realmente entendeu e a gente conhece ela agora. (E5)*

*Eu acho legal que o infográfico ele não traz aquela coisa muito normal do cartaz, que a gente é mais acostumado a fazer cartaz. E o infográfico é diferente (E9)*

*Bom, eu gostei pra caramba do que acabou saindo do nosso trabalho, da nossa equipe, por mais que tivesse um erro bobo ou ali, mas é porque pelo menos eu nunca tive tanta frequência de fazer um infográfico. E astrofísica é um negócio que eu gosto quando é superficial [inaudível], que aí é muito complexo. (E2)*

À face do exposto, fica evidente que os estudantes gostaram do infográfico produzido, da pesquisa realizada e da proposta de elaboração de um infográfico, que como apontado em uma das respostas, é diferente do cartaz que eles estão acostumados a fazer. Isso também foi perceptível quando a professora propositora trouxe os infográficos impressos na aula (foram impressos em uma folha A3, tipo couchê, para dar destaque ao trabalho), pelo brilho e o encantamento no olhar dos estudantes, pela beleza do trabalho final produzido.

Diante disso, sugere-se aos demais professores que pretendem implementar

a proposta em suas aulas, que mantenham o trabalho na elaboração de um infográfico no formato digital, para poderem imprimir e também se surpreenderem (além de surpreenderem seus alunos, ponto positivo) com a qualidade final dos trabalhos. É válido destacar, no entanto, sobre os custos de manter tal sugestão, uma vez que a escola pode ou não ter uma impressora para folha A3, o que vai demandar do professor uma busca por gráficas, além de um custo adicional de impressão, que neste caso, foi de R\$ 33,00 (R\$ 5,50 por folha), contabilizando os cinco infográficos, mais um infográfico adicional para informar do que se tratava o exposto (os infográficos produzidos pelos estudantes estão disponíveis na seção de anexo para visualização (anexo A).

#### **4. 5 Análise do questionário avaliativo da sequência realizada com o professor de Física da turma**

Além da avaliação realizada com os estudantes, também tratou-se de aplicar um questionário avaliativo da sequência com o professor de Física da turma, que acompanhou todas as aulas, junto com os estudantes. Para essa avaliação foram utilizadas as perguntas já anteriormente definidas e expostas neste trabalho. Sendo assim, adiante apresenta-se uma breve socialização sobre o professor e em sequência, suas respostas às questões.

O professor da turma é formado em Licenciatura em Física e Matemática, com 20 anos de atuação na educação, sendo ele professor efetivo da rede estadual, atuando em duas escolas da rede. Além disso, atualmente também é professor de graduação em uma instituição privada de ensino superior.

Sendo assim, quando questionado sobre sua avaliação geral à proposta, o professor descreveu: “Achei a atividade bem interessante, em função da forma a qual foi aplicada e os mecanismos que foram utilizados para o desenvolvimento do mesmo”. Posto isso, percebe-se que o professor concordou com a proposta, com os materiais utilizados e a avaliou satisfatoriamente como um todo.

A segunda questão tratou de perguntar ao docente sobre quais as dificuldades que os estudantes apresentaram ao longo das aulas. Para essa questão, o professor descreveu que “os alunos apresentaram como maior dificuldade a sua própria organização em relação ao que deveria ser feito de forma

extraclasse”. Diante dessa resposta, foi perceptível entre alguns grupos e estudantes a falta de organização e comprometimento extraclasse. Durante o trabalho, alguns grupos deixaram a produção do material para os últimos dias antes da primeira entrega, mesmo sendo disponibilizado duas aulas para a produção, auxílio e para possíveis esclarecimentos, além do e-mail para possíveis dúvidas na execução do trabalho em casa.

Seguindo para a terceira questão (você implementaria essa proposta para outras turmas?), o professor respondeu: “Sim, já tirei algumas ideias da mesma para poder usar durante minhas aulas”. Demonstrando novamente um apreço pela sequência aplicada, sendo uma avaliação positiva para a mesma no olhar de um professor experiente.

Para a quarta questão, em relação a sugestões para modificação da proposta, o professor contribuiu descrevendo: “Expandiria para mulheres na ciência, para poder abranger um número maior e diversificar mais o número de grupos”. Essa resposta vem ao encontro com a sugestão também levantada pelo estudante S, que também pode ser considerada para reformular a sequência, sendo essa sugestão interessante, uma vez que permite a divulgação e o conhecimento de mais mulheres, não somente de cinco.

No entanto, o professor que optar por propor um trabalho sobre mulheres na ciência e não sobre mulheres astrofísicas, como neste caso, precisa tomar o cuidado para discutir os conceitos e as pesquisas de cada cientista de forma a melhor contemplar sobre o trabalho de cada uma delas, o que demandará um conhecimento geral sobre cada área, e que também pode necessitar mais tempo para esclarecimentos e explicações adicionais a eventuais dúvidas que venham a surgir por parte dos estudantes. De todo modo, fica a critério de cada professor optar por aquilo que melhor se encaixa com suas aulas, objetivo pedagógico, perfil de turma e disponibilidade.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante das análises e reflexões realizadas, é possível inferir que os objetivos dessa pesquisa foram atingidos e contemplados, uma vez que foi elaborada uma sequência didática com os temas propostos, sua implementação foi realizada em

conjunto a uma turma de Ensino Médio e também foi realizada uma avaliação da proposta e de sua implementação.

A partir do trabalho desenvolvido e tendo em mente as inúmeras possibilidades e potencialidades da inserção da história dessas cientistas e de temas da Astrofísica no contexto de sala de aula, é possível propor sugestões para a continuação da pesquisa, mas também elencar algumas sugestões para a inserção desses temas de forma descentralizada nos conteúdos de Física.

Uma possibilidade para a continuação da proposta seria a produção de um material didático sobre temas da astrofísica, tanto para estudantes do Ensino Médio, mas também para os docentes da área, na forma de um material base de estudo. Esse material pode auxiliar a suprir algumas das principais dificuldades que os docentes podem encontrar ao se deparar com temas complexos da Astronomia/Astrofísica em sala de aula (e que também foi o ocorrido nesta aplicação), como por exemplo, a própria dificuldade em passar conteúdo destes temas em sala de aula, seja por sua formação que não lhe garantiu o acesso ou propriedade/segurança para introduzir esses conhecimentos em sala de aula, ou mesmo, pela carência e disponibilidade de materiais didáticos de qualidade sobre essas temáticas na rede.

Nessa continuidade, além desta proposta, é possível levantar algumas sugestões para a inserção da história e trajetória das mulheres astrofísicas no ensino, no entanto, diferentemente da sequência didática apresentada nessa pesquisa, agora com a inserção da história e trajetória dessas mulheres nos assuntos de Física do Ensino Médio. Algumas possibilidades seriam da adição desses temas nas discussões de assuntos como Gravitação (Vera Rubin), Espectroscopia (Cecilia Payne), Astronomia (estudo de alguns corpos celestes) e sobre ciência (todas as astrofísicas se encaixam), vida fora da Terra e pseudociências (Jocelyn Bell), entre outras possibilidades, ficando a critério do professor seguir pelo caminho que melhor se adeque às suas condições e disponibilidade.

Mais adiante, a partir da implementação da sequência didática, também foi possível refletir sobre o problema dessa pesquisa, que tratou de investigar *quais as percepções de um grupo de estudantes de Física do ensino médio e do professor regente da turma a respeito de uma sequência de aulas sobre ciência e mulheres astrofísicas?*

Em vista disso, é possível concluir que as percepções tanto dos estudantes, quanto do professor regente, foram boas e ambos foram receptivos à sequência. Diante das sugestões dadas, é possível propor algumas otimizações à proposta, como por exemplo: a modificação da primeira e última aula, que, ao invés do uso de slides, poderia-se inserir o uso de jogos e outras dinâmicas para introduzir o conteúdo e a discussão, ou até dinâmicas de grupo, com perguntas e respostas entre os estudantes, entre outras possibilidades para tentar envolvê-los e despertar ainda mais seu interesse e participação.

Paralelamente a isso, outra otimização possível, seria de adicionar mais nomes femininos da Astrofísica ao trabalho (ou abrir para mulheres na Ciência, como sugerido pelo professor da turma, tomando os devidos cuidados outrora já expostos), uma vez que permitirá menos integrantes nos grupos, e que por vezes, pode sanar algumas das dificuldades levantadas pelos estudantes, além de ser uma forma de divulgar e dar visibilidade a mais mulheres da área, algo positivo para a proposta.

Nessa continuidade, outra possível modificação seria inserir mais uma aula para a elaboração do infográfico, mas este encontro com o objetivo de contemplar, principalmente, as dúvidas finais dos estudantes em relação à pesquisa e o trabalho, pois na última correção online realizada pela professora, foi notado um volume grande de dúvidas sobre as correções propostas por ela, algo que, muitas vezes, é limitado pela comunicação online. No entanto, essa sugestão pode ou não ser acatada pelo(a) professor(a), a depender do andamento das aulas e da produção da atividade pelos estudantes.

Para além dessas modificações, também é sugerível manter o uso do Canva na proposta de atividade, uma vez que o software se apresentou útil e facilitador no momento da elaboração do infográfico, sendo uma ferramenta que possui diversos recursos gratuitos e modelos inspiradores. Além dessa vantagem, essa ferramenta também foi útil nas correções, pois permitiu que a professora e alunos adicionassem comentários no template, facilitando a comunicação entre as partes, além do fácil compartilhamento do design entre professora e colegas. No entanto, caso os estudantes não saibam utilizar o Canva, cabe ao professor avaliar se adiciona mais uma aula ao planejamento para ensinar a utilizar a ferramenta ou opta por abrir o trabalho para outras opções de ferramentas (como foi o caso deste trabalho, mesmo todos terem optado pelo Canva), que precisam estar disponíveis ao professor(a)

para eventuais correções ao longo das aulas. Por isso, é importante que o professor tenha conhecimento da turma e das suas limitações.

Enfim, diante do exposto, é possível inferir que a sequência didática pode ser novamente utilizada pela professora proponente e também por demais professores do Ensino Médio, levando em consideração as correções e otimizações possíveis para cada turma e pela própria disponibilidade do professor, sendo essa uma proposta interessante para aqueles que, assim como a professora proponente, acreditam em uma educação científica que dá valor à história da Ciência e ao papel feminino neste caminho.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Maiara Rosa; BARBOSA, Marcia Cristina; LINDNER, Edson Luiz. Mulheres na Ciência: a busca constante pela representatividade no cenário científico. **ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XII**, p. 1-8, 2019.

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno brasileiro de ensino de física. Florianópolis**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

ARTHURY, Luiz Henrique Martins. A natureza da ciência no ensino de física: entre recortes e sugestões. **Revista do Professor de Física, [S. l.]**, v. 4, n. 2, p. 1–17, 2020.

