

Astrofísica estelar: concepção de participantes de uma atividade de divulgação científica

Stellar astrophysics: conception of participants in a scientific dissemination activity

Maria Carolina Carvalho Rodrigues¹
Ricardo Roberto Plaza Teixeira²

Resumo

Este é um artigo do campo da educação científica que investiga o uso de temas de Astrofísica estelar em atividades de divulgação científica e de ensino da Física. Durante o seu transcorrer foram analisadas as possibilidades educacionais do trabalho com a Física estelar em ações educacionais para o processo de aprendizagem de leis e conceitos científicos. Foi feita uma revisão bibliográfica e foram avaliados recursos didáticos que podem ser utilizados de forma remota para o ensino de Astronomia. Na pesquisa foi estruturada uma atividade de divulgação científica sobre conceitos de Astrofísica estelar, que foi implementada de forma remota, pela internet, devido à pandemia de Covid-19. As respostas dadas por N=27 participantes a um questionário disponibilizado de modo *online* durante a apresentação ajudaram a compreender diversas concepções e ideias das pessoas sobre temas relacionados ao estudo das estrelas e áreas adjacentes. Em geral, os dados revelaram que existe um grande interesse do público por temas da Astronomia, da Astrofísica e da Cosmologia. Além disso, os resultados indicaram a relevância para o processo de aprendizagem da aproximação entre os conhecimentos escolares e os interesses dos alunos pelos temas tratados.

Palavras-chave: Astrofísica estelar; Divulgação científica; Educação científica; Astrofísica nuclear; Recursos didáticos.

Abstract

This is an article from the field of science education that investigates the use of stellar Astrophysics themes in scientific dissemination and physics teaching activities. During its course, the educational possibilities of working with stellar Physics in educational actions for the learning process of laws and scientific concepts in this area were analyzed. A bibliographic review of the scientific literature was carried out didactic resources that could be useful in remote education for Astronomy teaching. During this research, a scientific dissemination activity on concepts of stellar Astrophysics was structured, which was implemented remotely, over the internet, due to the Covid-19 pandemic. The answers given by N=27 participants to a questionnaire made available online during the presentation helped to better understand people's different conceptions and ideas about topics related to the study of the stars and adjacent areas. In general, the data revealed that there is great public interest in Astronomy, Astrophysics and Cosmology. Furthermore, the results indicated the relevance for the learning process of the approximation between school knowledge and the students' interests in the topics covered.

Keywords: Stellar astrophysics; Scientific divulgation; Science education; Nuclear astrophysics; Didactic resources.

¹ Licencianda em Física no Instituto Federal de São Paulo (IFSP/Caraguatatuba). Integrante do projeto de extensão "Ensino de Astrofísica estelar por meio de recursos tecnológicos e digitais" no IFSP. E-mail: carolina.rodrigues@aluno.ifsp.edu.br

² Doutor e Mestre em Física pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é Professor Titular do Instituto Federal de São Paulo - campus Caraguatatuba (IFSC). E-mail: rteixeira@ifsp.edu.br

1. Introdução

Este artigo tem como objetivo investigar o uso de tópicos de Astrofísica estelar em atividades de divulgação científica e de ensino de Física. Em particular, pretende-se compreender as concepções sobre Astrofísica estelar de participantes de uma atividade de divulgação científica realizada de modo remoto.

Assim sendo, na execução dessa pesquisa foram analisadas as possibilidades didáticas de ações de educação científica envolvendo os conceitos de Física relacionados ao estudo das estrelas, tais como a fusão nuclear e a evolução estelar, incluindo os possíveis finais para a “vida” das estrelas em virtude das suas massas. Foi também investigado o modo como a inserção da Astrofísica estelar nesse contexto pode ser usado com finalidades didáticas. Buscando colaborar com os educadores, o trabalho realizado avaliou algumas alternativas existentes para uma abordagem da Física associada ao estudo das estrelas, em ações de divulgação científica e ensino, tais como por meio da utilização de recursos disponíveis na internet.

A relevância de uma pesquisa como essa se deve às possibilidades de que o trabalho educacional com temas de Astrofísica estelar possa ajudar a despertar a curiosidade científica dos alunos, a ampliar sua visão sobre o universo e aprender de modo contextualizado acerca de áreas da física como aquelas que estudam a luz e a gravitação (VIEIRA, 2018), bem como ao caráter fortemente interdisciplinar associado a este campo de conhecimento (HORVATH, 2013).

