

INTRODUÇÃO À ASTRONOMIA ESTELAR: ANÁLISE DE UM MINICURSO ONLINE SOBRE AS ESTRELAS.

INTRODUCTION TO STELLAR ASTRONOMY: ANALYSIS OF AN
ONLINE SHORT COURSE ON THE STARS.

Maria Franciely Freitas dos Santos

franciely.fisica@gmail.com

Magda Cristina Pedroza Tavares

magda.pedroza@pesqueira.ifpe.edu.br

RESUMO

A astronomia é o tipo de assunto que naturalmente desperta a curiosidade das pessoas, independentemente de sua faixa etária. A internet é capaz de conectar pessoas no mundo inteiro. Logo, preparar um curso de astronomia para alunos de qualquer lugar do país tornou-se possível. Este artigo tem como objetivo relatar o desenvolvimento de uma intervenção didática para o ensino da astronomia estelar. A intervenção foi realizada na condição de um minicurso online, com 76 estudantes e duração de 10 horas. Ao concluir o estudo, foi observado que o ensino de astronomia estelar de forma remota é acessível para alunos de diferentes níveis acadêmicos, tornando-se um método que favorece a complementação do ensino de diversos assuntos da física.

Palavras-chave: Astronomia estelar. Ensino de astronomia. Relato de experiência.

ABSTRACT

Astronomy is the kind of subject that naturally arouses people's curiosity, regardless of their age group. The internet is able to connect people all over the world. Soon, preparing an astronomy course for students from anywhere in the country became possible. This article aims to report the development of a didactic intervention for the teaching of stellar astronomy. The intervention was performed on the condition of an online short course, with 76 students and duration of 10 hours. At the conclusion of the study, it was observed to analyze that the teaching of stellar astronomy remotely is accessible to students of different academic levels becoming an effective method to complement the teaching of various subjects of physics.

Keywords: Stellar astronomy. Astronomy teaching. Experience report.

1. INTRODUÇÃO

A astronomia é o tipo de assunto que naturalmente desperta a curiosidade das pessoas, independentemente de sua faixa etária. Devido a sua natureza interdisciplinar, é possível abordar diversas disciplinas em um único conteúdo de astronomia. Além disso, na etapa do ensino médio da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é proposto que os estudantes:

“Analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida [...], do planeta, das estrelas e do Cosmos. Isso implica, por exemplo, considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar processos estelares” (BNCC)

Há uma problemática que surge em meio ao crescente abismo entre o aprimoramento tecnológico e as abordagens pedagógicas. Atualmente, grandes projetos como o telescópio espacial Hubble operado pela Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA), fornece imagens que o imaginário humano não seria capaz de conceber. Embora seja fascinante o que é visto, os cientistas não conseguem, na maioria das vezes, explicar em uma linguagem simples para as pessoas leigas como funcionam essas tecnologias. Cabe ao professor tornar-se o tradutor, pois, quando isto não acontece, surge uma substancial barreira que pode repelir o aluno no campo das ciências. Embora esteja presente também nas orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), na maioria das vezes a abordagem da astronomia não é feita, e quando se faz é de maneira superficial. Além disso, grande parte dos livros didáticos de Física têm poucas informações sobre astronomia. (BRASIL, 2008 apud JESUS, 2015).

A valorização do ensino de Física no Brasil é precária, visto que as condições de trabalho, os baixos salários, salas com muitos alunos, baixa carga horária para a disciplina, falta de apoio na formação continuada e currículos que se resumem a uma lista de conteúdos a serem apresentados desvalorizam a carreira docente (Moreira, 2018).

E quando se trata de astronomia, a relevância passa a ser praticamente inexistente. Um professor de Física vê-se incapaz de ensinar astronomia, visto que a carga horária é insuficiente para explanar muitos conteúdos que possuem grande importância para o aluno que irá se submeter ao Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). De acordo com Dias e Santa Rita (2008, p.58):

“A continuação dos estudos também é importante para o desenvolvimento do conhecimento. Muitos assuntos estudados em Ciências, no ensino fundamental, são revistos e aprofundados no ensino médio, em Física, Química e Biologia. Porém, a Astronomia que também possui elevada importância, juntamente com as demais disciplinas não é trabalhada no ensino médio, demonstrando a existência de uma lacuna na formação do aluno no ciclo básico de ensino.”

Por causa da pandemia de COVID-19 iniciada em março de 2020, o ensino brasileiro sofreu mudanças muito bruscas. Se já existia precariedade no modo presencial, o ambiente remoto veio para desafiar ainda mais a prática docente. Entretanto, há pontos positivos quanto ao novo modelo de ensino implantado em todas as escolas brasileiras.

Para Hodges (2020), em situações atípicas como o contexto pandêmico, é necessário ter uma resolução criativa dos problemas quanto ao planejamento pedagógico, exigindo uma transposição de métodos tradicionais para estratégias diferenciadas, a fim de que atenda os professores e estudantes. Dessa forma, esse período desafiador possibilita uma promissora inovação na educação, pois docentes e discentes não serão mais os mesmos após esse tempo de pandemia.

Um ponto positivo do ambiente remoto é a acessibilidade. A internet é capaz de conectar pessoas no mundo inteiro. Logo, preparar um curso de astronomia para alunos do ensino médio em qualquer lugar do país tornou-se possível.

Portanto, como objetivo geral, o trabalho pretende analisar o desenvolvimento de uma intervenção didática para o ensino da astronomia estelar. E seguindo nesta direção, demonstrar como aplicar um curso de forma remota.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Do que se trata a astronomia estelar?

De acordo com Carciofi (2011), a teoria de evolução estelar é um dos maiores êxitos da astrofísica do século XX. É possível, hoje, determinar em detalhes a estrutura de uma estrela em todas as suas fases evolutivas, do seu nascimento até sua morte.

As estrelas são grandes esferas de gás muito quente, cuja fonte de energia é a fusão nuclear, ou seja, a transformação de elementos leves para elementos pesados dentro do seu núcleo. Elas são formadas no interior das nuvens moleculares, que são compostas de gás e poeira. As estrelas são as grandes respostas-chave para a compreensão do Universo, desde a sua formação quanto para o seu comportamento.

2.2 Tipos de estrelas

Todas as estrelas nascem da mesma forma, entretanto, a massa é que define de qual tipo será a estrela. O “berço” é chamado de nuvem molecular, que são concentrações relativamente densas de gás e poeira interestelar (Oliveira Filho, Saraiva, 2014). O material dentro da nuvem molecular sofre uma contração causada pela gravidade, logo, começam a formação de vários fragmentos.

De acordo com Oliveira Filho e Saraiva (2014), uma vez que um fragmento se destaca das outras partes da região de formação estelar, podemos considerá-lo

como um objeto bem definido, com identidade própria e campo gravitacional destacado do restante da nuvem. Chamamos a este objeto de protoestrela.

A protoestrela pode ser definida como um protótipo de estrela, onde a atividade nuclear será fundamental para determinar se o objeto será de fato uma estrela. É necessário que haja fusão nuclear entre os átomos de hidrogênio para que a protoestrela se torne uma estrela.

Uma vez iniciada a fusão do hidrogênio no centro de uma protoestrela, ela rapidamente evolui [...] e se torna uma estrela da *sequência principal* (Oliveira Filho, Saraiva, 2014). São encontradas na sequência principal estrelas semelhantes ao Sol.