ARTHURY, Luiz Henrique Martins; GARCIA, João Otávio. Em Prol do Realismo Científico no Ensino. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 26, 2020.

BAGLA, J. S. Compact Objects and Black Holes: 2020 Nobel Prize in Physics. **Resonance**, v. 25, n. 12, p. 1659-1668, 2020.

BARROS, Magali Conceição de. As mulheres do Harvard College Observatory: Henrietta Swan Leavitt-a mulher que descobriu como medir a distância das galáxias. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 18, p. 12-21, 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 30 nov. 2022.

BURNELL, Jocelyn Bell. Pliers, pulsars and extreme physics. **Astronomy & Geophysics**, v. 45, n. 1, p. 1.7-1.11, 2004.

CACHAPUZ, António; GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CASANOVA, Sara Gil. Vera Rubin, la astrónoma que nos hizo replantearnos de qué está hecho el universo. **Revista Española de Física**, v. 33, n. 1, p. 49-55, 2019.

CHAER, Galdino; DINIZ, Rafael Rosa Pereira; RIBEIRO, Elisa Antônia. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Revista Evidência**, v. 7, n. 7, 2011.

CORDEIRO, Marinês Domingues. Mulheres na Física: um pouco de história. **Caderno brasileiro de ensino de física**. Vol. 34, n. 3, p. 669-672, 2017.

CORDEIRO, Marinês Domingues; PEDUZZI, Luiz OQ. Entre os transurânicos e a fissão nuclear: um exemplo do papel da interdisciplinaridade em uma descoberta científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 536-563, 2014.

COSTA, Tulio Ottoni Ferreira da. **Estrelas de nêutrons com rotação em teorias modificadas da gravidade**. 2020. 100 f Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020.

FERNANDES, R. I.; LUZ, R. A. B. M.; POYOR, R. M. B.; BRITO, G. S.; KNOLL, A. C. G. Metodologias ativas aplicadas no Ensino de Física para o Ensino Médio. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 24, n. 10, p. 1–10, 2018.

FLORIANO, Tiago Cardoso. Introdução aos buracos negros. **Revista Brasileira de Física**, v. 1, nº 1, 2021. Disponível em: <https://zenodo.org/record/5188081#.Y3jn33bMLcc>. Acesso em: 19 nov. 2022.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto Andrade. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

GHEZ, Andrea Mia. **The Multiplicity of T Tauri Stars in the Star Forming Regions Taurus-Auriga and Ophiucus-Scorpius: A 2.2  $\mu\text{m}$  Speckle Imaging Survey**. Tese de Doutorado. California Institute of Technology. 1993.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE Revista de Administração de Empresas**, [S.l.], v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GONDIM, Sônia Maria Guedes. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, v. 12, p. 149-161, 2003.

HEERDT, Bettina; BATISTA, Irinéa de Lourdes. Representações sociais de ciência e gênero no ensino de Ciências. **Práxis Educativa**, v. 12, n. 3, p. 995-1012, 2017.

IBARRA, José Rubén Morones. Materia exótica. **Ingenierías**, v. 14, n. 52, p. 6, 2011.

MACHADO, Daniel Iria. ESTRELAS VARIÁVEIS NO CONTEXTO EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA ENVOLVENDO A OBSERVAÇÃO DE CEFEIDAS CLÁSSICAS NO ENSINO MÉDIO. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 28, p. 7-25, 2019.

LARANJEIRA, Sergio Eduardo. **Análise das evidências da matéria escura: perfis de densidade em curvas de rotação galácticas**. Dissertação (Mestrado em Astronomia) - Observatório Nacional. Rio de Janeiro, p. 57, 2017.

LONARDONI, Maria Cristina; CARVALHO, Marcelo de. **Alfabetização Científica e a formação do cidadão**. 2006.

LOPES, Alice Casimiro. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 248-273, 1996.

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

MENEZES, Débora Peres; BUSS, Karina; SILVANO, Caio A.; D'AVILA, Beatriz N.; ANTENEODO, Celia. A física da UFSC em números: evasão e gênero. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 324-336, 2018.

NARDI, R.; LANGHI, R. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, p. 041-059, 9 mar. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4292>. Acesso em: 07 set. 2020.

NASCIMENTO, Ana Flávia Ribeiro do; SCHIMANDEIRO, Ana Paula. **Uma proposta de ensino de ciências baseada nas práticas científicas de mulheres**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

OSTERMANN, Fernanda. A epistemologia de Kuhn. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 184-196, 1996.

PÉREZ, Daniel Gil; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 7, n. 2, 2001.

PEDUZZI, Luiz OQ; RAICIK, Anabel Cardoso. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 19-55, 2020.

PIRES, Larissa do Nascimento; PEDUZZI, Luiz OQ. 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, 2021.

PIRES, Larissa do Nascimento. **JOCELYN BELL BURNELL E OS PULSARES: UM ESTUDO HISTÓRICO EPISTEMOLÓGICO PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, p. 205, 2022.

PIRES, Larissa do Nascimento; PEDUZZI, Luiz O. Q. LITTLE GREEN MEN: O EPISÓDIO DE DETECÇÃO DOS PULSARES E O PROTAGONISMO DE JOCELYN BELL BURNELL. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 1, p. 108, 2022.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologias do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2 ed., 2013.

RODRIGUES, F. M.; BRICCIA, V. O ensino de Astronomia e as possíveis relações com o processo de Alfabetização Científica. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 28, p. 95-111, 2019. disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/419/417>. Acesso em: 07 set. 2020.

SANTOS, Adailton Ferreira; OLIOSI, Elisa Cristina. A importância do ensino de ciências da natureza integrado à história da ciência e à filosofia da ciência: uma

abordagem contextual. **Revista da FAEEBA-Educação e Contemporaneidade**, v. 22, n. 39, 2013.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. ed. 23. São Paulo: Cortez Editora, 2007.

SILVEIRA, Fernando Lang da. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. **Caderno catarinense de ensino de física**. Vol. 13, n. 3, p. 197-218, 1996.

SILVEIRA, Fernando Lang da. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno catarinense de ensino de física**. Vol. 13, n. 3, p. 219-230, 1996.

SOARES, Gabriela Pereira. **Uma abordagem estatística sobre a estimação de redshifts de quasares usando dados do S-PLUS**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16618?show=full>

STUDART, Nelson. Inovando a ensinagem de física com metodologias ativas. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 3, p. 1-24, 2019.

TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza; SOUZA, Diego Corrêa Peres de. Matéria escura, energia escura e história da ciência na educação científica. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 1-22, 2022.

**The Nobel Prize in Physics 1974**. The Nobel Prize. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1974/summary/>. Acesso em: 30 nov. 2022.

**The Nobel Prize in Physics 2020**. The Nobel Prize. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2020/prize-announcement/>. Acesso em: 30 nov. 2022.

VÁSQUEZ-ALONSO, Ángel.; MANASSERO-MAS, Maria Antonia.; ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio.; ACEVEDO-ROMERO, Pilar. Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 34-50, 2008.

VELTEN, Hermano. Matéria escura, energia escura e a busca por uma nova teoria para a gravitação. **Cad. Astro.**, vol. 1, nº 1, p. 40-51, 2020.

VIEIRA, Patrese Coelho. **Uma estrela eclipsada na ciência: um resgate histórico de Cecilia Payne e seu papel na determinação da composição estelar**. 2021. Tese (Doutorado em Ensino de Física.) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/233013/001133179.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 jun. 2023.

VIEIRA, Patrese Coelho; MASSONI, Neusa Teresinha; BRITO, Alan Alves. O papel de Cecilia Payne na determinação da composição estelar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

WESTPHAL, Murilo; PINHEIRO, Thais Cristine. A epistemologia de Mario Bunge e sua contribuição para o Ensino de Ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 10, p. 585-596, 2004.

WILSON, Teresa. Este mês na história astronômica. **American Astronomical Society**, 2018. Disponível em: <https://aas.org/posts/news/2018/07/month-astronomical-history>. Acesso em: 20 jun. 2023.

## APÊNDICES

### *APÊNDICE A – Sequência didática: Natureza da Ciência e mulheres astrofísicas.*

IDENTIFICAÇÃO				
<b>Escola:</b> Escola Estadual de Jaraguá do Sul	<b>Professor(a):</b> Alaís Cristina Dräger.	<b>Disciplina (CH Total):</b> Física.	<b>Tema:</b> Mulheres astrofísicas e Natureza da Ciência	<b>Data / CH:</b> -

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conhecer as principais contribuições das mulheres à Astrofísica estabelecendo discussões com elementos de Natureza da Ciência.</li> </ul>

PLANO GERAL DE ANDAMENTO DAS AULAS		
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pretende-se, por meio das aulas, que os estudantes adquiram conhecimento e aprendizado sobre algumas mulheres astrofísicas e aspectos de Natureza da Ciência, por meio de metodologias ativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ciência e atividade científica;</li> <li>● Mulheres astrofísicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quadro;</li> <li>● Slides;</li> <li>● Laboratório de informática;</li> <li>● Infográfico;</li> <li>● Material com fontes de consulta.</li> </ul>

BASE TEÓRICA
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Metodologias ativas:</b> Em linhas gerais, as metodologias ativas são aquelas em propiciam que o estudante participe ativamente em todo o processo de</li> </ul>

ensino, ao invés de apenas o professor ser a figura colaborativa (STUDART, 2019). De acordo com Fonseca e Neto (2017, p. 186),

Metodologias ativas é um conceito amplo, que pode se referir a uma variedade de estratégias de ensino, como: aprendizagem baseada em problemas, problematização, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem por pares (ou peer instruction), design thinking, método do caso e sala de aula invertida, dentre outras.

- **Ensino sob Medida (EsM):** Essa metodologia de ensino “consiste em uma abordagem pedagógica que exige respostas dos alunos a perguntas relacionadas a uma aula vindoura, com algumas horas de antecedência, usando um sistema de gerenciamento de cursos on-line” (STUDART, 2019, p. 14). Ele auxilia tanto na preparação dos professores, assim como dos estudantes, já que há um estudo antecedente a aula.
- **Sala de aula invertida:** A metodologia correspondente a sala de aula invertida, em suma, consiste em buscar uma nova maneira de tratar o ensino, uma vez que “aquilo que é feito na aula é agora feito em casa e o que é tradicionalmente feito como tarefa de casa (homework) é agora complementado na aula” (STUDART, p. 12, 2019).

## PROCEDIMENTOS

- Essa sequência didática é composta por 06 aulas.
- Cada aula possui cerca de 45 minutos.
- Turma: 3º ano 02.