Inicialmente, realizamos uma revisão da literatura científica existente acerca de temas como o ensino de Astronomia, as possibilidades do uso da Astrofísica estelar para o ensino de conceitos de Física importantes, os recursos disponíveis na web para este objetivo e as especificidades do trabalho de divulgação científica. Em seguida, analisamos uma atividade de divulgação científica que foi implementada, de modo remoto, envolvendo conceitos de Física associados ao estudo das estrelas e investigamos os seus resultados. Ao seu término, são feitas algumas considerações a respeito da investigação com a apresentação de algumas conclusões e sugestões para futuras ações educacionais similares.

2. Fundamentação teórica

Este trabalho de pesquisa abarca conhecimentos de diferentes áreas, portanto, na sequência serão analisados referenciais teóricos importantes para as áreas de

ensino de astronomia, conhecimentos relevantes acerca de Astrofísica estelar, recursos didáticos disponíveis na internet para o trabalho educacional com temas de astronomia e as características específicas do trabalho de divulgação científica: todos estes saberes compõem os alicerces necessários para fundamentar essa pesquisa.

2.1 Ensino de Astronomia

A inserção do ensino de Astronomia na educação básica vem sendo cada vez mais discutida por permitir uma abordagem de temas de diferentes áreas da ciência e por promover a cultura e o pensamento científico, pois todos somos parte do universo. Em termos históricos, desde tempos ancestrais, as pessoas observam o céu, buscando respostas para questões relacionadas à existência do cosmos. O fascínio pelos mistérios sobre o Universo é parte da natureza humana e isto faz com que sejamos desafiados a tentar conhecê-lo melhor, pois desta forma estamos também investigando a nossa origem (MILONE, 2003). Tal curiosidade facilita uma abordagem didática da Astronomia, com fins educativos, pois é a curiosidade o fator que nos move e nos inquieta: ela é o combustível que permite aprender (FREIRE, 1996). É a existência de um espírito curioso que possibilita que os alunos utilizem ativamente de suas vivências e inquietações para construir, a partir da mediação do professor, o seu próprio conhecimento.

Há uma grande inter-relação entre a aprendizagem de Física e de Astronomia, pois algumas teorias da Física (como a mecânica clássica, por exemplo) são provenientes, pelo menos em parte, do estudo de fenômenos astronômicos ou são diretamente aplicadas a eles (LANGHI; NARDI, 2010). Além disso, a inserção da Astronomia e da Astrofísica em atividades educacionais, associada ao estudo de áreas da Física Moderna e Contemporânea e aos avanços tecnológicos existentes, pode colaborar para a aprendizagem, transformando a visão dos educandos acerca do mundo e da ciência (AGUIAR, 2010). Segundo os “Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”, o ensino de tópicos de Astrofísica e Cosmologia tem um papel importante a desempenhar nos processos educacionais, pois amplia a visão de mundo, permite que o aluno conheça as ideias científicas gerais sistematizadas contemporaneamente sobre o universo (BRASIL, 2000). Já de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), uma das duas unidades temáticas da

área de “Ciências da Natureza e suas Tecnologias” no Ensino Médio é “Vida, Terra e Cosmos”; dentre outros tópicos, ela propõe que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações pela consideração de modelos mais abrangentes que permitam explorar, por exemplo, aplicações das reações nucleares a fim de explicar processos estelares e a formação da matéria.

Entretanto, com frequência, temas de Astronomia e de Astrofísica são pouco trabalhados ou nem sequer são apresentados para estudantes nas escolas de educação básica (BAZETTO; BRETONES, 2011). Um dos motivos para isto é o fato de que o ensino de Astronomia apresenta obstáculos para muitos educadores, seja por eles não possuírem conhecimentos mais sólidos acerca dos assuntos abordados ou por não conhecerem metodologias e maneiras de tornar este ensino palpável e real para os alunos. No que diz respeito à falta de domínio sobre temas de Astronomia, alguns professores apontam como culpada a própria formação prévia que tratou destes temas de maneira superficial (GONZATTI *et al.*, 2013). Assim, a deficiência de conteúdos na formação dos docentes é um dos principais motivos das dificuldades no momento de exercer a profissão (LANGHI; NARDI, 2005). Para ensinar é necessário ter domínio dos conteúdos e a falta deste elemento afeta diretamente o que os educadores escolhem tratar e a qualidade da abordagem. O impacto negativo disso é ainda maior quando, por falta de opção, os docentes acabam buscando informações em fontes não seguras existentes na internet. Este problema também reflete a falta de metodologias e de materiais de ensino adequados e a inexistência de associação entre teoria e prática na formação dos educadores, o que por sua vez indica a importância que deve ser concedida à formação continuada para professores.