Ao realizarem a fusão nuclear, as camadas das estrelas começam a se saturar, fazendo com que a estrela aumente de tamanho. Com isso, a luminosidade e a temperatura se elevam, e então a estrela torna-se uma gigante vermelha. Todo o processo leva alguns milhões de anos, mas no final, a estrela se torna uma *gigante* ou uma *supergigante* vermelha, dependendo de sua massa. Segundo Oliveira Filho e Saraiva, a massa define o quão rápido é este processo de evolução da sequência principal para uma gigante ou supergigante (Oliveira Filho, Saraiva, 2014).

Para as estrelas que são semelhantes, em termos de massa, com o Sol; estas irão percorrer essas etapas até expelirem finalmente as suas camadas. Quando isto acontece, esse processo é denominado de nebulosa planetária. Todas as cores vistas nas imagens processadas por telescópios espaciais advêm dos elementos químicos presentes na fusão nuclear, como hidrogênio, hélio, carbono e oxigênio.

O estágio final acontece quando a nuvem de gás produzida pela nebulosa se esvai. Neste momento, apenas o núcleo da estrela permanece intacto, sendo na maioria das vezes, de um tamanho próximo ao do planeta Terra. Devido à atividade nuclear realizada por milhares de anos, a energia contida no núcleo fornece uma luminosidade na superfície graças a sua temperatura (cerca de 10.000 K). Assim, o objeto permanece com uma coloração branca por um grande período de tempo, sendo conhecida como anã branca (Stensmann, 2002).

Estrelas que possuem massas superiores ao Sol, terão um percurso diferente da Sequência Principal, sendo mais rápido e caótico. É o que acontece, por exemplo, com a supernova. Ela percorre algumas etapas semelhantes ao Sol, como as fases de gigante e supergigante vermelha. Entretanto, como a sua massa é maior, sua “morte” será mais violenta (Oliveira Filho, Saraiva, 2020).

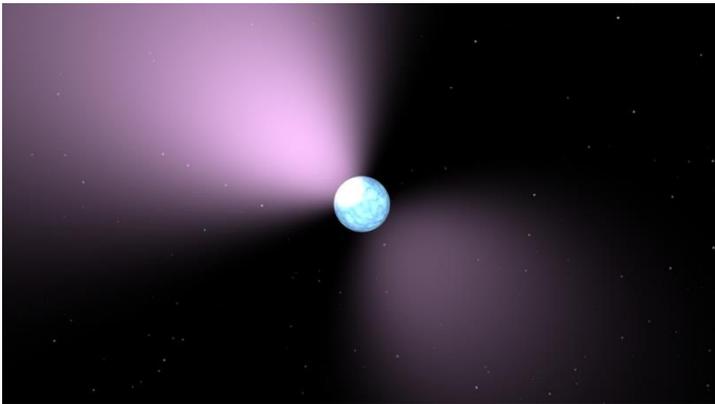
Segundo Saraiva (2014), ao atingir uma massa crítica, um caroço de ferro colapsa violentamente, iniciando um processo explosivo que chamamos de *supernova*. Após essa explosão, pode-se observar um novo tipo de estrela: a estrela de nêutrons.

Seguindo o mesmo modelo de uma anã branca, a estrela de nêutrons possui uma natureza inversamente proporcional em termos de raio e massa. Entretanto, as estrelas de nêutrons são mais densas do que as anãs brancas (D’Amico, 2018). Seu núcleo é desconhecido, por se tratar de uma física extrema (não reproduzível em laboratório). Entretanto, sabe-se que é constituído basicamente de nêutrons e prótons supercondutores (Oliveira Filho, Saraiva, 2014).

Devido ao pequeno raio, o campo magnético torna-se extremamente forte. Com isso, as linhas de campo se aproximam, e somadas à alta rotação da estrela, resultando em fortes correntes elétricas ao longo de sua superfície.

Além disso, a estrela de nêutrons possui um desalinhamento nos pólos magnéticos. Quando associada à radiação, a rotação e o desalinhamento, a luminosidade dessa estrela funciona semelhante a um farol. Quando a luz desse farol incide em direção a Terra, é possível detectar os pulsos produzidos, que é chamado de pulsar. Os pulsares foram descobertos de forma acidental em 1967, pela cientista Jocelyn Bell (1943).

Figura 01: Concepção artística do pulsar de uma estrela de nêutrons



Fonte: NASA

Por fim, estrelas muito massivas tendem a se tornar buracos negros. Quando a estrela morre, ela gera uma implosão, ou seja, há um colapso. O colapso ocorre porque a massa possui uma alta densidade, e ao implodir, a alta concentração de massa se contrai em um pequeno ponto, chamado singularidade (Hawking, 2018).

A singularidade vai carregar toda a densidade da estrela e vai provocar perturbações no tecido do espaço-tempo gerando uma espécie de cavidade. Sabe-se que para grandes estrelas, a velocidade de escape pode se tornar maior do que a velocidade da luz. Logo, esses buracos negros não são visíveis porque até mesmo a luz não escapa dele. Mas é possível notar a presença de um através das estrelas ao redor, por exemplo (Hawking, 2018).

Na borda do buraco negro, existe uma região chamada disco de acreção. Ela é feita de gás e poeira, matéria proveniente de objetos que estão prestes a serem “engolidos”.

Nas margens dele, existe o horizonte de eventos, que seria uma região que antecede a “entrada”. Nele, há o limite de Roche, que é um lugar onde a atração gravitacional consegue ser reversível e o objeto pode escapar. Entretanto, ao ultrapassar essa área, o objeto sofrerá atração pelas forças de maré. Ou seja, a atração gravitacional no objeto será diferente em diferentes partes do corpo. Assim, este sofrerá um processo chamado “espaguetificação”, onde será “sugado”, literalmente.

Ainda não se sabe o que acontece no interior de um buraco negro. Porém, físicos vêm estudando arduamente, e recentemente, no dia 10 de abril de 2019, a cientista Katie Bouman (1989) fez o primeiro registro de um buraco na galáxia M87 com as características previstas pelos cálculos. No mesmo ano, Roger Penrose (1931), Andrea Ghez (1965) e Reinhard Genzel (1952) foram agraciados com o Prêmio Nobel de Física em 2020 pelas suas descobertas sobre os buracos negros. Penrose, por comprovações teóricas e matemáticas conseguiu definir suas propriedades, as quais foram amplamente discutidas pelo seu discípulo Stephen Hawking (1942-2018), o qual certamente também teria compartilhado do prêmio caso estivesse vivo. E, Ghez e Genzel pelas contribuições no campo observacional, onde detectaram um buraco negro massivo na região de Saggiarius A*, no centro da Via Láctea.

2.3 O uso da tecnologia no ensino de astronomia

A escassez de conteúdos de astronomia na formação escolar, a falta de materiais didáticos e paradidáticos são alguns dos obstáculos encontrados na divulgação da astronomia. Além disso, os temas dessa área são abstratos, exigindo reflexão e interpretação para serem compreendidos (Batista, 2004). Com isso, o professor sente insegurança em relação aos conteúdos da astronomia, tornando-se uma tarefa desafiadora, tanto para representar e explicar os fenômenos presentes nessa área, quanto pela variedade de temas (Santos et al, 2019).

De acordo com (OCDE, 2001; Dias, 2013), as tecnologias, se bem utilizadas, podem oferecer um ambiente de aprendizagem mais rico, indo ao encontro das necessidades dos alunos. Isso, no entanto, requer uma revisão profunda [...] dos métodos de ensino, fazendo atividades pautadas pela inovação.

Os recursos tecnológicos lançam vários desafios na educação, nomeadamente, ao nível do acesso à informação, na diversidade de meios, nos tipos de aprendizagem, nos tipos de comunicação e no novo perfil de alunos e professores (Dias Caetano, 2015).