**Aula 01:** *Conhecendo sobre a Astrofísica e sobre ciência.*

- Neste primeiro momento, por meio de uma apresentação em slides (APÊNDICE 01), conversar com os estudantes sobre os seguintes tópicos (registrar as respostas no quadro):
  - O que é ciência?
  - Qual a imagem de um cientista?
- A partir das respostas dos estudantes, estabelecer um diálogo breve sobre o que é ciência e suas características. Existe um método científico? - com uma abordagem e apresentação mais superficial e direta, tendo em vista que será dedicada mais uma aula para retomar e discutir o assunto a partir das apresentações e história das astrofísicas.
- Em seguida, abrir espaço para a discussão sobre a área de estudo da Astrofísica - vocês conhecem a Astrofísica?; o que vem à cabeça quando falamos de Astrofísica? (registrar as respostas no quadro).
- Então, apresentar uma definição para a Astrofísica, e apresentá-la como um campo e área científica.
- Contextualizar e citar personagens (masculinos e femininos) envolvidos na Astrofísica -> tanto a participação masculina, mas evidenciando o papel da mulher na ciência.
- Introduzir a atividade:
  - Apresentar 5 nomes femininos na ciência -> Henrietta Swan Leavitt, Cecilia Helena Payne-Gaposchkin, Jocelyn Bell Burnell, Vera Cooper Rubin e Andrea Mia Ghez.
  - Formação de 5 grupos, no qual cada grupo escolherá uma das astrofísicas indicadas para realizar um trabalho na aula seguinte.
  - Caso sobre tempo, será entregue uma folha com instruções do trabalho (seção *materiais didáticos e avaliação*, APÊNDICE 02) - material contendo a proposta do trabalho com os objetivos, critérios de avaliação etc, que em uma próxima aula, será feita a leitura e explicação da proposta para os estudantes. Também será apresentado ao grupo uma inspiração/modelo para a montagem do próprio infográfico (APÊNDICE 03).

- Tarefa: Solicitar que os estudantes já iniciem a pesquisa sobre a astrofísica - sempre mediando e destacando sobre a importância de fontes adequadas de pesquisa.

**Aula 02:** *Tempo disponível para a elaboração do trabalho.*

- Aula disponível para a elaboração da atividade e para os alunos tirarem as dúvidas.
- Caso necessário, entregar material de consulta para os estudantes realizarem a atividade. Cada grupo receberá um material correspondente a astrofísica que escolheu, caso encontre dificuldades para encontrar material para a pesquisa ou dificuldades para encontrar fontes de consulta (seção *recursos didáticos*, APÊNDICE 04).

*Atividade avaliativa:* solicitar que, com base nas suas pesquisas e/ou materiais disponibilizados, que os estudantes elaborem um infográfico sobre a astrofísica escolhida, para posterior divulgação na escola. O infográfico será elaborado com base em algumas questões e critérios previamente estabelecidos. Os alunos devem entregar um infográfico com as características da astrofísica, realizar a socialização deste para com o restante da turma e dispor seu trabalho para exposição na escola. As características e material de apoio para a elaboração da atividade estão na seção de recursos didáticos, no APÊNDICE 02.

Obs.: Antes das próximas aulas, solicitar que os estudantes enviem uma prévia da pesquisa e do material que iniciaram na última aula (até dois dias depois da aula, por e-mail), para que já se tenha uma prévia do andamento da produção.

**Aula 03:** *Tempo disponível para a elaboração do trabalho.*

- Aula destinada para a elaboração da atividade, para os alunos tirarem as dúvidas e para apresentarem uma prévia do trabalho. A depender do andamento, a apresentação já pode iniciar nesta aula.

Obs.: antes das próximas aulas, solicitar que os estudantes enviem o material pronto, até uns 3 dias antes, por e-mail, para a realização das correções.

**Aula 04 e 05:** *Apresentação dos trabalhos.*

- Apresentação dos trabalhos. Ao final de cada apresentação, uma breve fala sobre a mulher, caso seja necessário acrescentar mais alguma informação.

*Tarefa:* Ao final das apresentações, será entregue aos estudantes, uma folha com questões (APÊNDICE 05) cujos temas envolvem as apresentações e o tema de ciência (discutido na primeira aula), para refletirem e responderem. Conversa e correção na próxima aula.

**Aula 06:** *Conversa final sobre as astrofísicas, estabelecendo um diálogo com a ciência.*

- Com uso de uma apresentação em slides (APÊNDICE 06):
  - Estabelecer um diálogo com os estudantes sobre quais as características e semelhanças de cada astrofísica.
  - Após elencar as características e semelhanças, traçar uma conversa sobre ciência, buscando os elementos e as características já elencadas na primeira aula, o que não é ciência, o papel feminino na ciência - suas dificuldades na época e as que meninas ainda enfrentam hoje -, tomando como base a história das astrofísicas.
  - Divulgar espaços disponíveis para a entrada de meninas na Ciência, além de espaços já destinados para essa finalidade (projeto Meninas na Ciência, da UFSC; projeto Vai ter meninas na Ciência, evento da USP que ocorrerá ainda este ano, online; além das Universidades em geral, contendo diversos cursos técnicos e superiores em diversas áreas, incluindo a das ciências da natureza).
    - Caso haja necessidade, no final da aula entregar a atividade de recuperação - que é refazer o infográfico - para as pessoas ou grupos que não atingiram a nota. Recuperação com prazo de entrega na próxima aula.

**Aula 07:** *Aplicação do questionário avaliativo da proposta.*

- Alunos utilizarão a aula para responderem ao questionário avaliativo da sequência e para a entrega das notas de recuperação, para quem precisar.

## **RECURSOS DIDÁTICOS**

### **APÊNDICE 01**

A apresentação de slides da aula 01 pode ser acessada através do link:  
[https://drive.google.com/file/d/1AnjzSRd7-Fw\\_ODsqmo4JnJBct1wr63lm/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1AnjzSRd7-Fw_ODsqmo4JnJBct1wr63lm/view?usp=sharing)

### **APÊNDICE 02**

A proposta avaliativa com as instruções da avaliação está disponível para acesso em:

<https://docs.google.com/document/d/1KP9XrahmAh-Crq5V1ECLJfON-wGhs791/edit?usp=sharing&oid=114747627452887949602&rtpof=true&sd=true>

### **APÊNDICE 03**

"A coisa importante é não parar de questionar. A curiosidade tem suas próprias razões para existir. (...) Nunca perca a sagrada curiosidade."

### Um pouco da vida de Einstein:

- Trabalhou por anos em um escritório de patentes, logo após se formar em Licenciatura em Física, em 1900;
- 1905 - Apresenta uma nova proposta para conciliar a mecânica com o eletromagnetismo - Relatividade Restrita. Esse ano, ficou conhecido como ano miraculoso;
- Revolucionou a Física, indo contra a teoria de Newton, até então aceita;
- 1915 - Criação da Relatividade Geral;
- A partir da sua teoria do fóton, para a luz, refutou a teoria e a possibilidade de existência do éter - meio de propagação da luz;
- 1925 - Com os experimentos de Hans Geiger, Walther Bothe e do efeito Compton (1923), que foi corroborada a ideia dos quanta de luz - que supôs ser "radiação eletromagnética na região de alta frequência";
- Deduziu também uma maneira de se calcular o número de Avogadro - cerca de  $6 \times 10^{23}$ .

**Teoria da Relatividade Geral:** fornece-nos "uma descrição da gravidade como uma propriedade geométrica do espaço-tempo. Em particular, a 'curvatura do espaço-tempo' está diretamente relacionada à energia e ao momento de qualquer matéria e energia presente. Ela aponta para a existência de buracos negros, para a curvatura da luz em campos gravitacionais e para a existência de ondas gravitacionais". (AGUIAR, 2018, p.1)



# ALBERT EINSTEIN

PROFESSOR DE FÍSICA E ESTUDIOSO

14 de março de 1879 - 18 de abril de 1955

**Efeito Fotoelétrico:**  
Elétrons são arrancados de uma superfície metálica devido a incidência de radiação.

$$E = mc^2$$

Com essa fórmula - talvez, a mais famosa da Ciência - Einstein fundiu as leis da conservação da massa e da energia.

1905 publica quatro artigos na revista **Annalen der Physik**: o 1º propondo a hipótese dos quanta de luz, o 2º sobre o movimento browniano, cujas leis possibilitaram a constatação e afirmação da existência física dos átomos, o 3º sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento que introduz a teoria da relatividade restrita e o 4º sobre uma consequência importante desta teoria, a inércia da energia ou  $E=mc^2$ .

"Eu não sou nem especialmente inteligente, nem especialmente dotado. Sou apenas curioso, muito curioso".

?

### VOCÊ SABIA?

A descoberta da lei do efeito fotoelétrico deu a Einstein o prêmio Nobel de Física de 1921. Ao contrário do que muitos pensam, ele não recebeu nenhum Nobel pela Teoria da Relatividade.

1919 - Medidas retiradas com a observação do eclipse solar total, em Sobral - BR, corroboraram a ideia de deflexão da luz pelo campo gravitacional do Sol. Einstein acerta outra vez!

#### APÊNDICE 04

Os materiais para consulta dos estudantes serão diferentes, uma vez que cada grupo terá uma astrofísica diferente e conseqüentemente, materiais diferentes. Para acessar o documento com os materiais selecionados para a pesquisa dos estudantes, clique em: [https://drive.google.com/file/d/1YrjCTWri\\_ZMmAoyitRi5\\_LAZMIE-hRh1/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1YrjCTWri_ZMmAoyitRi5_LAZMIE-hRh1/view?usp=sharing)

#### APÊNDICE 05

A questões para a conversa na aula 06, sobre as astrofísicas e ciência, podem ser visualizadas acessando o link: <https://drive.google.com/file/d/1XQMQzXW0QiNPNdm8YfcATLiSSTOuM1CJ/view?usp=sharing>

#### APÊNDICE 06

Os slides para a conversa da aula 06, pode ser visualizado através do link: <https://drive.google.com/file/d/1IZOZHIL1jdWA-4qE1xzikydmgrwllTyg/view?usp=sharing>

#### AVALIAÇÃO

*O material com as instruções da avaliação está disponível para acesso em:* <https://docs.google.com/document/d/1KP9XrahmAh-Crq5V1ECLJfON-wGhs791/edit?usp=sharing&oid=114747627452887949602&rtpof=true&sd=true>

#### REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.
- FONSECA, Sandra Medeiros; MATTAR, João. Metodologias ativas aplicadas à educação a distância: revisão da literatura. **Revista EDaPECI**, v. 17, n. 2, p. 185-197, 2017.
- STUART, Nelson. Inovando a ensinagem de física com metodologias ativas. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 3, p. 1-24, 2019.