Todos esses fatores precisam ser aprimorados para garantir que temas de Astronomia e Astrofísica sejam trabalhados junto aos discentes. O professor não é detentor de todo conhecimento, mas é necessário que ele domine em algum grau um assunto para ensiná-lo, para assim garantir a qualidade do processo de aprendizagem. Assim sendo, uma questão importante, que deve ser destacada, é a necessidade da existência de formação continuada junto aos professores, com cursos que possam atualizá-los sobre as novas possibilidades de abordagens educacionais e sobre as descobertas científicas mais recentes em áreas da Astronomia, por exemplo. Entretanto, há outros agravantes para o processo de ensino de disciplinas

das ciências naturais, como a falta de recursos financeiros por parte das escolas para a aquisição de materiais específicos para a realização de experimentos científicos e para viabilizar a visita de alunos a ambientes diferenciados de aprendizagem para as disciplinas científicas, como planetários e museus de ciência, por exemplo (GONZATTI et al., 2013).

A introdução de conteúdos de Astronomia e Astrofísica em aulas de física requer um trabalho interdisciplinar para que seja possível que o aluno compreenda a complexidade do universo e suas particularidades, pois sem isso, o processo de aprendizagem torna-se destituído de significado (FERREIRA, 2011). A compreensão das escalas astronômicas de tempo e de espaço do universo, da sua origem e da constituição dos objetos nele existentes, desperta, frequentemente, o interesse de muitos jovens, possivelmente por estar também relacionada a questões existenciais (DELICATO, 2017). Este fato pode ser usado como uma mola propulsora para estimular o interesse pela Física envolvida (FRÓES, 2014): o universo é um “laboratório de Física” sobre as nossas cabeças (DAMINELI; STEINER, 2010).

2.2 Astrofísica estelar

Na área de pesquisa de ensino de Astronomia e Astrofísica, são ainda poucos os trabalhos que abordam o uso de tópicos de Física estelar na educação básica, como tema principal, no Brasil e mesmo no exterior (BANDECCHI; HORVATH; BRETONES, 2019). Se por um lado, a Astrofísica estelar possibilita trabalhar com temas importantes de Física, como luz, gravidade, temperatura, composição química, fusão nuclear e equilíbrio hidrostático (VIEIRA, 2018), por outro lado, o afastamento do cotidiano dos alunos dos fenômenos estudados pela Astrofísica, de modo geral, pode ser um obstáculo para o seu ensino (HORVATH, 2013). As estrelas, que aparecem na forma de uma grande quantidade de pontos brilhantes no céu noturno, são um grande objeto de curiosidade das pessoas, em geral, que se sentem instigadas em saber o que há nelas e como elas produzem luz e energia (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

O estudo de objetos do universo em nível macroscópico (Astrofísica) se relaciona de modo bastante intenso com o estudo das características mais microscópicas dos constituintes fundamentais da matéria (a Física nuclear), constituindo um campo interdisciplinar de conhecimento, a Astrofísica nuclear

(PERUZZO, 2012), que pela sua própria natureza é bastante propício para um trabalho de introdução de tópicos de Física Moderna e Contemporânea na educação básica, em particular no ensino médio. Mais especificamente, é pelo estudo da Astrofísica nuclear que se entende as reações nucleares que acontecem no coração das estrelas e que se caracteriza o modo do seu “funcionamento”, ou seja, o modo como as reações de fusão nuclear que ocorrem no interior das estrelas produz energia. A Astrofísica nuclear procura, desta forma, esclarecer como ocorre a nucleossíntese dos elementos da Tabela Periódica a partir de alguns “tijolos fundamentais”, como é o caso do núcleo de Hidrogênio, o elemento atômico mais simples que há no Universo (o isótopo mais comum de Hidrogênio basicamente é um próton) e que tem número atômico $Z=1$ (GUIMARÃES; HUSSEIN, 2004). Assim, as intersecções entre Astrofísica estelar e da Astrofísica nuclear são extensas.

Uma outra área da Astrofísica estelar com um grande potencial para ser usado em atividades educacionais é o estudo da evolução estelar. Quanto a isto podem ser abordados diferentes temáticas que estão associadas ao ciclo de vida das estrelas: o colapso e a fragmentação de nuvens interestelares; os diagramas de Hertzsprung-Russel (H-R); as gigantes vermelhas; as estrelas pulsantes; os ventos estelares; a formação de planetas; as supernovas; os neutrinos provenientes de explosões estelares; a injeção de energia e matéria no meio interestelar; o limite de Schenberg-Chandrasekhar; os sistemas binários; as anãs brancas; as estrelas de nêutrons; os buracos negros.