Assim, as tecnologias devem preferencialmente ser usadas para proporcionar aos estudantes a oportunidade de interagir e trabalhar juntos (Selfe, 1988; Bales, 1990; Seaton, 1993; Nalley, 1995). A tecnologia deve estender o melhor das práticas em sala de aula para localidades distantes, ao invés de reproduzir o pior (Burge, 1993 apud Dias Caetano, 2015).

De acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), introduzir assuntos relacionados a astronomia no Ensino Médio pode permitir reconhecer a presença da vida humana no Universo como uma indagação filosófica e também das condições físicas, químicas e biológicas para sua existência, evidenciando as relações entre ciência e filosofia ao longo da história humana, assim como a evolução dos limites para o conhecimento dessas questões.

3. METODOLOGIA

Essa pesquisa possui uma natureza qualitativa, pois, através dos dados coletados, foi possível compreender a eficácia da intervenção didática realizada, ou seja, identificar se o conteúdo foi apreendido pelos alunos. Ainda, possui características de uma pesquisa-ação, porque, pode ser utilizada como uma estratégia para o desenvolvimento de professores que podem utilizar as suas pesquisas para aprimorar o seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos (Tripp, 2005). Para isto, foi desenvolvido e aplicado um curso de extensão totalmente online no qual pretende-se oportunizar a vivência de conteúdos de forma introdutória sobre astronomia.

3.1 Divulgação e inscrição do minicurso online

No dia 23 de novembro de 2020, foi iniciada a divulgação do curso através de grupos de divulgação científica WhatsApp¹ (incluindo grupos associados às instituições IFPE e UFRPE) e stories do Instagram², com a oferta de 35 vagas.

Figura 02 – Cartaz de divulgação utilizado nas redes sociais



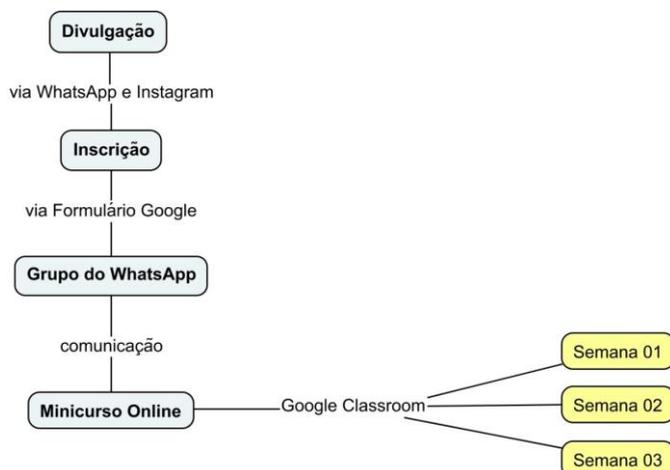
Fonte: Autora

¹Criado em 2009, o WhatsApp é um aplicativo de envio e recebimento de diversos arquivos de mídia: textos, fotos, vídeos, documentos e localização, além de chamadas de voz. É utilizado por mais de dois bilhões de pessoas, em mais de 180 países, sendo disponibilizado de forma gratuita para usuários de Android e Iphone.

² Criado em 2010, o Instagram é uma rede social online de compartilhamento de fotos e vídeos. É utilizado por mais de um bilhão de pessoas, sendo disponibilizado gratuitamente para usuários de Android, Iphone e Windows.

A principal forma de divulgação foi através das redes sociais, depois disso, o aluno foi direcionado a link de um formulário Google, e ao finalizar sua inscrição ele recebia outro link para um grupo do WhatsApp exclusivo para a turma:

Figura 03 – Esquematização do minicurso



Fonte: Autora

Em menos de 24 horas, o número de participantes inscritos ultrapassou em quase três vezes o número de vagas oferecidas, totalizando 76 inscritos. Isso indica que o interesse pelo tema pode se reverter em aulas integradas ao ensino médio regular.

Estes foram reunidos em um grupo do WhatsApp, onde iriam preencher um formulário (com limite de 3 dias para aceitar respostas), desenvolvido na plataforma Google Forms, onde solicitava diversas informações a fim de conhecer melhor o perfil do aluno. O formulário de inscrição foi organizado da seguinte forma:

Quadro 01 — Formulário de inscrição

Seção	Título da seção	Itens solicitados
Seção 1	Curso de Astronomia Estelar	Email
Seção 2	Antes de tudo, queremos saber um pouco mais sobre você.	Nome completo, CPF, lugar residente, faixa etária, e-mail, como conheceu o curso, nível de escolaridade e nível de identificação com a física.
Seção 3	Agora, conte-nos o que você sabe sobre astronomia estelar.	Caixa de seleção com termos da astronomia, grade de múltipla escolha com o nome de ferramentas de ensino, grade com caixa de seleção sobre o que quer aprender no curso, caixa para sugestões.

Fonte: Autora

Na seção 1, o e-mail é exigido como forma padrão pela plataforma Google Forms. Na seção 2, as informações solicitadas serviram para a emissão dos certificados, para a identificação do nível de escolaridade e a familiaridade, em uma escala de 1 a 10 (postas como “Nada, simplesmente detesto!” a “Eu adoro, sempre tive facilidade em compreender!”), que o aluno poderia ter com a física.

Na seção 3, foram analisadas as competências do aluno quanto ao acesso às ferramentas utilizadas durante o minicurso e o interesse sobre o conteúdo a ser apresentado. Assim, foi construída uma caixa de seleção com os seguintes termos: anãs brancas, estrelas de nêutrons, buracos negros, fusão nuclear, pulsares, supernovas e nebulosas. Com isso, foi possível identificar primordialmente quais conceitos poderiam ser familiares ao aluno. Isso iria ajudar a entender qual bagagem de conteúdos aquele aluno traz para a sala de aula. Em seguida, foi desenvolvida uma grade de múltipla escolha com as ferramentas digitais que seriam utilizadas no minicurso. Na linha, foram postas: Google Classroom, Google Meet, YouTube e Quizziz. Na coluna, foram postas as seguintes afirmações: “Nunca ouvi falar”, “Usei poucas vezes”, “Conheço” e “Sempre uso”. Dessa forma, seria possível prever futuras dúvidas quanto ao uso destas ferramentas.

Logo após, foi posto uma imagem de uma nebulosa e realizada a seguinte pergunta: “Observe esta imagem e conte-nos: O que você quer aprender neste curso?”. Na linha, foram postos os seguintes temas: “Como são formadas”, “Como elas nascem”, “Os tipos de estrelas”, “Como elas morrem” e “Outros”. Nas colunas, as seguintes afirmações: “Não me interessa nesse tema”, “Estou curioso(a)!” e “Já sei este!”. E por último, foi aberta uma caixa de texto solicitando sugestões de conteúdos para serem abordados durante o minicurso.

Ao finalizarem o formulário, era disponibilizado um link para outro grupo de WhatsApp. Esta estratégia foi realizada a fim de manter uma comunicação com os participantes do minicurso.

Após o preenchimento dos formulários, foram contabilizados 76 inscritos. Destes, 45 aceitaram o convite para participar da sala de aula virtual criada na plataforma Google Classroom³.