## APÊNDICE B - Material complementar para uso do professor e dos estudantes.

### Estrelas variáveis - variáveis cefeidas

#### O que são estrelas variáveis?

São estrelas cujo **brilho varia com o tempo**. A pulsação varia com o tempo, fazendo-as terem mais ou menos brilho. Cefeidas que variam rapidamente (ou seja, têm um período de pulsação curto) têm luminosidades mais baixas. Já as de período longo são as mais luminosas

**A variação no brilho:** mudanças na **temperatura e tamanho** da estrela.

Henrietta, ao estudar as Nuvens de Magalhães, que são duas galáxias anãs satélites que orbitam a Via Láctea, estabeleceu a relação matemática "**período-luminosidade**" - que permite calcular a distância das galáxias até a nossa (por meio da medida de magnitude aparente (o brilho das estrelas pode ser expresso por um sistema de magnitudes)+ período de pulsação + luminosidade).

Luminosidade: quantidade de energia que uma estrela emite em um período de tempo.

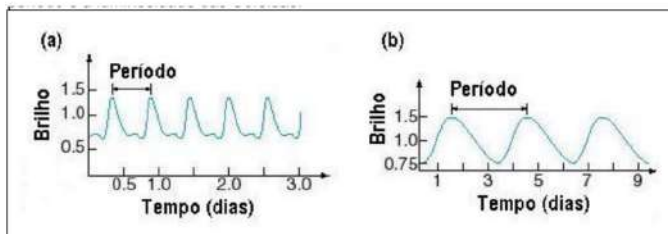
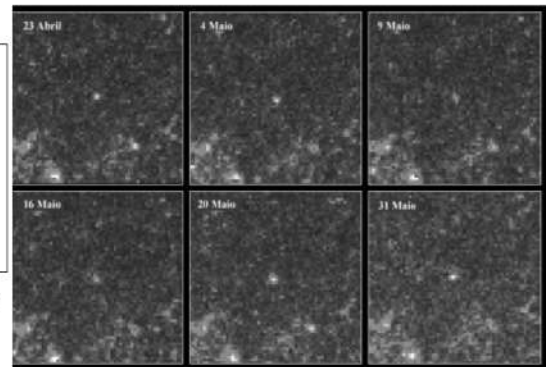
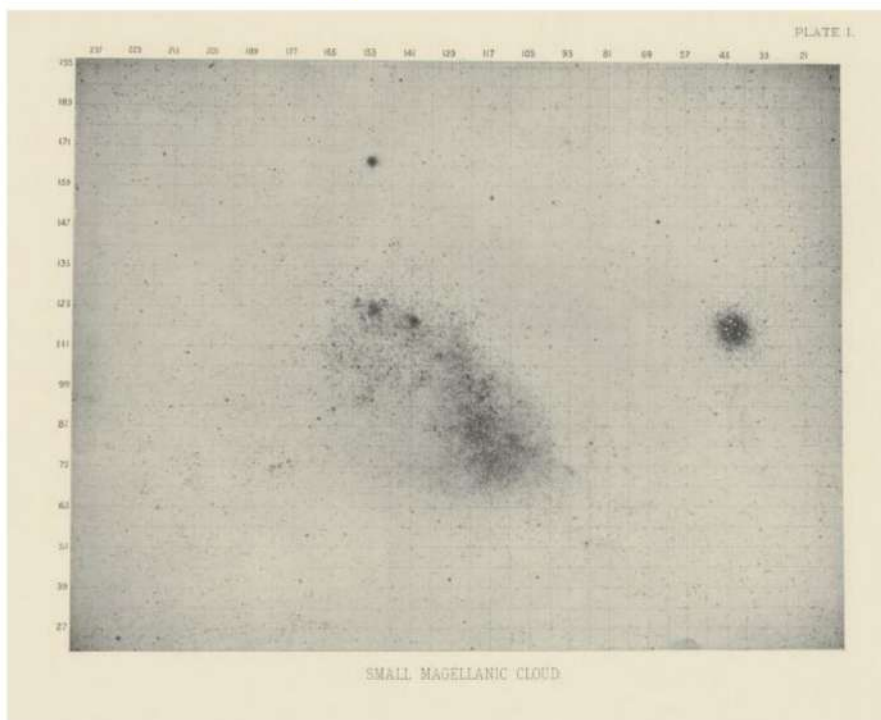


Figura 3 – Curvas de luz para (a) variável RR Lyrae, (b) Cefeida; (c) superposição de imagens mostrando variação no brilho de variável Cefeida (Chaisson & McMillan, *Astronomy*, fig. 14.4, p. 396).



### Chapa fotográfica - Nuvem de Magalhães



#### Fontes:

<https://jornal.usp.br/atualidades/nuvens-de-magalhaes-sao-galaxias-anas-que-orbitam-a-via-lactea/>

<file:///home/usuario/Downloads/37138-Texto%20do%20artigo-110592-1-10-20181004.pdf>

<http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/apostila/cap13.pdf>

<http://astro.if.ufrgs.br/vialac/M100CphB.jpg>

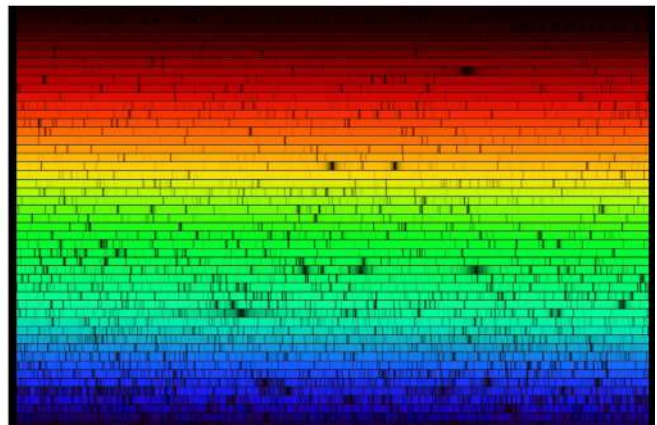
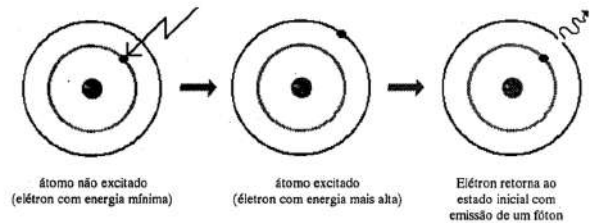
## Variação das linhas de absorção dos espectros estelares

Teoria da ionização térmica de Saha:

- Em linhas gerais, a teoria da ionização térmica relaciona o grau de ionização da matéria com a temperatura estelar, processo que exerce influência direta na formação e no aspecto dos espectros estelares. São os espectros que permitem a análise de diferentes propriedades das estrelas, como a própria temperatura, pressão, densidade e composição, o que exemplifica a importância de conhecer profundamente as etapas de sua formação para extrair adequadamente esses dados.

Fontes:

<https://www.if.ufrgs.br/tef/fis02001/aulas/Aula17-122.pdf>  
<http://lilith.fisica.ufmg.br/~guerrero/notas-fis004/05-Distribuicao-Energia-Linhas-Espectrais.pdf>  
<https://planeta.rio/espectro-a-digital-das-estrelas/>  
<https://www.scielo.br/rbef/a/hYmtbhfpNmyKrDXGwjpcg3b/?format=pdf&lang=pt>



## Variação das linhas de absorção dos espectros estelares

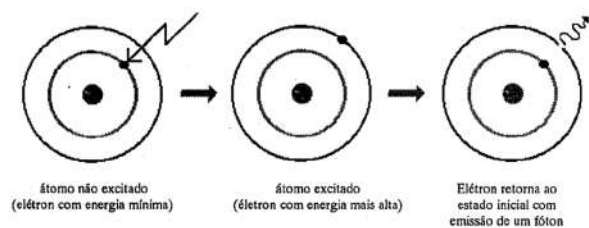
Estudo da **variação das linhas espectrais** → composição das estrelas.

Payne concluiu que **Hidrogênio e Hélio** eram muito mais abundantes que os demais elementos nas estrelas.

Significa que o Sol - sendo ele uma estrela - é composta por Hidrogênio e Hélio.

Você obtém o espectro (linhas espectrais) - níveis de energia do elétron, que pulam de uma camada a outra emitindo ou absorvendo energia - frequência associada (comprimento de onda, cor). Cada linha escura é a presença de um elemento químico na atmosfera da estrela, mas tudo isso também depende da temperatura da estrela.

teoria da ionização térmica de Saha:



## Estrelas de nêutrons e pulsares

### O que são estrelas de nêutrons?

São estrelas cujos **núcleos** são compostos por **nêutrons**. Elas se originam de uma **explosão supernova** em condições específicas. Ou seja, são **estrelas mortas**, mas extremamente densas, onde somente nêutrons conseguem se manter, e podem girar extremamente rápido.

### O que são pulsares?

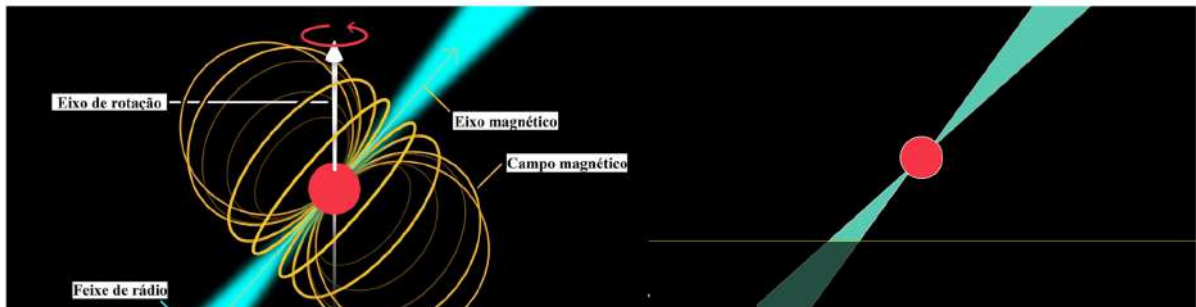
São estrelas de nêutrons com **campos magnéticos muito intensos**, que giram e que **emitem radiação**, como um farol de navegação. São gerados a partir da **explosão de supernovas**.