As estrelas geralmente nascem a partir dos aglomerados estelares que surgem nas galáxias, em regiões que são bastante densas em gás e poeira, no interior das nuvens do meio interestelar (SAITO; BAPTISTA, 2001). Este material se fragmenta e cada parte colapsa gravitacionalmente formando o “caroço” de uma estrela: surge assim uma protoestrela. As estrelas sofrem mudanças, durante seu tempo de vida, que dependem fundamentalmente da massa da estrela: as estrelas mais massivas duram pouco tempo (da ordem de alguns milhões de anos), enquanto as estrelas pouco massivas duram muito tempo (da ordem de dezenas de bilhões de anos ou mais). Mas as mudanças nas características das estrelas são extremamente lentas se comparadas à escala da vida de seres humanos que é da ordem de uma centena de anos.

Portanto, para estudar como as estrelas evoluem, os astrofísicos observam uma quantidade muito grande de estrelas (cada uma está em um ponto diferente do seu ciclo da vida) e com o apoio de modelos computacionais conseguem simular as transformações que acontecem na estrutura estelar. O final da vida das estrelas também depende da sua massa. Estrelas de massa “pequena” (como é o caso do Sol) ao final de sua vida formam uma chamada anã branca de tamanho comparável ao da Terra. Estrelas de maior massa podem acabar explodindo na forma de uma supernova, com a sua camada externa sendo expelida violentamente para o espaço e com o núcleo colapsando em uma estrela de nêutrons que tem uma densidade gigantesca. Finalmente, em estrelas de massa muito grande (dezenas de vezes a massa do Sol, por exemplo), quando acaba o seu combustível, as suas partes caem no núcleo da estrela de forma violenta, devido à intensa atração gravitacional, formando um buraco negro, um objeto astronômico de gravidade tão grande que nem a luz consegue “escapar” dele, ou seja, em termos físicos, um objeto cuja velocidade de escape é maior que a velocidade da luz (MACIEL, 1999).

2.3 Recursos didáticos voltados ao ensino de Astronomia

O uso de recursos didáticos para estudar Astronomia e Astrofísica tem se mostrado uma estratégia interessante, pois há inúmeras ferramentas disponíveis na internet que permitem desenvolver habilidades cognitivas que colaboram significativamente para estimular a criatividade e a inventividade dos alunos (VALENTE, 1999), algo que é fundamental para que ocorra uma aprendizagem realmente efetiva. Deste modo, o uso de recursos das chamadas novas Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs), com o intuito de aprender sobre tópicos de Astronomia e Astrofísica, pode levar a bons resultados.

Na internet, há uma grande diversidade de sites, programas e aplicativos gratuitos que podem ser usados como ferramentas tecnológicas de ensino em atividades sobre temas de Astronomia e Astrofísica. A tabela 1 organiza estes recursos para facilitar o seu acesso (pelos seus links) para os leitores com este tipo de interesse.

Em particular, o Projeto CLEA - Contemporary Laboratory Experiences in Astronomy (“Experiências Contemporâneas de Laboratório em Astronomia”), que foi desenvolvido pelo Gettysburg College, nos Estados Unidos, a partir de 1997,

disponibiliza softwares e guias para atividades que possibilitam que o aluno simule o uso de telescópios, incluindo seus principais instrumentos, tais como fotômetros e espectroscópios, com sugestões para ajudar na aplicação (AGUIAR, 2010).

Tabela 1 - Recursos para atividades educacionais sobre Astronomia e Astrofísica

Recursos	Links
Stellarium	< http://stellarium.org/ >
Google Sky	< https://www.google.com/sky/ >
Galaxy Zoo	< https://www.zooniverse.org/projects/zookeeper/galaxy-zoo/ >
Simulação “Monte um átomo” do PhET Colorado	< https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/build-an-atom >
“Guide to astrophysical software” do site Astrobites	< https://astrobites.org/guides/guide-to-astrophysical-software/ >
Carta Celeste (aplicativo para celular)	< https://play.google.com/store/apps/details?id=com.escaapistgames.starchart&hl=pt_BR&gl=US >
Sky Map (aplicativo para celular)	< https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.stardroid&hl=en&gl=US >
Sky Safari (aplicativo para celular)	< https://play.google.com/store/apps/details?id=com.simulationcurriculum.skysafari5&hl=en&gl=US >
Contemporary Laboratory Experiences in Astronomy	< http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAhome.html >
Kepler Exoplanet Transit Hunt	< https://science.nasa.gov/kepler-exoplanet-transit-hunt >
Planetário do site “apolo11”	< https://www.apolo11.com/ceu/ >
Best Astronomy Apps and Websites for Students	< https://www.common sense.org/education/top-picks/best-astronomy-apps-and-websites-for-students >
Ferramentas do Observatório Nacional (ON)	< https://daed.on.br/astro/ >
Projeto “Telescópios na Escola”	< http://www.telescopiosnaescola.pro.br/ >
Site do INPE	< https://www.gov.br/inpe/pt-br >
Site do IAG-USP	< https://www.iag.usp.br/ >
Site do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA)	< https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/lna >
Site da “International Astronomical Union” (IAU)	< https://iau.org/ >
Software Maxima	< https://maxima.sourceforge.io/pt/index.html >

Fonte: elaborada pelos autores (2021).