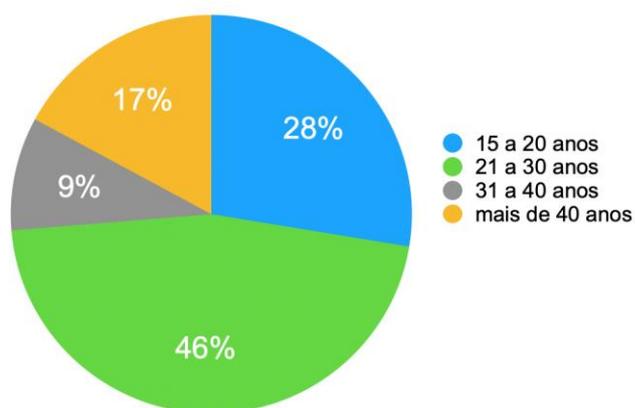
Essa plataforma tem sido bastante utilizada como uma das principais ferramentas para o ensino remoto, visto que, através dela é possível inserir atividades, estabelecer notas, frequências e ainda disponibilizar conteúdo complementar.

3.2 Os participantes do minicurso

Ao analisar a faixa etária da turma, vimos que a maioria dos alunos situava-se entre 21 a 30 anos de idade, como identificado na distribuição abaixo. Logo, foi pensado que a melhor forma de abordar o conteúdo seria utilizando a linguagem mais simplória possível para contemplar todas as faixas etárias e facilitar a compreensão dos assuntos previstos.

³ Criado em 2014, o Google Sala de Aula (Google Classroom) é uma plataforma central de ensino e aprendizagem.

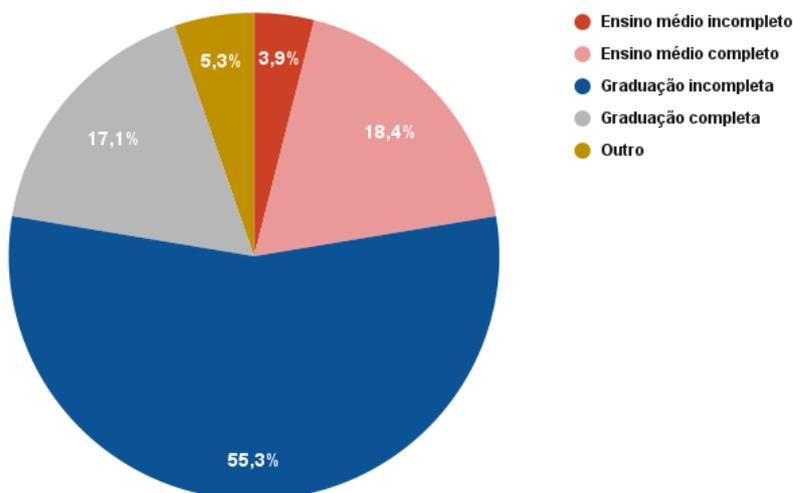
Figura 04 - Distribuição etária dos participantes do minicurso online



Fonte: Autora

Foi visto que dentre estes inscritos, apenas 3 possuíam o ensino médio incompleto, 14 possuíam somente o ensino médio, 42 alunos estavam na graduação, 13 haviam finalizado a graduação e 4 alunos selecionaram a opção “outro”, onde tinha um espaço para escrever em qual nível se encontravam. Para esta opção foram apontados que estavam em especialização ou em pós-graduação.

Figura 05 – Distribuição da formação acadêmica dos alunos



Fonte: Autora

Vale ressaltar a grande diversidade de público, onde o curso contemplou 27 cidades do estado de Pernambuco: Abreu e Lima, Afogados da Ingazeira, Aldeia Jatobá, Arcoverde, Belo Jardim, Bezerros, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Camocim de São Félix, Caruaru, Jataúba, Limoeiro, Olinda, Paudalho, Paulista, Pedra, Pesqueira, Poção e Sanharó, Recife, Sairé, Toritama, Tracunhaém, Venturosa, Vicência e Vitória de Santo Antão. Ainda, foram contemplados outros 4 estados: Alagoas (Maceió), São Paulo (cidades de Aramina e Campinas), Bahia (Salvador) e Paraíba.

3.3 O minicurso online

A intervenção didática foi realizada ao longo de três semanas, com um encontro síncrono por semana com duração de 1,5 h/a, durante o período de 27 de novembro a 15 de dezembro de 2020 com carga horária total de 10 horas, equivalente aos encontros síncronos e as atividades assíncronas.

O curso foi ofertado de forma inteiramente remota, com atividades síncronas e assíncronas justificadas pela pandemia da COVID-19 e suas respectivas precauções.

Foram utilizadas diversas ferramentas digitais para a comunicação com a turma e a produção de conteúdo didático, com ênfase nos produtos oferecidos pela empresa Google: Classroom, Docs, Forms, Meet e Slides. Além destas, foram utilizados o aplicativo de mensagens instantâneas WhatsApp e a plataforma Quizziz.

O curso foi dividido em três semanas contendo conteúdos introdutórios da astronomia estelar. A divisão foi construída da seguinte forma:

Quadro 02 — Conteúdos discutidos por semana

Semana	Tema da aula	Conteúdos discutidos	Recursos

			utilizados
<i>Semana 01</i>	Estrelas do tipo solar.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estrelas na arte; 2. Nucleossíntese estelar (cadeia pp⁴e CNO⁵); 3. Protoestrelas; 4. Nuvem primordial; 5. Diagrama H-R; 6. Sequência Principal: gigantes vermelhas, supergigantes vermelhas, nebulosas planetárias e anãs brancas; 7. Como são observadas as estrelas da Sequência Principal? 	WhatsApp, YouTube, Google Classroom, Google Forms, Google Slides.
<i>Semana 02</i>	Estrelas mais massivas que o Sol.	Pulsares, estrelas de nêutrons, campos magnéticos, singularidades, horizonte de eventos, buracos negros.	WhatsApp, Google Classroom, Google Forms, Google Slides.
<i>Semana 03</i>	Desafio entre equipes.	Formação de equipes para competir em um quiz.	WhatsApp, Quizziz, Google Classroom, Google Forms.

Fonte: Autora

Além disso, a comunicação no grupo do WhatsApp, afetivamente chamado de “Estelares” (uma espécie de apelido para os alunos) era feita no máximo a cada 2 dias. Devido a isso, notou-se uma ativa participação dos alunos.

Figura 06 — Grupo do WhatsApp Estelares

⁴ A cadeia p-p, também conhecida como cadeia próton-próton, é uma série de reações nucleares dos átomos de hidrogênio para gerar átomos de hélio no núcleo de estrela.

⁵ O ciclo carbono-nitrogênio-oxigênio (CNO) é outro tipo de reação nuclear que tem a capacidade de gerar átomos de hélio.



Fonte: Autora

Na seção “Atividades” do Google Classroom, foram criados 3 tópicos correspondentes a cada semana do curso, sendo denominadas de “Semana 01, Semana 02 e Semana 03”. Além de compartilhar as atividades propostas de cada semana, ainda foi postado as gravações das aulas e vídeos complementares.

Figura 07 — Organização dos materiais no Google Classroom

Semana 01		⋮
	Seria o Sol uma grande estrela?  2	Última edição: 3 de dez. de 2...
	Primeiro formulário de revisão	Data de entrega: 10 de dez. d...
	Gravação da aula 01: Estrelas do tipo Sol	Item postado em 3 de dez. d...
Semana 02		⋮
	Segundo formulário de revisão!	Data de entrega: 18 de dez. d...
	Gravação da segunda aula	Item postado em 11 de dez.
	Buracos negros são eternos?	<i>Rascunho</i>
Semana 03		⋮
	Última atividade do curso!  4	Data de entrega: 20 de dez. d...

Fonte: Autora

Na primeira semana, foi postado um comunicado de boas vindas à sala de aula virtual, somado a dois vídeos. Um com duração de 3 minutos e 57 segundos, em que a docente dá as boas vindas e explicita suas expectativas ao longo do curso, e outro com 4 minutos e 4 segundos de duração, onde a docente narra uma apresentação de slides mostrando os conteúdos que serão abordados e os critérios que serão exigidos nas futuras avaliações. Essa intervenção foi criada com a proposta de ser acessível para alunos portadores de deficiência visual.