#### Fontes:

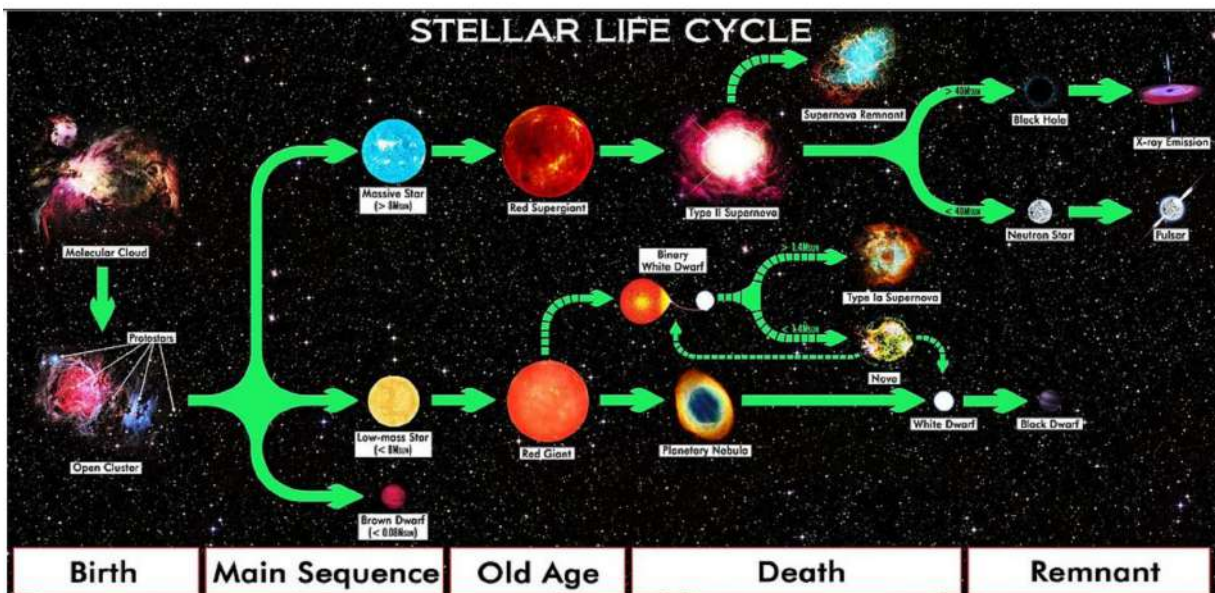
<http://cfp.ufcg.edu.br/portal/index.php/textos-de-divulgacao/512-pulsares-farol-no-ceu-dos-astronomos>

<http://portal.if.usp.br/imprensa/pt-br/node/2934>

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/236851/PECT0508-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>



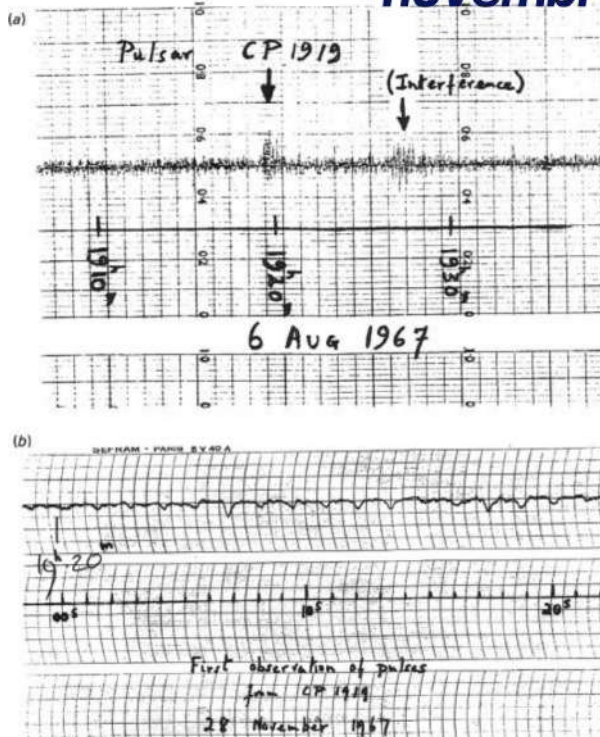
## Ciclo de vida estelar



Fluxos de evolução da estrela de acordo com a sua massa.

Fonte: <http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/04/04.01.38/doc/publicacao.pdf>

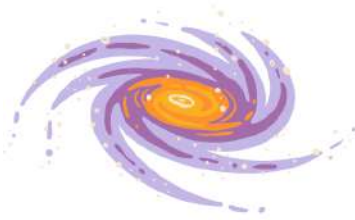
## Registro casual do sinal em agosto e novembro de 1967.



## Radiotelescópio



## Galáxias e matéria escura



Andrômeda.

**Fontes:**

<http://www.if.ufrgs.br/oei/hipexpo/galaxias.pdf>

<https://www.jpl.nasa.gov/images/pia15416-andromeda>

### O que são galáxias?

As galáxias são **gigantescos sistemas** formados por **bilhões de estrelas**. Algumas contêm grande quantidade de **gás e poeira**, formando estruturas de **braços espirais**, onde novas estrelas são formadas.

Vera percebeu que a **velocidade de órbita das estrelas** na galáxia era a mesma em qualquer parte dela (ao contrário do que se esperava com a Lei da Gravitação Universal). Então, por que isso está acontecendo? Justamente porque existe uma "**matéria invisível**" que está fazendo isso acontecer.

### Mas o que é a tal da matéria escura?

Ninguém sabe ainda! Mas, Vera Rubin trouxe evidências de sua existência quando realizou suas observações e estudos com a galáxia **Andrômeda** - localizada a 2,54 milhões de anos-luz de distância da Terra.

## Buracos negros

### O que são buracos negros?

São devoradores cósmicos com uma singularidade em seu interior, constituindo uma tal distorção do tecido espaço-temporal que, uma vez dentro dele, nenhuma matéria, raio de luz ou qualquer outra forma de energia consegue escapar.

É uma região do espaço onde há tanta massa concentrada que é impossível a qualquer corpo fugir à sua força gravitacional.

### Pesquisa da Mia Ghez:

Sua pesquisa, juntamente com o astrofísico **Reinhard Genzel**, mostrava que no centro da Via Láctea, várias estrelas orbitam um objeto muito massivo e invisível, isto é, um buraco negro.

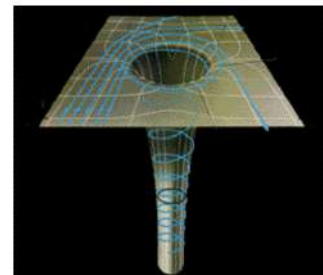


**Fontes:**

<https://www.feis.unesp.br/#!/departamentos/fisica-e-quimica/grupo-de-pesquisa/gaais/corpos-celestes/buracos-negros/>



Buraco negro.



## ANEXOS

## ANEXO A – Infográficos produzidos pelos estudantes.

“A ciência é competitiva, agressiva, exigente.  
Também é imaginativo, inspirador e edificante.”

Um pouco da vida de Vera:

Vera Rubin, uma destacada astrônoma nascida em 1928 na Filadélfia, EUA, deixou um marcante legado ao lutar fervorosamente pela valorização das mulheres no âmbito da pesquisa científica. Sua visão, compartilhada em uma entrevista de 1989, era clara: a liberdade e a igualdade de oportunidades devem ser cultivadas desde cedo nas meninas, encorajando-as a buscar o conhecimento que desejam.

Desde a infância, Vera Rubin já se encantava com o céu, dedicando noites a observar atentamente as estrelas. Contando com o apoio de seu pai, um engenheiro elétrico, construiu seu próprio telescópio. Ingressou na Vassar College, onde se tornou a única aluna mulher de astronomia em sua turma, consolidando sua formação como astrônoma. Mais tarde, buscou fazer seu mestrado na Universidade de Princeton, porém, sem receber resposta, uma vez que a instituição não admitia mulheres. Determinada, seguiu seu caminho acadêmico, obtendo mestrado na Universidade de Cornell e doutorado na Universidade de Georgetown. Durante esse percurso, apresentou estudos pioneiros sobre o movimento das galáxias, estudos estes que somente foram reconhecidos décadas mais tarde.

Vera Cooper teorizou junto com seu parceiro de estudo Kent Ford a evidência de uma matéria invisível, essas evidências foram dadas a partir dos seus estudos e observações sobre as galáxias. Eles, observando a galáxia de Andrômeda, conseguiram visualizar que as estrelas mais distantes do centro giravam na mesma velocidade que as mais próximas do centro, tendo como influência uma matéria invisível, a chamada de Matéria Escura. Sendo assim, as observações realizadas por Vera Rubin foram contrárias ao esperado pela gravitação de Newton, que nos diz que basicamente quem está mais próximo do centro da galáxia tem velocidade maior do que quem está mais distante, isso se dá por sua força gravitacional.



# VERA FLORENCE COOPER RUBIN

ASTRÔNOMA E RAINHA DAS GALÁXIAS

23 de julho de 1928 a  
25 de dezembro de 2016

As mulheres sempre enfrentaram dificuldades em fazer carreira no campo das exatas. Por isso, as cientistas pioneiras são motivos de inspiração. Uma delas é Vera Rubin, que rompeu barreiras: foi a astrônoma responsável pela comprovação da existência de matéria escura no espaço.

“É sabido que estou disponível vinte e quatro horas por dia para mulheres astrônomas.”

O que são Galáxias?

Galáxias são sistemas formados por uma vasta quantidade de estrelas, poeira, gases e matéria escura. Esse conjunto de elementos é unido pela força da gravidade.

O que é matéria Escura?

Matéria escura é a denominação dada a uma grande quantidade de matéria de natureza desconhecida cujo efeito afeta gravitacionalmente a dinâmica das galáxias e do próprio Universo.

VOCÊ SABIA?

Sem Nobel

As contribuições de Vera para a ciência foram revolucionárias. Apesar disso, ela nunca foi ganhadora do Nobel da Física, o reconhecimento mais importante da área. Até 2018, somente três mulheres receberam o prêmio, mesmo com mais de 200 ganhadores desde 1901.

Referências:  
iastro.pt;  
www.ufmg.br

Desenvolvido por

# SUSAN JOCELYN BELL BURNELL



## MULHER QUE ACREDITOU EM MULHERES

Nasceu no dia 15 de julho de 1943 (idade 80 anos), em Belfast, Irlanda do Norte.

- Formada em física em 1965 na Universidade de Glasgow.
- Pós-graduada na Universidade de Cambridge. (Onde começou a estudar radioastronomia.)

## DESCOBRIU OS PRIMEIROS PULSARES EM 1967.

Você sabia que a primeira vez que ela detectou os pulsares, ela e seus colegas pensaram estar se comunicando com extraterrestres?? Mas no fim não era nada disso, eram pulsares!!

Em 2014, Jocelyn Bell Burnell fez história ao se tornar a primeira mulher presidente da Royal Society of Edinburgh, o órgão profissional mais antigo do mundo para cientistas.

## O QUE É UMA ESTRELA DE NÊUTRONS?

Quando uma estrela muito mais massiva que o Sol morre, acaba deixando para trás um denso núcleo, que é comprimido e se transforma em uma ESTRELA DE NÊUTRONS.