Já o site da NASA³ apresenta diversos recursos tecnológicos educacionais digitais que podem ser utilizados em situações de ensino-aprendizagem envolvendo temas de Astronomia e Astrofísica; um deles, por exemplo, é o “Kepler Exoplanet Transit Hunt” que simula o trabalho de astrofísicos na busca por novos exoplanetas pelo método do trânsito do planeta em frente à estrela em torno da qual orbita. O site “Apolo11”, por sua vez, disponibiliza um “planetário” que pode ser facilmente utilizado pelos interessados para determinar rapidamente a posição de alguns astros (por

³ Disponível em: <<https://www.nasa.gov/>>.

exemplo, planetas) no céu noturno, na tela de um computador. De modo mais panorâmico, o site “Common Sense” apresenta 24 ferramentas tecnológicas, tais como aplicativos para celulares ou websites, que são úteis para o ensino de Astronomia junto a estudantes da educação básica.

A Divisão de Atividades Educacionais (DAED) do Observatório Nacional (ON) disponibiliza uma série de ferramentas tecnológicas digitais que podem ser úteis para o processo de ensino-aprendizagem de diferentes áreas da Astrofísica. Da mesma forma, o site brasileiro “Telescópios na Escola” (que antes era denominado “Observatórios Virtuais”) disponibiliza informações, materiais didáticos e propostas de atividades práticas (a sua inspiração foi o projeto norte-americano “Telescopes in Education”, financiado pela NASA), assim como os sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (AG) da USP, do Laboratório Nacional de Astrofísica e da International Astronomical Union (IAU). Um recurso com bom potencial didático é o software Maxima, um sistema de computação algébrica que pode ser usado com sucesso no ensino da evolução estelar, pois permite elaborar animações úteis para explicar como uma estrela produz energia (SABINO et al., 2019).

No que diz respeito à incorporação de recursos tecnológicos de baixo custo para o trabalho educacional experimental com temas de Astrofísica, uma possibilidade, por exemplo, é o uso da plataforma Arduino para a coleta de dados, em um radiotelescópio amador, de modo a detectar a radiação proveniente do Sol em certas faixas de frequência, inclusive acompanhando o seu deslocamento aparente no céu, devido ao movimento de rotação da Terra em torno de seu eixo, a partir da medição da intensidade desta radiação (CASTRO; SILVA; BRITO, 2019).

Os recursos tecnológicos associados ao computador permitem que diferentes tipos de representação se transformem em elementos valorizadores de práticas pedagógicas (MARTINHO; POMBO, 2009). Estas ferramentas se relacionam com recursos de informática que ampliam as possibilidades na área da educação e proporcionam uma discussão importante sobre o processo de ensino e aprendizagem e a motivação do estudante (MORTALE; CORRALLO; GOMES, 2020). A eficiência da comunicação que ocorre por meio das mídias digitais deve-se à forma como elas articulam diferentes formas de linguagens (imagens, falas, música, escrita,

simulações, gifs) em uma narrativa envolvente e que estimula a aprendizagem (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2015).

2.4 Divulgação científica

A atividade de divulgação científica procura sensibilizar a curiosidade e os interesses dos participantes por meio de ambientes multimídia e das Tecnologias da Informação e da Comunicação (VALÉRIO, 2012). Ela compreende a utilização de recursos e ferramentas para o trabalho com conhecimentos científicos de Astrofísica estelar junto a um público não especializado, tornando-os mais acessíveis ao entendimento comum (BUENO, 1985), por meio da “recodificação” da linguagem da informação científica e da transposição didática, de modo a atingir cidadãos leigos (LOUREIRO, 2003). Este processo, em certo sentido, foi o mesmo que as estratégias de divulgação científica usadas por físicos do passado, na linha do que fez Galileu Galilei (1564-1642), em sua obra de 1632, “Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo Ptolomaico e Copernicano” (GALILEI, 2011), que é caracterizada por uma linguagem de mais fácil acesso (RON, 2002).

3. Procedimentos metodológicos

Essa pesquisa teve uma abordagem tanto qualitativa, associada a categorias que são úteis para a compreensão dos processos de aprendizagem, quanto quantitativa, associada a variáveis que permitem mensurar quantidades relevantes para a análise mista. Ela procurou lidar com as diferenças existentes entre o conhecimento científico e as ideias de senso comum, que são duas formas de interpretar o universo que coexistem na mente das pessoas e influenciam a sua visão de mundo. Elas foram levadas em consideração na interpretação dos dados obtidos, de modo a conhecer melhor as concepções de senso comum que as pessoas têm sobre Astronomia e Astrofísica (LANGHI, 2004). Isto é importante, porque aprender ciências implica em romper com conceitos espontâneos do senso comum devido ao caráter contraintuitivo existentes em diversos campos da ciência (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004).