A primeira aula aconteceu no dia 02 de dezembro de 2020, às 19h30 no horário de Pernambuco através do Google Meet e teve duração de 2 horas. Os conteúdos trabalhados foram as estrelas do tipo Sol e foi contabilizada a participação de 36 alunos, sendo 13 mulheres e 23 homens.

A priori, foi realizado um breve contexto histórico da retratação das sociedades antigas, como no Egito Antigo, com a representação da estrela Sirius na forma da Deusa Sopdet, e na mitologia grega, onde o poeta Hesíodo escreve em sua obra, Teogonia, que a criação do Universo começaria por um deus sem forma denominado Caos.

As concepções artísticas abordadas mostram que a astronomia é retratada em diferentes contextos e que desperta a curiosidade das pessoas desde os antigos tempos. Assim, foram apresentadas obras de arte, literatura e música.

Van Gogh possuía grande admiração por céus estrelados, logo, como a primeira aula tratava-se de estrelas semelhantes ao Sol, foi decidido expor algumas de suas obras. Assim, foram apresentadas Noite estrelada (1889), Noite estrelada sobre o Ródano (1888) e Estrada com cipreste e estrela (1890). Quanto à obra de Elihu Vedder, As plêiades (1885), elas são a representação do aglomerado estelar M45.

Na literatura, foram exibidos dois poemas: “Ouvir estrelas” (1888) e “A estrela” (2003) de Olavo Bilac e Manuel Bandeira, respectivamente. Ambos trabalhos possibilitam o leitor a ter uma visão mais abstrata e poética acerca da observação das estrelas.

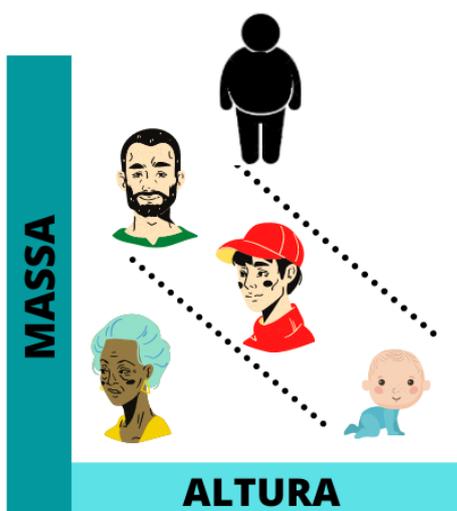
E por último, na música, foram expostas as letras de 2000 Light Years From Home (1967), dos Rolling Stones e o Segundo Sol (1999), de Cássia Eller. Ambas tratam de viagens espaciais e ainda a possibilidade de estrelas que sejam semelhantes ao Sol.

Feita esta breve contextualização, a próxima etapa foi explicar como as estrelas fundem elementos químicos em seus núcleos.

Os primeiros conceitos apresentados foram sobre a cadeia próton-próton e as nuvens moleculares primordiais. Uma etapa importante e bastante enfatizada durante a aula foi a observação feita que, para tornar-se estrela era necessário que a protoestrela realizasse atividade nuclear, ou seja, fundisse hidrogênio em hélio em seu núcleo (Oliveira Filho, 2014). A partir disso, a estrela começaria o seu ciclo de vida. Para estas explicações foram utilizadas imagens ilustrativas e obtidas por telescópios.

Em seguida, foram apresentados o Diagrama H-R e a Sequência Principal (ver figura 01). Para uma melhor compreensão do diagrama, foi criado uma exemplificação do diagrama utilizando o ciclo de vida humano como comparação:

Ilustração 01 — Exemplificação do diagrama H-R utilizando o ciclo de vida humano como analogia.



Fonte: Autora

Após apresentar a Sequência Principal, foram explicitados os tipos de estrelas que compõem a Sequência: gigante vermelha, super gigante vermelha, nebulosa planetária e anã branca. (Miranda, A.C., 2018) Ainda, foi dada uma atenção maior para a nossa estrela, o Sol, buscando descrever suas camadas e funções.

Para finalizar a primeira aula, foi demonstrado como são coletadas as informações acerca do campo estelar, e em seguida, foram expostos telescópios e sondas que estudam estrelas, utilizando como exemplo o telescópio espacial Hubble (NASA), o Observatório Sul Europeu (ESO) e a sonda Parker Solar Probe (NASA). A posteriori, as dúvidas foram colocadas no chat da videoconferência e foram respondidas.

Para verificar a aprendizagem dos estudantes durante a primeira aula, foi postada uma atividade de revisão no dia 03/12/2020 com data de entrega para 10/12/2020. Ela foi elaborada com diversos formatos de pergunta. Nela, foram postas 9 questões (Quadro 1) contendo perguntas abertas, caixa de seleção, múltipla escolha e verdadeiro ou falso e foram obtidas 40 respostas.

Quadro 03 – Primeira formulário de revisão

Questão	Tipo	Alternativas	Gabarito	Objetivos
1) Selecione as principais características que uma protoestrela precisa ter para se tornar uma estrela:	Caixa de seleção	<input type="checkbox"/> Rápida rotação <input type="checkbox"/> Hidrogênio em seu núcleo <input type="checkbox"/> Estar inserida em nuvens de gás e poeira <input type="checkbox"/> Possuir altas temperaturas <input type="checkbox"/> Não possuir gravidade própria <input type="checkbox"/> Hélio em seu núcleo	Rápida rotação, Hidrogênio em seu núcleo; Estar inserida em nuvens de gás e poeira; Possuir altas temperaturas;	Verificar a compreensão acerca das características básicas que compõem o comportamento e estrutura de uma estrela em

				ascensão.
2) Utilize suas palavras para definir "protoestrela"	Aberta		Pode-se definir como o protótipo de uma estrela.	Analisar a capacidade do aluno acerca da definição.
3) Para a protoestrela se tornar estrela é necessário que haja _____ nuclear.	Aberta		Fusão.	Constatar a compreensão do que é fusão nuclear.
4) Defina qual a ordem de evolução de estrelas do tipo solar	Múltipla escolha	() gigante vermelha - protoestrela - anã branca - nebulosa () protoestrela - super gigante vermelha - gigante vermelha - anã branca () protoestrela - gigante vermelha - super gigante vermelha - anã branca - nebulosa () protoestrela - gigante vermelha - super gigante vermelha - nebulosa - anã branca	protoestrela - gigante vermelha - supergigante vermelha - anã branca - nebulosa	Examinar o nível de dificuldade em associar a sequência correta.
5) Qual é a principal função do Diagrama HR?	Múltipla escolha	() Mostrar a temperatura das estrelas em um gráfico () Mostrar a massa das estrelas em um gráfico () Mostrar a temperatura e a luminosidade das estrelas em um gráfico () Relacionar a massa e a temperatura de acordo com a luminosidade das estrelas () Relacionar a temperatura e a luminosidade de acordo com a massa das estrelas	Relacionar a temperatura e a luminosidade e de acordo com a massa das estrelas.	Aferir a competência acerca do conceito de Diagrama HR.