## MAS, AFINAL, O QUE SÃO PULSARES?

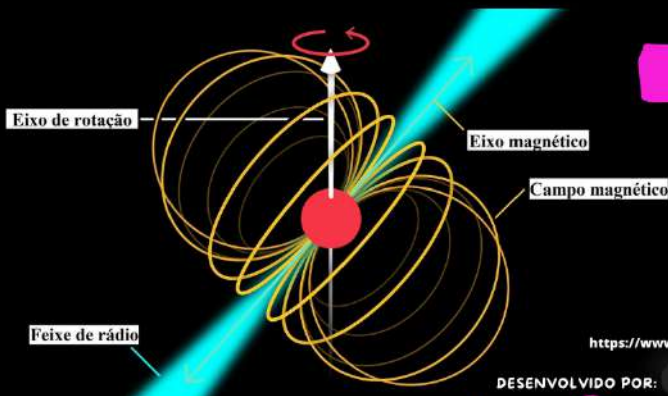
São estrelas de nêutrons com campos magnéticos muito intensos, que giram em frequências altíssimas e que emitem radiação.



Radiotelescópio que Jocelyn utilizou para detectar os pulsares, instrumento que ela também auxiliou a construir.

## ALGUMAS PREMIAÇÕES/MEDALHAS:

- Grande médaille de l'Académie des sciences (2018)
- Fundamental Physics Prize (2018)
- Medalha Copley (2021)



Referências: [https://www.if.ufrgs.br/oei/stars/neutron\\_st/neutrst.htm](https://www.if.ufrgs.br/oei/stars/neutron_st/neutrst.htm)  
<https://gaiaciencia.com.br/o-que-sao-pulsares-espaco-fisica>  
<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/2517/pdf>  
<https://www.galeriadometeorito.com/2016/12/como-funcionam-os-radio-telescopios.html>

DESENVOLVIDO POR:

## Um pouco da vida de Henrietta:

- Nasceu em Lancaster, Massachusetts.
- Henrietta Swan Leavitt foi uma astrônoma extremamente importante na história da ciência.
- Leavitt contribuiu para a ciência ao descobrir a relação entre o período das estrelas variáveis Cefeidas e sua luminosidade intrínseca, permitindo a medição de distâncias cósmicas mais precisas.
- Em 1921, Leavitt foi nomeada chefe do departamento de fotometria estelar. No fim daquele ano morreu de câncer.
- Filha de Geoge Roswell Leavitt e Henrietta Swan.
- Sua formação: Radcliffe College, Oberlin College e Harvard. Henrietta estudou um amplo currículo que incluía latim e grego clássico, artes, filosofia, análise geométrica e cálculo.

## Henrietta Leavitt, a mulher que descobriu uma régua cósmica

Henrietta descobriu um fato importante nas variáveis cefeidas das Nuvens de Magalhães: as variáveis de maior brilho possuíam um período grande e as de menor brilho um período pequeno. E a relação entre brilho e período era muito simples, o brilho era diretamente proporcional ao período. Como as estrelas estavam todas à mesma distância da Terra, pois se localizavam nas Nuvens de Magalhães, a relação entre o brilho aparente, que ela media, e o período era, na verdade, uma relação entre brilho intrínseco -- ou absoluto -- e período. Esta relação é também chamada de relação "período-luminosidade".

# Henrietta Leavitt

04 de julho de 1868 - 12 de dezembro de 1921

Foi uma das "mulheres computador", fazendo parte da equipe de Pickering.

## Você sabia?

As variáveis cefeidas têm este nome porque a primeira delas foi descoberta na constelação de Cefeu. A estrela era a quarta mais brilhante da constelação, e por isto denominada, conforme a convenção em astronomia, de Delta Cephei (ou, Delta de Cepheus). Elas são definidas pelo seu grande brilho e são estrelas surrigrantes, as quais possuem luminosidades intrínsecas milhares de vezes maiores que a luminosidade do Sol de 4 a 15 vezes mais massiva e de 100 a 30 000 vezes mais brilhante que o Sol. A luminosidade desse tipo de estrela varia de 0,1 a 2 magnitudes em um período bem definido, compreendido entre 1 e 100 dias.

Estudando a Pequena Nuvem de Magalhães, Henrietta estabeleceu a relação entre o período e a luminosidade das estrelas cefeidas, permitindo que elas fossem usadas como referência em outras observações. Essa relação matemática foi utilizada por Edwin Hubble para calcular a distância da galáxia Andrômeda até a nossa. A partir disso, Hubble também percebeu que o universo está se expandindo.

- No começo não recebeu salário, depois de um tempo começou a receber 30 centavos de dólar por hora.
- Descobriu e catalogou 1777 estrelas variáveis situadas nas Nuvens de Magalhães.

## Honrarias

A astrônoma deixou um grande legado e seu método das variáveis cefeidas continua sendo uma ferramenta moderna de medida de distâncias cósmicas.

Sua morte quase não deixou qualquer repercussão entre seus pares: a tal ponto que quando, em 1925, o matemático sueco Gösta Mittag-Leffler lhe escreveu uma carta: "Honrada Srta. Leavitt, sua admirável descoberta me impressionou tão profundamente que me sinto seriamente inclinado a nomeá-la para o Prêmio Nobel de Física de 1926", ele teve que ser informado de que ela já estava morta há quatro anos. Como o Prêmio Nobel não é concedido postumamente, Leavitt nunca recebeu sua indicação.

### Referências:

<https://jornal.usp.br/fotocollabor/fotocoop-astronoma-do-escuro-19-que-mediu-a-historia-da-cosmologia/>  
<https://www.gov.br/eb/pt-br/central-de-contudo/publicacoes/instagram-do-periodo-de-defesa-eleitoral-2022/historia-henrietta-leavitt>  
<https://www.nasa.gov/henrietta-leavitt-%E2%80%95-celebrating-forgotten-astronomer>  
<https://lites.google.com/site/usanewscoop/henrietta-swain-leavitt-award1231456>

Desenvolvido por:

CECILIA PAYNE FOI UMA ASTRÔNOMA DO SÉCULO XX QUE DESCOBRIU QUE AS ESTRELAS ERAM COMPOSTAS POR GASES LEVES COMO HIDROGÊNIO E HÉLIO. ELA SE FORMOU EM CIÊNCIAS DA NATUREZA, COM ÊNFASE EM BOTÂNICA, QUÍMICA E FÍSICA, EM 1919, NA NEWNHAM COLLEGE, INSTITUIÇÃO DA UNIVERSIDADE DE CAMBRIDGE. ASSIM, DESEJANDO SEGUIR NA CARREIRA ACADÊMICA, ELA SE MUDA PARA OS ESTADOS UNIDOS EM 1923 E PASSA A TRABALHAR NO HARVARD COLLEGE OBSERVATORY COM AS CHAMADAS "COMPUTADORES DE HARVARD".



ELA NASCEU NO DIA 10 DE MAIO DE 1900, EM WENDOVER, INGLATERRA. E FALECEU AOS 79 ANOS, NO DIA 7 DE DEZEMBRO DE 1979, EM MASSACHUSETTS, ESTADOS UNIDOS.

SEU TRABALHO CONSISTIU EM ANALISAR OS ESPECTROS DE ESTRELAS E, COM ISSO DETERMINOU QUE SUA COMPOSIÇÃO QUÍMICA É, EM MAIORIA, COMPOSTA DE HIDROGÊNIO E HÉLIO. CONTUDO, NA ÉPOCA, AINDA NÃO SE SÁBIA EXPLICAR O QUE GERAVA AS FAIXAS ABSORÇÃO E EMISSÃO, NEM DE QUE ELEMENTOS QUÍMICOS AS ESTRELAS ERAM FEITAS. COM ISSO, PAYNE NOTOU QUE OS ESPECTROS DAS ESTRELAS POSSUÍAM TAIS FAIXAS NAS MESMAS REGIÕES QUE OS ESPECTROS DE HIDROGÊNIO E HÉLIO QUANDO QUEIMADOS, CONCLUINDO QUE AS ESTRELAS ERAM FEITAS DESSES ELEMENTOS. COM SUA PESQUISA, ELA IA CONTRA A IDEIA DA ÉPOCA DE QUE AS ESTRELAS TERIAM ELEMENTOS MAIS PESADOS, COMO O FERRO, DE FORMA MAIS NUMEROSA NA SUA COMPOSIÇÃO.

PRÊMIOS: PRÊMIO ANNIE J. CANNON DE ASTRONOMIA-1934  
MEDALHA RITTENHOUSE-1981  
HENRY NORRIS RUSSEL LECTURESHIP-1978

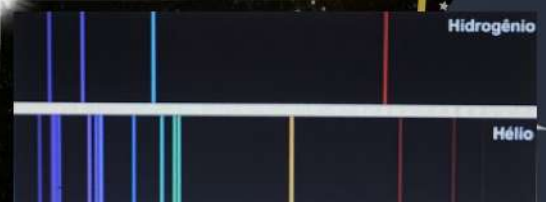
CECILIA PAYNE

L'astronome qui a fait parler les étoiles

VOCÊ SABIA QUE NA FASE FINAL DE VIDA DAS ESTRELAS TEMOS ALGUMAS CONDIÇÕES PARA CADA UMA DELAS, VEJAMOS A SEGUIR: A MAIOR PARTE DAS ESTRELAS, CUJAS MASSAS SÃO DE  $0,5M_{\odot}$  (METADE DA MASSA DO SOL) ATÉ  $2,5M_{\odot}$ , SÃO COMPOSTAS DE HÉLIO E HIDROGÊNIO, OS ELEMENTOS MAIS ABUNDANTES DO UNIVERSO.

UMA CURIOSIDADE, ISSO ACONTECE, PORQUE ESSAS ESTRELAS NÃO TEM TEMPERATURA E NEM GRAVIDADE SUFICIENTES PARA FUNDIR ELEMENTOS MAIS PESADOS.

QUANDO AS ESTRELAS SÃO MUITO MASSIVAS: ENTRE  $5M_{\odot}$  E  $10M_{\odot}$  - COMO AS SUPERGIGANTES, NO SEU INTERIOR SÃO FORMADOS ELEMENTOS MAIS PESADOS QUE O HÉLIO.



Aqui nós vemos os espectros dos elementos químicos Hidrogênio e Hélio, que foram utilizados por Payne para comparar com o espectro das estrelas e determinar a composição química delas.

Desenvolvido por:

# Andrea Mia Ghez

será que você sabe mesmo?