O processo de investigação envolveu, basicamente, conhecimentos de três campos básicos: a área da Astrofísica estelar, a área da divulgação e a área da educação científica. No seu decorrer foram estudados tanto o modo como foram

construídos historicamente os conhecimentos de Astrofísica estelar, quanto o estado da arte e o desenvolvimento de pesquisas educacionais envolvendo o ensino de áreas da Astrofísica.

A revisão bibliográfica realizada inicialmente sobre os eixos temáticos centrais deste projeto de pesquisa, de modo a fundamentar teoricamente o trabalho realizado, teve como descritores expressões como “Astrofísica estelar”, “física de estrelas”, “ensino de Física”, “divulgação científica” e “recursos didáticos digitais”, em artigos, trabalhos para congressos acadêmicos e livros disponibilizados livremente na internet (por meio do “Google scholar” ou da Biblioteca Eletrônica Científica Online SciELO). Os trabalhos selecionados como mais relevantes para esta pesquisa foram sistematizados por meio de fichamentos, resenhas, sínteses e relatórios de modo a fundamentar a pesquisa e alicerçá-la a partir do conhecimento produzido pela humanidade (GALVÃO, 2011). A pesquisa de revisão bibliográfica foi uma etapa fundamental que ocorreu antes do desenvolvimento da investigação prática propriamente dita (PIZZANI et al., 2012).

No que diz respeito aos procedimentos metodológicos implementados, após a revisão bibliográfica que fundamentou essa investigação, as principais etapas do trabalho desenvolvido foram: elaboração de uma atividade de divulgação científica de caráter educacional sobre a Física estelar, construção de um instrumento de pesquisa para avaliação dos impactos desta atividade, realização da atividade de divulgação planejada junto a cidadãos com acesso à internet e interesse por temas de astronomia, aplicação do questionário, levantamento do perfil dos entrevistados e das suas concepções acerca de temas associados à Astronomia por meio da tabulação e análise qualitativa e quantitativa dos dados, interpretação dos resultados obtidos e a elaboração deste presente artigo acadêmico (GAIO, 2008). Basicamente, as informações foram levantadas no contexto de uma atividade de divulgação científica realizada de modo remoto, com transmissão pelo YouTube, sobre temas de astronomia.

Para poder avaliar os impactos da atividade de divulgação científica planejada sobre Astrofísica estelar e produzir informações e dados relevantes para essa pesquisa, foi elaborado um instrumento de pesquisa, na forma de um questionário em um Formulário Google (Google Form), contendo questões relacionadas ao perfil dos respondentes e à cosmovisão prevalecente, como, por exemplo, com perguntas sobre

os interesses pela Astronomia ou sobre as concepções existentes sobre certos fenômenos ou objetos astronômicos.

A tabulação, organização e sistematização dos dados foi realizada para permitir compreender de modo mais geral e panorâmico as visões prevalecentes. Os resultados obtidos foram analisados tendo em vista a literatura científica revisada inicialmente e de modo a relacioná-los com conceitos e previsões teóricas.

Essa presente pesquisa analisou alguns recursos didáticos que podem ajudar a aperfeiçoar a qualidade dos processos de ensino-aprendizagem de uma forma interdisciplinar em áreas das ciências naturais. A utilização de simulações, vídeos e outros recursos digitais para o ensino de conteúdos de Astrofísica, deve ser considerada de modo complementar com a análise de outras metodologias: uso de analogias, abordagem histórica e filosófica, análise de controvérsias científicas, apresentação de experimentos mentais etc.

No transcorrer da execução da pesquisa, foram analisados vídeos disponíveis na internet sobre alguns tópicos de áreas da Astrofísica estelar e da história da ciência associada, em canais de divulgação científica do YouTube, como é o caso do canal “Pesquisa Fapesp” (<https://www.youtube.com/user/PesquisaFAPESP>) e do canal “Ciência todo dia” (<https://www.youtube.com/user/CienciaTodoDia>). Também foram analisados episódios de séries de documentários, como “Cosmos” (tanto a série produzida por Carl Sagan, quanto a série produzida por Neil deGrasse Tyson) e “O Universo”.