6) O que as anãs brancas representam no ciclo de vida das estrelas?		() A formação do núcleo estelar () A morte de uma estrela () Uma estrela adulta produzindo Carbono em seu núcleo () A etapa anterior de uma nebulosa planetária	A morte de uma estrela.	Certificar a compreensão o quanto ao ciclo de vida das anãs brancas.
7) Até qual elemento químico uma estrela pode fundir?	Múltipla escolha	() C () N () Ar () He () Fe	Fe.	Averiguar o domínio quanto a fusão nuclear e os elementos químicos atuantes no processo.
8) Em qual parte do ciclo de vida estelar os planetas podem surgir?	Caixa de seleção	[] Quando a estrela se transforma em uma gigante vermelha [] Quando é uma protoestrela [] Quando a estrela se transforma em uma nebulosa [] Quando a estrela se transforma em uma anã branca	Quando a estrela se transforma em uma nebulosa.	Explorar o domínio acerca da fase onde há o surgimento dos planetas.
9) Quanto mais quente uma estrela, mais vermelha ela é.	Verdadeiro ou falso	() Verdadeiro () Falso	Falso.	Observar a percepção do aluno quanto a significado das cores visíveis das estrelas.

Fonte: Autora

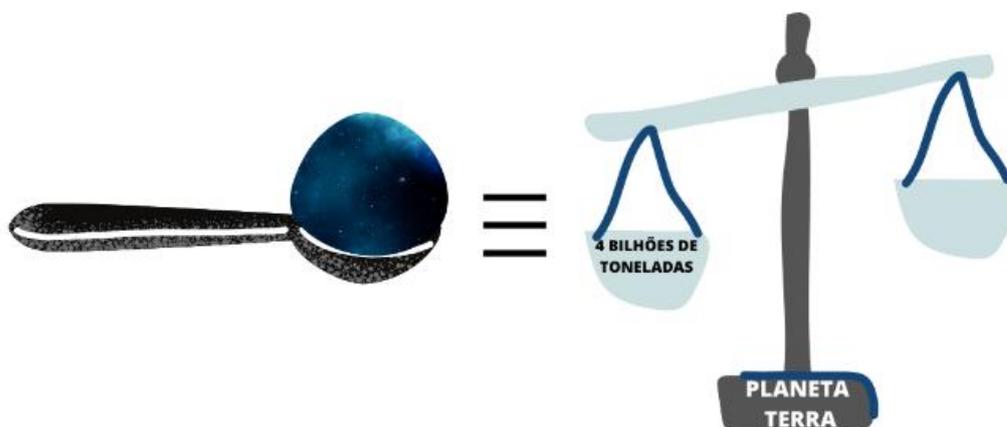
A segunda aula aconteceu no dia 09 de dezembro de 2020, às 19h20 no horário de Pernambuco através do Google Meet, contando com a participação de 24 alunos, sendo 8 mulheres e 20 homens e teve a duração de 1 hora e 20 minutos.

Antes de iniciar o conteúdo previsto, foi demonstrado como as supernovas e os buracos negros são citados no rock, a fim de exemplificar a pluralidade que este campo da física provoca no meio artístico. Assim, foram expostos quatro álbuns: Wish You Were Here (1975) do Pink Floyd, Unknown Pleasures (1979) do Joy Division, (What's The Story) Morning Glory? (1995) do Oasis e Black Holes and Revelations (2006) do Muse. Em seguida, para dar continuidade aos conteúdos previstos, foi realizada uma breve revisão do que foi discutido na primeira aula, utilizando as mesmas imagens apresentadas no slide da aula anterior, visando lembrar como eram formadas as protoestrelas e quais os principais processos.

De início, foi visto que as supernovas produzem elementos químicos até o ferro (Miranda, A. C., 2019). A partir deste ponto, a estrela sofre um colapso, emitindo energia para o espaço. Após a descrição do funcionamento da supernova, foram mostrados alguns exemplos e curiosidades sobre a SN 1987A, a CTB 37A e a RCW 86, esta, a mais antiga registrada. (NASA)

O próximo ponto foi a estrela de nêutrons, sendo exposto o seu interior. A partir disso, foi justificado que prótons e elétrons são unidos devido à forte pressão exercida no núcleo, resultando na formação de nêutrons (Oliveira Filho, Saraiva, 2014). Para efeitos de comparação, foram criadas algumas ilustrações no site de design australiano Canva figuras que demonstram a grande densidade presente no núcleo desse tipo de estrela:

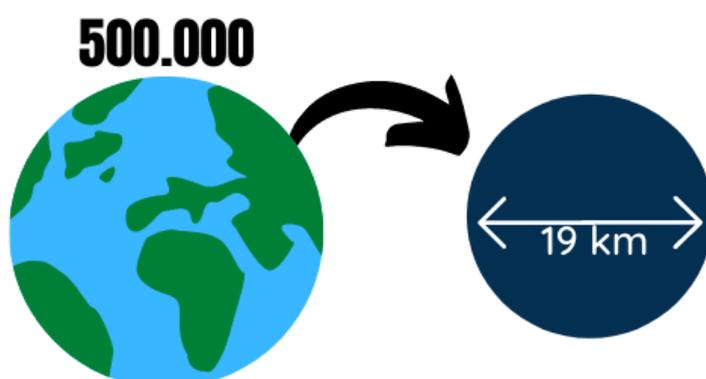
Ilustração 02 - Analogia para facilitar a visualização da densidade de uma estrela de nêutrons.



Fonte: Autora

Se fosse possível recolher uma colher de chá da estrela de nêutrons, essa quantidade corresponderia a quatro (04) bilhões de toneladas (SCHWARZA, 2018). Outra forma de exemplificar, é multiplicando a massa da Terra por 500.000 e comprimindo essa massa em uma esfera com 19 km de diâmetro.

Ilustração 03 - Para facilitar a visualização da densidade de uma estrela de nêutrons.



Fonte: Autora

Após essas ilustrações acima serem apresentadas, o próximo ponto foi a discussão sobre a estrutura da estrela, expondo como são formadas as linhas de

campo magnético, os feixes de radiação e os pulsares. Nesse momento, houve destaque para a astrofísica Jocelyn Bell (1943), responsável pela descoberta dos pulsares que revolucionou a área da radioastronomia.

Em seguida, foi discutida de forma breve as estrelas do tipo Wolf-Rayet, utilizando como exemplo a SBS 1415+437, uma galáxia Wolf-Rayet, onde contém apenas estrelas desse tipo.

O segundo momento da aula foi exclusivamente para tratar especificamente sobre os buracos negros. Prontamente, foram expostas as primeiras discussões realizadas por John Michell (1913-188) em 1783, a Teoria da Relatividade Geral formulada por Albert Einstein (1879-1955) em 1916 e declarações feitas por Karl Schwarzschild (1873-1916), Hans Bethe (1906-2005), Niels Bohr (1885-1962), John Wheeler (1911-2008) e Robert Oppenheimer (1904 - 1967).

Para contextualizar a turma em um período mais recente da ciência, foi dada ênfase a parceria Hawking-Penrose. Assim, foi possível explicar as principais propriedades de um buraco negro: singularidade, horizonte de eventos, disco de acreção e radiação Hawking. Neste momento, foi revisado o conceito de forças de maré para auxiliar na compreensão do processo de espaguetificação, que ocorre ao ser atraído por um buraco negro.

Por fim, foram apresentadas informações complementares acerca do observatório LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory), as ondas gravitacionais e a primeira imagem registrada de um buraco negro. A princípio, foram exibidas imagens sobre o Observatório Interferométrico de Ondas Gravitacionais - LIGO, para então definir o que são as ondas gravitacionais. Depois, foi efetuada uma breve menção sobre a equipe responsável pela descoberta das ondas gravitacionais e sobre os ganhadores do Prêmio Nobel de Física em 2017: Rainer Weiss (1932), Barry C. Barish (1936) e Kip Thorne (1940) e um vídeo contendo o “som” produzido por estas ondas.