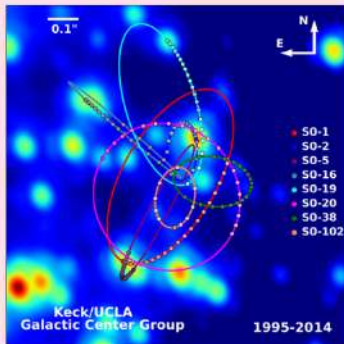
Astrofísica também é feminina! 💖

## COMO FOI SUA VIDA? Biografia



Andrea Mia Ghez é uma astrônoma americana conhecida por seu trabalho na descoberta do buraco negro supermassivo no centro da nossa galáxia, a Via Láctea. Ela foi premiada com o Prêmio Nobel de Física em 2020 por suas contribuições nessa área.

Nasceu em 1965 em New York City (USA)



As órbitas de estrelas em volta do buraco negro supermassivo da Via Láctea.

## ESTUDOS Vida acadêmica

Obteve um bacharel em física no Instituto de Tecnologia de Massachusetts em 1987 e um doutorado em 1992 no Instituto de Tecnologia da Califórnia, orientada por Gerry Neugebauer.

## O QUE FEZ? Pesquisa acadêmica

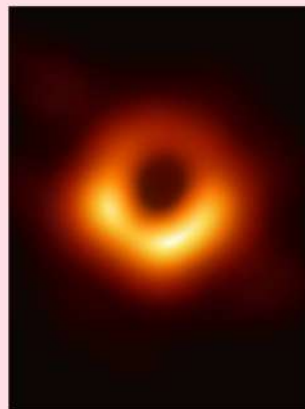
A pesquisa de Andrea emprega técnicas de imagem de alta resolução espacial, como o sistema óptico adaptativo nos telescópios Keck, para estudar as regiões de formação de estrelas próximo ao centro da Via Láctea o que levou a descobrir um buraco negro supermassivo no centro da galáxia.

## TEM MAIS SOBRE? Curiosidades

Ainda quando criança se mudou para Chicago onde frequentou a escola-laboratório da Universidade de Chicago. Quando pequena desejava se tornar bailarina porém o pouso na lua do programa Apollo a inspirou a querer ser a primeira astronauta mulher. Sua mãe sempre a encorajou a seguir esse objetivo e Ghez tinha como modelo feminino influente sua professora de química do ensino médio.

## CONQUISTAS Honrarias

- Prêmio Annie J. Cannon de Astronomia (1994)
- Prêmio Newton Lacy Pierce de Astronomia da American Astronomical Society (1998)
- Prêmio Maria Goeppert-Mayer da American Physical Society (1999)
- Prêmio Sackler (2004)
- Prêmio Crafoord de Astronomia (2012)
- Prêmio Nobel de Física (2020)



Buraco negro? é uma região no espaço de massa tão grande que nem mesmo a luz consegue escapar.

Essa imagem é do buraco negro que se localiza no centro da galáxia Messier 87 (M87).

Referências:  
<https://schptier.ufpr.br/porta/2022/12/10/mulher-es-no-optica-andrea-ghez-e-o-nobel/>  
<https://www.astro.ucla.edu/~ghez/>  
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2020/ghez/facts/>  
<https://fisica.net/biografias/em-16-06-andrea-gh-ez>

*ANEXO B - Perguntas e respostas dos estudantes ao questionário escrito (cada estudante foi nomeado com uma letra do alfabeto).*

**Questão 1:** O que você mais gostou das aulas sobre astrofísicas na ciência?

- A - Por ter sido apresentado coisas/assuntos que não temos normalmente.
- B - Gostei muito da forma como a professora complementou e explicou sobre os assuntos no decorrer das aulas. O conteúdo foi muito bem desenvolvido.
- C - Gostei de aprender sobre mulheres da Física, suas descobertas, pesquisas e também a vida pessoal de cada uma, o que ajuda a desconstruir a ideia de que físicos vivem inteiramente a vida acadêmica.
- D - Novas informações e conhecimentos sobre a área (astrofísica) e incentivo para seguir a ciência.
- E - Bom, foi a diversificação do tema e trabalho e pegando uma pesquisa diferente e até bem esquecida falando sobre as mulheres na astrofísica tendo coisas no conteúdo.
- F - As apresentações e pesquisas.
- G - Saber que mulheres também tiveram importância na área da ciência e reconhecimentos em pesquisas e descobertas tão grandes.
- H - Gostei de conhecer mais sobre o universo que era algo que eu já gostava, também de conhecer as mulheres astrofísicas e saber que pode acontecer, que mulheres também podem.
- I - O que mais gostei foram as discussões em sala de aula, o debate entre os colegas.
- J - A influência das mulheres na ciência, afinal nem sabia que existiam tantas mulheres nesse meio.
- K - Os assuntos que tivemos, mais conhecimento.
- L - Gostei porque representaram bastante as mulheres.
- M - Gostei de tudo, das explicações e da professora e que falou das mulheres.
- N - Conhecimento.
- O - Conhecer mais astrofísicas e saber que tem mulheres que ganharam lugar na ciência.
- P - O trabalho sobre as mulheres na astrofísica.

- Q - Das apresentações das mulheres.
- R - Sobre as dinâmicas das aulas.
- S- Poder compreender um pouco sobre o nosso imenso universo, sobre as estrelas, as galáxias, buracos negros. Até porque é um assunto que eu, particularmente, gosto muito.
- T - Sobre o modo que elas descobriram as coisas. Gostei da parte das estrelas.
- U - Eu gostei das suas explicações (explicações da professora), ajudou a entender melhor sobre as astrofísicas e foi um aprendizado muito grande.
- V - Gostei de como dentro de um único assunto, existe uma variedade de temas, de como existem várias mulheres dentro da ciência e de como elas ficaram conhecidas no ramo.
- W - O fato de ter aprendido um assunto diferente, o qual não tenho certeza se aprenderia com outro professor.
- X - Gostei muito do tema em questão, acho muito interessante, e a forma como foi abordada, deu ênfase a partes muito importante(s).
- Y - Eu gostei do pouco que teve nas mulheres dentro da ciência e descobrir as dificuldades e conquistas delas.

**Questão 2: Você teve alguma dificuldade ao longo das aulas e atividades? Se sim, quais foram e por quê?**

- A - Não.
- B - Não tive nenhuma dificuldade, apenas os alunos que não ficam quietos na hora da explicação.
- C - Não tive dificuldade, consegui encontrar com facilidade as informações sobre a mulher que precisei pesquisar.
- D - Prestar atenção em todas as informações, compartilhar mais informações sobre o assunto.
- E - Não.
- F - Dificuldade em procurar informações, curiosidades e tudo mais para formar as apresentações.
- G - Não, foi bem tranquilo.

- H - Na hora da pesquisa sobre a astrofísica Vera Rubin foi um pouco dificultoso de achar matéria, demais foi tudo perfeito.
- I - Não houve dificuldades da minha parte, a explicação foi bem clara e o assunto aparenta ser fácil.
- J - Não, todas as dúvidas foram tiradas ao longo das aulas.
- K - Não.
- L - Não.
- M - Não tive.
- N - Não.
- O - Não.
- P - Não tive dificuldades.
- Q - Nas aulas em si não, eu faltei muito, mas as aulas que vim gostei bastante.
- R - Não consegui entender muito a matéria, pois só vim em uma aula.
- S- Não, consegui acompanhar as explicações que foram dadas em sala.
- T - Não, foi tudo explicado de um modo que deu para entender e aprender.
- U - Sim, em achar um pouco sobre minha astrofísica e na hora da apresentação.
- V - Um pouco, principalmente na parte da pesquisa, já que não havia muitas coisas sobre ela.
- W - Tive dificuldade de achar algumas informações para a pesquisa. Imagino que ainda pela pouca visibilidade que as mulheres tem.
- X - Nenhuma em questão, a única dificuldade que tive foi fazer a Alaís admitir que joga LOL.
- Y - Prestar atenção nas aulas, pois muitas vezes era maçante.

**Questão 3: Tiveram coisas que você não gostou nas aulas? O que?**

- A - Ser muita fala, mesmo sendo uma matéria bem teórica, talvez deixar mais dinâmica e menos maçante.
- B - Não, gostei muito das aulas. Tudo muito dinâmico.
- C - Não teve nada que não gostei.

- D - Falta de interação da turma e de dinâmica, podia ser trazido de forma mais didática.
- E - Não, pelo menos que eu me lembro, pois foi um assunto que eu gostei.
- F - Nada não.
- G - Não.
- H - Não.
- I - As aulas foram boas, sem reclamações sobre.
- J - Não, apenas sugestões.
- K - Não.
- L - Gostei bastante, não teve nada que eu não gostei.
- M - Gostei de tudo, muito bem explicado as aulas.
- N - Gostei de tudo.
- O - O trabalho tinha pouca coisa e os grupos tinham muita gente, foi difícil separar o que cada um ia apresentar.
- P - Nada, gostei de tudo.
- Q - Não.
- R - Não, gostei de tudo.
- S - Havia informação pouco suficiente para a quantidade de pessoas nos grupos.
- T - Não gostei de apresentar. Preferia mais dinâmica.
- U - Não, eu gostei de tudo. As aulas foram bem produtivas e legais.
- V - Teve muita pouca interação, poderia ter vídeos sobre um pouco delas, da carreira.
- W - Um pouco da falta de domínio da professora perante a turma.
- X - A única coisa que eu acho que faltou foi aula teórica, poderia ter mais.
- Y - Acho que deveria ter mais coisas diferentes ao invés de só explicação.

**Questão 4: Caso fosse para modificar as aulas, qual seria a sua sugestão da mudança?**

- A - Talvez mais vídeos informativos.
- B - Não modificaria nada. As aulas da professora são muito boas. Nada a reclamar.

- C - Não modificaria nada. Obs.: Gostei das observações e complementos que a professora fez ao final de cada apresentação.
- D - Mais dinâmica, menos slide, mais conversa geral do que monotonia de slides.
- E - Nada, foi umas aulas bem divertida e diferente considerando o tempo das aulas e o tempo que a Aláís teve conosco.
- F - Não mudaria a dinâmica das aulas.
- G - Fazer roda de conversa sobre o assunto, mas foi legal como foi.
- H - Nenhuma.
- I - Eu não modificaria nada, as aulas foram bem didáticas.
- J - No geral estão ótimas, apenas melhoraria e aprimoraria mais as aulas.
- K - Falar mais sobre as descobertas das astrofísicas.
- L - Talvez deveria ter feito aulas mais dinâmicas, mas assim ta top também.
- M - Aulas mais dinâmicas.
- N - Aulas mais dinâmicas, fazer trabalhos diferentes.
- O - Aulas mais dinâmicas e fazer trabalhos diferentes porque o tema era muito interessante.
- P - Mais dinâmicas.
- Q - Mais coisas dinâmicas.
- R - Nenhuma. Tudo perfeito.
- S- Daria opções a mais de mulheres astronômicas para serem apresentadas.
- T - Ser mais dinâmica, sem slide, sem apresentar e sem ler. Uma coisa mais interessante para mudar a rotina de ser a mesma coisa. Fazer uma rodinha e falar sobre o assunto brincando, seria muito fácil de aprender e seria menos entediante.
- U - Acho que nada.
- V - Que tivesse uma dinâmica diferente, além das perguntas.
- W - Não mudaria nada.
- X - Trazer o tema sempre de formas alternativas.
- Y - Trazer atividades diferentes.