4. Atividade realizada

Passamos agora para a análise da atividade de divulgação científica envolvendo a temática da Astrofísica estelar, por meio remoto (com transmissão pela internet por meio de um canal do YouTube), feita para o público leigo, em 4 de dezembro de 2020. A pesquisa que planejou e realizou essa atividade estruturada basicamente nos meses prévios, durante o segundo semestre de 2020. Os materiais didáticos utilizados para a realização desta apresentação (tais como informações, gráficos, fotos, imagens, vídeos, etc.) foram obtidos na internet, mas também em livros de divulgação científica e em manuais didáticos. A pesquisa foi realizada no âmbito do campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), mas devido à pandemia de Covid-19, todas as atividades foram feitas de modo remoto.

Basicamente, o público-alvo para a ação foi constituído de alunos da educação básica dos municípios do litoral norte de São Paulo, principalmente de escolas estaduais de ensino médio participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Licenciatura em Física do IFSP-Caraguatatuba (para os quais esse evento foi bastante divulgado previamente), mas tendo em vista o alcance amplo da internet, a atividade contou com a participação de pessoas das mais variadas idades e perfis e que vivem em diferentes cidades.

No mês anterior à realização do evento, em novembro de 2020, uma atividade prévia de divulgação científica serviu como “piloto” para testar os recursos, formatos e conteúdos mais adequados para ações de divulgação científica remotas sobre Astrofísica estelar. Assim, em 11 de novembro de 2020, foi divulgado um vídeo produzido no âmbito desta pesquisa especialmente para o evento “Noite com as Estrelas” que é uma atividade realizada anualmente pela Escola Estadual Alcides de Castro Galvão, situada na cidade de Caraguatatuba: em 2020, devido à pandemia de Covid-19, ela foi realizada por meio de plataformas digitais e de modo online. O vídeo que elaboramos para este evento, com duração de aproximadamente 14 minutos, aborda os principais aspectos do ciclo de vida estelar, além das características fundamentais das estrelas.

Tendo como ponto de partida a experiência desse primeiro vídeo, ocorreu a participação na web-conferência “Sextou com Astronomia” que foi uma atividade de divulgação científica realizada em conjunto por estudantes e docentes do IFSP-Caraguatatuba. O evento aconteceu na tarde do dia 4 de dezembro de 2020, uma sexta-feira, e envolveu diversas palestras sobre temas relacionados a Astronomia. Por conta do cenário de pandemia do Covid-19, este evento também foi realizado inteiramente de modo online. Durante este evento, que durou ao todo mais de 2 horas, ocorreu a apresentação de divulgação científica sobre Astrofísica estelar que é foco desta pesquisa e que teve a duração de aproximadamente 25 minutos. Essa apresentação também versou sobre o ciclo de vida estelar, sobre as características das estrelas e sobre as propriedades do nosso Sol. Durante o seu transcorrer foram usadas diversas imagens em *slides*, assim como um vídeo com duração de 5 minutos intitulado “Astrolab - As estrelas nascem e morrem?”, divulgado pelo canal da TV UNESP no YouTube (https://www.youtube.com/watch?v=0_aqC8O8mfo). Para obter dados para este presente estudo, foi elaborado previamente um questionário com

perguntas para os participantes, que foi disponibilizado pela internet no formato de um Formulário do Google (Google Form) e que foi respondido por aqueles que se dispuseram a fazer isto. O link para acessar e responder o questionário foi disponibilizado no *chat* da transmissão desta atividade pelo YouTube.

5. Resultados e discussões

A apresentação de divulgação científica sobre Astrofísica estelar realizada em 4 de dezembro de 2020, durante a web-conferência “Sextou com Astronomia”, buscou provocar questionamentos que fizessem com que os participantes pensassem sobre as leis e os conceitos científicos necessários para compreender o funcionamento e a evolução das estrelas. Deste modo, durante a atividade, foram problematizados certos temas associados ao estudo das estrelas para que fosse possível compreender melhor a Física envolvida.

A atividade teve a intenção tanto de promover uma divulgação científica que estimulasse o raciocínio crítico dos participantes e os seus interesses por conteúdos científicos bem fundamentados sobre Astrofísica estelar, quanto servir como contexto e ambiente para uma investigação acerca do perfil, dos conhecimentos científicos e das visões de mundo dos participantes. A linguagem utilizada durante a apresentação foi escolhida de modo a ser a mais acessível possível para os participantes. Um questionário previamente elaborado foi disponibilizado pelo *chat* do YouTube e aplicado junto a participantes que se dispuseram a respondê-lo. Um número total de N=27 pessoas responderam este questionário. Como o link para acessar este questionário foi disponibilizado apenas no chat da transmissão pelo YouTube do evento “Sextou com Astronomia”, provavelmente a maioria dos respondentes (possivelmente todos) foram pessoas que assistiram o evento. A seguir serão apresentados dados referentes às respostas dadas para as perguntas deste questionário, principalmente na forma de percentuais aproximados até a unidade (um por cento).