A aula foi finalizada com a imagem do buraco negro e da cientista responsável, Katie Bouman (1989) e com os vencedores do Prêmio Nobel de Física do ano de 2021: Roger Penrose (1931), Reinhard Genzel (1952) e Andrea Ghez (1965).

Após tratar de assuntos tão complexos, como estrelas de nêutrons e buracos negros, é necessário que haja revisões para que os alunos de fato compreendam bem esses objetos. Por essa razão, a segunda atividade de revisão foi postada no dia 11/12/2020 com data de entrega para 18/12/2020. Nela, foram postas 5 questões contendo perguntas abertas, caixa de seleção, múltipla escolha e verdadeiro ou falso, onde foram obtidas 33 respostas. A última questão foi redigida a fim de saber a opinião dos alunos, considerando pontos negativos e positivos e o que poderia ser melhorado no curso.

Quadro 04 – Segundo formulário de revisão

Questão	Tipo	Alternativas	Gabarito	Objetivos
----------------	-------------	---------------------	-----------------	------------------

1) Quanto menor o raio da estrela maior sua rotação.	Verdadeiro ou falso.		Verdadeiro.	Averiguar se o aluno foi capaz de entender o conceito de momento angular.
2) Quais são as principais características de uma estrela de nêutrons?	Caixa de seleção	<input type="checkbox"/> Baixo campo elétrico <input type="checkbox"/> Alto campo magnético <input type="checkbox"/> Baixo campo eletromagnético <input type="checkbox"/> Feixes de radiação <input type="checkbox"/> Raio maior do que o do Sol <input type="checkbox"/> Coloração avermelhada <input type="checkbox"/> Coloração azulada <input type="checkbox"/> Grande quantidade de elétrons e prótons condensados	Alto campo magnético; Feixes de radiação; Coloração azulada; Grande quantidade de elétrons e prótons condensados.	Explorar a competência do aluno para identificar as principais características da estrela de nêutrons.
3) Quando uma estrela não possui mais pressão suficiente para gerar uma força para fora de suas camadas externas, matematicamente, esta estrela colapsa em um ponto. Este ponto é denominado de?	Aberta		Singularidade.	Analisar a interpretação que o aluno adquiriu sobre o conceito de singularidade.

4) Utilize suas palavras para definir Horizonte de Eventos.	Aberta		É a região onde a matéria é atraída gravitacionalmente para o centro do buraco negro. Sua atração é inevitável até para a passagem da luz.	Observar se o conceito de horizontes de eventos foi compreendido.
5) O processo de espaguetificação ocorre por causa da:	Múltipla escolha	() Força elétrica () Força magnética () Força de maré () Força gravitacional	Força de maré.	Sondar se o aluno identificou a força de forma correta.
6) O que você achou do curso? No que podemos melhorar? Fique à vontade.	Aberta			

Fonte: Autora

Por fim, a última atividade proposta seria a participação da turma através de quiz criado na plataforma Quizziz. O quiz foi elaborado com poucas perguntas, entretanto houve um problema técnico no acesso das respostas. Logo, esta atividade foi cancelada e a nota foi definida com base na participação, frequência e respostas dos formulários.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes de dar início ao novo conteúdo, foi realizada uma breve interação com a turma, em que foi possível observar que os alunos encontravam-se mais à vontade para discutir temas relacionados às aulas. Como foi mencionado no tópico 3.1, Divulgação e inscrição do minicurso online da metodologia, houve a participação de 76 alunos, desses, 38 concluíram o minicurso com êxito, ou seja, metade da turma. O minicurso obteve êxito com esta turma porque, apesar de problemas com conexão de Internet, conciliação entre estudo e trabalho, boa parte dos alunos que conseguiram concluir eram estudantes. Logo, acredita-se que, por estarem

adaptados ao modo de ensino remoto, eles conseguiram conciliar seus estudos com as demandas do minicurso.

4.1 Recursos utilizados

O primeiro contato realizado com os alunos foi através do grupo do WhatsApp (denominado de “Estelares”), a comunicação foi bastante bem humorada e descontraída, havendo troca de boas-vindas e figurinhas entre a professora e os alunos. Notou-se que a comunicação realizada no grupo no máximo a cada dois dias mostrou-se bastante útil, visto que a participação dos alunos foi espontânea, e abriu passagem para que eles se sentissem à vontade para fazer perguntas variadas sobre astronomia durante os momentos síncronos. Além disso, antes de ser realizada a primeira intervenção, foi postado na sala de aula virtual um vídeo retirado do YouTube sobre os tamanhos das estrelas. O título da publicação foi “Seria o Sol uma grande estrela?” a fim de instigar a curiosidade da turma.

4.2 Atividades do minicurso

4.2.1 Primeiro formulário de revisão

Na primeira aula, que ocorreu no dia 02/12/2020 de forma síncrona, participaram 38 alunos. Quanto ao primeiro formulário de revisão, foram coletadas 40 respostas.

Para a primeira questão, 77,5% e 70% da turma conseguiu identificar, respectivamente, que dentre as principais características necessárias para se tornar uma estrela é conter hidrogênio no seu núcleo e possuir altas temperaturas.

A segunda questão pedia para que o aluno definisse utilizando suas próprias palavras o conceito de “protoestrela”, assim, verificou-se 92,5% de acertos. A terceira questão deu-se 90% de acertos.

A terceira questão foi criada para que o aluno conseguisse lembrar o termo correto correspondente ao processo que unem os átomos dentro do núcleo da estrela. Assim, 90% conseguiram preencher o espaço com o termo “fusão”.

Na quarta questão, 87,5% dos alunos souberam identificar corretamente a ordem de evolução das estrelas do tipo solar.

A quinta questão englobou duas alternativas corretas, visto que o Diagrama HR pode ser um conceito mais complicado, ficou acordado em explicitar sua função em duas formas: relacionar a temperatura e luminosidade de acordo com a massa das estrelas e também mostrar a temperatura e a luminosidade das estrelas em um gráfico. Assim, houve 45% de acertos em cada uma dessas opções, totalizando em um êxito de 90%.

A sexta questão obteve 95% de acertos ao pedir para os alunos identificarem em qual estágio da evolução a anã branca se encontrava. A sétima e oitava questão

tiveram resultados mais diversificados, visto que necessitavam de uma atenção maior.

A sétima questão, 62,5% conseguiram selecionar corretamente o último elemento que poderia ser fundido diretamente nas estrelas,

A oitava questão, 52,5% obtiveram êxito ao afirmar que os planetas surgem quando as estrelas se transformam em nebulosas. Apesar da porcentagem de acertos terem sido menor em relação às questões anteriores, ainda sim, os resultados foram satisfatórios visto que contemplaram mais da metade dos alunos que responderam.

Por fim, a nona questão concentrava-se em avaliar se quanto mais quente uma estrela fosse, mais vermelha ela seria. Felizmente, houve 95% de acertos.

4.2.2 Segundo formulário de revisão

O segundo formulário de revisão foi postado no dia 11/12/2020 no Google Classroom com data de entrega para 18/12/2020. Nele, foram obtidas 33 respostas.

A primeira questão, 66,7% conseguiram identificar que quanto menor o raio maior a rotação.

A segunda questão traziam cinco alternativas corretas em relação às características de uma estrela de nêutrons visto que era uma questão com caixa de seleção. São elas: alto campo magnético, feixes de radiação, raio maior do que o do Sol, coloração azulada e grande quantidade de elétrons e prótons condensados. Dessa forma, os alunos obtiveram um êxito de, respectivamente, 97%, 69,7%, 33,3%, 63,6% e 78,8%.