*ANEXO C - quadro com as perguntas e respostas na íntegra do questionário do grupo focal.*

Grupo focal	
Questão	Respostas
Você teve alguma dificuldade ao longo das aulas e atividades?	“Não” unânime
Vocês não tiveram dificuldades de encontrar material sobre a astrofísica?	<p>“Sim” unânime</p> <p>“Professora, é que a maior é.. na nossa pesquisa, no caso, as maiores informações que tinham sobre ela estavam em inglês, muitas partes. E o que tinha em português era muita pouca coisa” (E1).</p> <p>“A minha também foi sobre isso, no exemplo das honorarias, eu procurei a maioria em inglês, pois não tinha tão fácil acesso desse material em português” (E2).</p> <p>“Encontrar sites confiáveis com as informações, tanto sobre a astronomia em si quanto o trabalho dela” (E3).</p> <p>“As informações às vezes não batiam também. No site falava um nome, por exemplo, e no outro falava outro nome” (E4).</p>
Vocês tiveram dificuldades de entender o conteúdo e a pesquisa que fizeram sobre ela?	<p>“Não” (E3)</p> <p>“Talvez na, no formato da gramática, tipo, tinham algumas palavras que eram muito... termos técnicos muito complexos [inaudível]... estava bem complicado de entender” (E5).</p>
Vocês já tinham estudado sobre ciência e	<p>“Foi na escola mesmo” (E1 e E5 juntas)</p> <p>“Estudado não, só tinha visto coisas soltas na internet, né?” (E2)</p>

<p>astrofísica? Se sim, onde?</p>	<p>“O meu foi no 6ª ano que eles passaram conteúdo sobre isso, na minha escola, pelo menos” (E1)</p> <p>“Só em ciências.. [inaudível]” (E3)</p> <p>“Eu até mencionei ali no meu... na minha apresentação do trabalho que tipo assim, eu tinha visto sobre astrofísica, só que eu só conhecia Newton, Einstein, essas coisas. As meninas ali que a gente viu, eu não conhecia nenhuma até então. E os, as coisas que elas fizeram foram muito importantes para a gente” (E5).</p> <p><i>E discussões de ciência? quando eu falo em ciência, aquelas características que a gente falou, discussões... vocês viram em algum outro lugar?</i></p> <p>“Não” unânime</p>
<p>Vocês tiveram dificuldades com o Canva?</p>	<p>“Não”</p> <p>“Não, porque a gente já realiza bastante trabalhos com ele” (E5)</p> <p>“É, tem..tem [inaudível]” (E1)</p>
<p>Vocês preferiam ter utilizado outra ferramenta para construir o infográfico?</p>	<p>“Não” - unânime</p>
<p>Vocês gostaram das astrofísicas que conheceram? Vocês já conheciam alguma delas antes das aulas?</p>	<p><i>Vocês gostaram das astrofísicas que conheceram?</i></p> <p>“Sim, gostamos” unânime</p> <p><i>Vocês já conheciam alguma delas antes das aulas?</i></p> <p>“Não” (Não tinham visto nada sobre elas antes) unânime</p>
<p>Vocês já estavam acostumados a fazer esse tipo de trabalho? Já tinham feito um infográfico antes? Um trabalho para expor na parte externa parecido</p>	<p>“Sim” maioria</p> <p>“Não” (E7).</p> <p>“Infográfico não, só tínhamos feito trabalhos para expor lá fora” (E2)</p> <p>“Cartaz sim”</p>

<p>com esse que fizemos na aula?</p>	<p>“Só folder acho que é mais parecido” (E4)</p> <p>“Em sociologia a gente fez um infográfico, não fez?” (E1)</p> <p>“Não, mas infográfico é para expor lá fora” (E8)</p> <p>“Se for lá fora, infográfico a gente nunca fez.. [inaudível] a gente nunca expôs lá fora” (E3)</p>
<p>Vocês já fizeram um trabalho de pesquisa igual a este que tiveram que fazer para o trabalho? Ou o professor entrega o material para a pesquisa?</p>	<p>“Não, a gente pesquisa” (E1)</p> <p><i>Vocês fazem a pesquisa?</i></p> <p>“Simm” unânime</p> <p>“Só os tópicos... é bem difícil de entregar o material, [inaudível]” (E4)</p>
<p>O que vocês querem dizer com “dinâmicas”, “trazer o assunto de forma alternativa”, o que significa para vocês?</p>	<p>“Não só o monólogo, do professor no quadro apresentando slides, tipo, algo que possa ser mais didático para a gente participar e não só pergunta, porque pergunta a gente fica meio envergonhado às vezes de responder, então é difícil” (E4).</p> <p>“Foi legal ir no laboratório fazer a pesquisa, não só aqui pelo celular ou em casa mesmo” (E2)</p> <p>“Eu acho que não só no meu ponto de vista, mas o de todo mundo, tipo, a gente interagir com a aula, não só a professora, como a Andressa já tinha falado. Mas acho que é isso assim, no geral” (E5)</p> <p>“Slide é muito prático para o professor, mas é ruim para a gente que tem que ficar ouvindo como se aquilo fosse só uma apresentação monóloga, então por mais que tenha pergunta no meio, a gente perde a atenção muito rápido. Não adianta, até mesmo, tipo, qualquer aluno perde a atenção muito rápido e da forma que foi trazido um assunto tão profundo quanto a Astrofísica, devia ter sido, talvez, mais mastigado mesmo ou de uma maneira que a gente pudesse interagir junto. Então talvez levar no laboratório e fazer junto a pesquisa ali ou alguma coisa que a gente consiga ir respondendo conforme a professora vai passando slide, aí sim, algo que mantenha a gente focado, porque a partir do momento que apaga a luz, ligou o datashow, o foco vai embora” (E4).</p>

	<p>“É, aula mais dinâmica seria alguma coisa que faz a turma querer participar da aula. Alguma coisa que a turma realmente participe, não só.. [inaudível]” (E2).</p> <p><i>Vocês já tiveram uma aula com alguma dinâmica que vocês gostaram? Como foi essa aula?</i></p> <p>“Bem, não é muito sobre esse assunto que a gente está estudando, era mais sobre... ah, agora eu não vou saber... era sobre aquela coisa de ação e redução, alguma coisa assim... e daí, a gente estava no primeiro ano e o professor fez a gente fazer um foguete para ver até onde ele ia, até onde ele ia alcançar. Eu achei bem interessante ele, tanto que a gente aprendeu a fazer ele como também a fazer e botar em prática” (E1).</p> <p>“Eu acho que foi com vocês mesmo, que foi sobre aquela bolinha lá do choque...(gerador de Van de Graaff)” (E2)</p> <p>“Mas então trazer de uma forma lúdica. Desculpa falar, mas se tivesse que passar para uma turma de fundamental, por exemplo, tu ia ter que colocar eles para imaginar... ó, aqui é o Sol, o que é algo dez vezes mais massivo que o Sol?. Então digamos uma fruta, eu trago um morango para mostrar o Sol e uma melancia para para mostrar uma coisa bem mais massiva. Ou que nem a gente falou das... estrelas negras? Anãs negras ou as anãs brancas, anãs amarelas para demonstrar algo dessa cor, algo maior, algo mais massivo. Então algo lúdico, não dinâmico. Então a gente muda a fala. Algo lúdico, que a gente possa interagir e possa ter essa questão da dinâmica daí. E eu ia falar, a questão do quiz... algumas atividades que eu já fiz foi, o professor passou algo ou uma explicação assim mais picada, mais em tópicos... claro que a gente está falando de astrofísicas que é difícil de explicar. Mas algo mais por cima e depois ele foi aprofundando com perguntas, com joguinho mais diferente. Cada um fazia no seu celular, já algo que é mais interativo, já é algo que a gente já pisca mais o olho, tipo, opa.. já é mais da para interagir. E é mais na sua também... ah, não quer colocar teu nome no negócio do jogo, não coloca, ninguém vai ficar julgando daí. É que acontece muito julgamento” (E4).</p>
<p>Vocês gostaram da dinâmica das aulas? As conversas sobre ciência e mulheres astrofísicas?</p>	<p>“Sim” unânime</p>

<p>Vocês gostaram do produto final de vocês, que foi o infográfico que vocês expuseram?</p>	<p>“Eu acho assim, que foi assim, umas das primeiras pesquisas que a gente faz mesmo, que a gente tem que ir mais a fundo no assunto, e acabou que a gente realmente entendeu e a gente conhece ela agora” (E5)</p> <p>“Bem, como a Lyz falou, a gente se aprofundou mais na.. na astrofísica.. da astrofísica. A gente entendeu melhor o que que elas trabalham também. Também foi legal saber que a Astrofísica não cuida só de uma matéria, é muito mais, envolve muito mais coisa” (E1).</p> <p>“É, [inaudível] estudar a fundo sobre esse assunto para conhecer” (E3)</p> <p>“Bom, eu gostei pra caramba do que acabou saindo do nosso trabalho, da nossa equipe, por mais que tivesse um erro bobo ou ali, mas é porque pelo menos eu nunca tive tanta frequência de fazer um infográfico. E astrofísica é um negócio que eu gosto quando é superficial [inaudível], que aí é muito complexo” (E2)</p> <p>“[inaudível] esse superficial, mais os conceitos” (E3)</p> <p>“Ai você começa a gostar de Astrofísica” (E2)</p> <p>“Eu acho legal que o infográfico ele não traz aquela coisa muito normal do cartaz, que a gente é mais acostumado a fazer cartaz. E o infográfico é diferente” (E9).</p>
<p>Vocês querem falar mais alguma coisa sobre a aula, que ainda não foi perguntado? Comentários a mais? Complementar alguma coisa?</p>	<p>“Ah, de como a professora ajudou a consertar, entre aspas, os infográficos” (E2)</p> <p><i>Vocês acharam importante as devolutivas que eu dei durante os encontros?</i></p> <p>“Simmm” unânime</p> <p>“Sim, porque daí a gente sabe o que tem que melhorar, né? o que a gente tem que melhorar, o que a gente tem que aprofundar” (E5).</p>