A terceira questão, apenas 36,3% conseguiram compreender o conceito de singularidade. Infelizmente, por ser um formulário referente a última aula do curso, não foi possível revisar este conceito.

Apesar da terceira questão não ter sido bem aproveitada, na quarta questão houve 100% de acerto quanto ao conceito de horizonte de eventos. Além de responderem de forma satisfatória, houve dentre as respostas uma analogia criada por um dos alunos:

“Fazendo uma analogia, horizonte de eventos seria a cerca de uma casa - sendo esta, claro, o buraco negro. Ademais, um observador que está do lado de fora não consegue ver além desse horizonte, ou seja, essa cerca é muito alta para que ele possa enxergar algo que ocorra depois dela. Porém, uma vez que ele a ultrapassa, não tem mais volta: está fadado à destruição.”

A quinta questão necessitaria de uma breve revisão sobre forças de maré, pois apesar da questão ter 60,6% de acertos, 36,4% marcou que a força gravitacional seria responsável pelo processo de espaguetificação, o que não é verdade.

Por fim, foi aberta uma caixa para opiniões acerca do curso e sugestões. O curso foi bastante elogiado quanto aos conteúdos oferecidos e a didática. Além

disso, alguns sugeriram que o curso tivesse mais aulas a fim de abordar conteúdos mais específicos e também foi sugerida uma edição do minicurso no formato presencial.

4.2.3 Quiz

Foi criado na plataforma online Quizziz um quiz com 12 questões que envolviam todos os conteúdos abordados no minicurso. A atividade foi postada no dia 15/12/2020 com data de entrega para 20/12/2020. Apesar dos alunos conseguirem acessar e responder o quiz, houve problemas técnicos na plataforma e não foi possível acessar as respostas coletadas. Dessa forma, os alunos foram avisados sobre o ocorrido, e a atividade foi retirada dos critérios de avaliação do minicurso.

4.3 Avaliação

Inicialmente, foi pensado para a avaliação utilizar os formulários de revisão e o quiz. Entretanto, ao longo do curso, notou-se que alguns alunos faltavam às aulas e respondiam aos formulários, enquanto outros assistiam às aulas e não respondiam os formulários. Foi constatado que isso acontecia porque alguns destes estavam no trabalho durante o horário das aulas, mas que desejavam fazer o curso mesmo assim.

Então, para a avaliação contemplar a todos, foi decidido que para compor os critérios de avaliação seriam considerados a presença, a participação no grupo do WhatsApp e a participação nos formulários de revisão e no quiz. Assim, os alunos que frequentaram ao menos uma das duas aulas, participaram ativamente no grupo e responderam aos formulários, foram considerados como aprovados. Foi escolhido não realizar uma avaliação de forma quantitativa, visto que muitos alunos tiveram dificuldades ao longo do curso, em detrimento da pandemia e do próprio ensino remoto.

Dessa forma, a presença nas aulas foi realizada através do relatório fornecido pelo Google Meet após a finalização das aulas, onde foi observado que dos 76 inscritos, 39 estavam presentes na primeira aula, 18 na segunda aula e 38 responderam ao primeiro formulário e 33 ao segundo.

5. CONCLUSÕES

Baseado na vivência adquirida foi possível observar como a intervenção foi eficiente no ensino dos conteúdos, de forma que motivassem os alunos a possuírem interesse por conta própria. Um ponto que auxiliou neste processo foi à divisão dos conteúdos pelas três semanas de curso, que permitiu a organização e a avaliação contínua do aprendizado.

Um ponto a ser destacado é quanto à duração do minicurso, esta precisa ser maior nas próximas intervenções, visto que os alunos pediram mais conteúdos. Apesar de não ser o objetivo, podem-se acrescentar mais conceitos físicos a fim de aderir aos assuntos vistos.

Para finalizar, é importante salientar que a astronomia estelar é uma proposta complementar ao ensino de diversos assuntos da Física, desde a mecânica clássica ao eletromagnetismo, tornando-se uma verdadeira porta de entrada para interessados nesta área. Por isso, há pretensão de publicação em revista científica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A fonte de energia das estrelas – fusão e núcleo-síntese. 11 slides. Universidade de Coimbra. Acesso em 02 dez. 2021.

CARCIOF, A.C. *O NASCIMENTO DAS ESTRELAS EVOLUÇÃO ESTELAR*. Disponível em <http://www.astro.iag.usp.br/~carciofi/aulas_aga0210/aula9.pdf>. Acesso em 07 dez. 2021.

DIAS, C. A. C. M.; SANTA RITA, J. R. INSERÇÃO DA ASTRONOMIA COMO DISCIPLINA CURRICULAR DO ENSINO MÉDIO. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 6, p. 55–65, 2008. DOI: 10.37156/RELEA/2008.06.055. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/121>. Acesso em: 28 jun. 2021.

FILHO, Kepler de Souza Oliveira. Reações nucleares. *Astronomia e astrofísica*, 2014. Disponível em <<http://astro.if.ufrgs.br/evol/reacoes/reacoes.htm>>. Acesso em 16 dez. 2021.

HAWKING, S. W. *Buracos negros: palestras da BBC Reith Lectures / Stephen Hawking*; tradução Cássio de Arantes Leite. – 1. ed. – Rio de Janeiro: Intrínseca, 2017.

HORVATH, Jorge Ernesto. UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA ESTELARES NO ENSINO MÉDIO. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, 4501, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/cQ7WGXc3QJvJYFLvRk6fTvd/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 29 jun. 2021.

Metodologia científica: teoria e aplicação na educação a distância /CARVALHO, Luis Osete Ribeiro. DUARTE, Francisco Ricardo. MENEZES, Afonso Henrique Novaes. SOUZA Tito Eugênio Santos [et al.]. – Petrolina-PE, 2019.

83 p.: 20 cm. 1 Livro digital.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. Uma análise crítica do ensino de Física. Estudos Avançados [online]. 2018, v. 32, n. 94 [Acessado 12 Janeiro 2022], pp. 73-80. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>>. ISSN 1806-9592. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>.

ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO
Volume 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias/ Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p.

PERCY, J. R. TEACHING ASTRONOMY: WHY AND HOW?. **The Journal of the American Association of Variable Star Observers**, Massachusetts (EUA), n. 1, p. 248-254, 2006. Disponível em: <http://adsabs.harvard.edu/pdf/2006JAVSO..35..248P>. Acesso em 28 de jun. 2021.

RONDINI, C. A.; PEDRO, K. M.; DUARTE, C. dos S. PANDEMIA DO COVID-19 E O ENSINO REMOTO EMERGENCIAL: MUDANÇAS NA PRÁXIS DOCENTE. **EDUCAÇÃO**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 41–57, 2020. DOI: 10.17564/2316-3828.2020v10n1p41-57. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/9085>. Acesso em: 7 dez. 2021.

Santos, Harley & Lucas, Lucken & Trevisan Sanzovo, Daniel & Pimentel, Renan. (2019). O uso das tecnologias digitais para o ensino de Astronomia: uma revisão sistemática de literatura. *Research, Society and Development*. 8. 2284812. 10.33448/rsd-v8i4.812.

SCHWARZA. Do átomo ao buraco negro: para descomplicar a astronomia. São Paulo: Planeta do Brasil, 2018.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

VIEIRA, Mônica Bandecchi da Fonseca. **Astrofísica Estelar para o Ensino Médio: análise de uma proposta**. 2018. Dissertação (Mestrado em História da Astronomia e da Cosmologia) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas,

University of São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/D.14.2019.tde-07072018-124501. Acesso em: 2021-06-29.