5.1 Caracterização dos participantes do estudo

Inicialmente serão abordados alguns dados que se referem ao perfil daqueles que responderam ao questionário e depois serão apresentados dados sobre as

respostas a questões sobre as suas concepções acerca da ciência e sobre alguns aspectos relacionados aos temas tratados na atividade.

Neste primeiro momento, analisamos o perfil social dos respondentes. A maioria (52%) das N=27 pessoas que responderam ao questionário era do gênero masculino, porém é possível verificar que a participação de pessoas do gênero feminino foi quase igual (48%), o que demonstra que as mulheres estão também demonstrando um considerável e crescente interesse por temas científicos, como é o caso da Astronomia.

No que diz respeito à distribuição de idades, 30% dos respondentes tinham entre 13 e 17 anos, 40% tinham entre 18 e 29 anos e 30% tinham entre 30 e 59 anos de idade. Como comentado anteriormente, o evento “Sextou com Astronomia”, foi organizado por estudantes de cursos de graduação do campus de Caraguatatuba do IFSP, o que justifica a maioria do público ter entre 18 e 29 anos, faixa comum de idade de estudantes universitários. Porém é importante ressaltar que, no que diz respeito aos 30% com entre 13 e 17 anos, essa é a idade do público das escolas estaduais de ensino médio de Caraguatatuba nas quais atuam os bolsistas do PIBID da Licenciatura em Física do IFSP-Caraguatatuba que divulgaram este evento para o corpo discente destas escolas. Possivelmente relacionado ao perfil de idade, está o fato de que apenas 11% dos respondentes declararam ter filhos.

No que diz respeito ao nível educacional, 51 % dos respondentes declararam ter ensino superior incompleto, 30 % declararam ter ensino médio completo ou incompleto, 15 % eram pós-graduados e 4 % declararam ter ensino fundamental completo. Apesar de apresentar um público com nível de escolaridade diversa, pode-se notar que a maior parte das pessoas que responderam está cursando o ensino superior.

Quanto ao município de moradia, 56% declararam que moravam em Caraguatatuba (cidade do litoral norte paulista onde está situado o campus do IFSP no âmbito do qual essa pesquisa foi realizada, em termos institucionais), 11% declararam morar em São Paulo, 7% declararam morar em São Sebastião (município vizinho de Caraguatatuba no litoral norte paulista) e 7% declararam morar em Suzano (município da zona leste de São Paulo que também abriga um campus do IFSP). Os outros 20% declararam morar em várias outras cidades. Por ser um evento realizado

de maneira online, ocorreu a participação de pessoas de várias regiões do estado de São Paulo.

Quanto à cor / raça / etnia, 82% se declararam brancos, 11% pardos, 4% pretos e 4% amarelos. No estado de São Paulo, a porcentagem da população que se declara parda ou preta, segundo os dados do Censo de 2010, é de aproximadamente 42,9 % (no Brasil, como um todo, essa porcentagem é de 56,2%), enquanto a porcentagem de pessoas respondentes que se declararam pardas ou pretas foi de 15%. Essa significativa diferença revela a importância das políticas de ação afirmativa que podem estimular mais estudantes negros (pretos e pardos) a se interessarem por temas científicos e, por decorrência, podem permitir que eles sigam carreiras acadêmicas nestas áreas. Isso é obviamente importante para estes estudantes, mas é também importante para o país, pois a seleção de jovens com perfis variados possibilita a formação de quadros com formação universitária mais diversificada, o que é bom para todos no país: há diversos indicadores que mostram que prosperidade só é definitiva se for uma prosperidade que abarque todos os setores sociais de uma nação, de modo equilibrado.

5.3 Concepções dos participantes referentes à Astronomia e Astrofísica

A seguir serão apresentadas informações acerca das respostas dadas a perguntas sobre as concepções sobre Astronomia e Astrofísica e, em específico, sobre os temas investigados mais especificamente nesta presente pesquisa.

A primeira pergunta do questionário indagou o respondente sobre qual era o seu interesse por Astronomia: 37% dos respondentes afirmaram que era muito grande, 30% que era grande, 15% que era mediano, 7% que era pequeno, 7% que não tinham nenhum interesse e 4% que só se interessavam por Astronomia por diversão. Portanto, uma ampla maioria de cerca de dois terços dos respondentes (67 %) declararam ter um interesse expressivo (grande ou muito grande) por Astronomia. Esse dado ressalta a importância que a Astronomia pode ter, no contexto educacional, como ferramenta para introduzir certos temas da ciência, estimular a cultura científica e promover a alfabetização científica.

A pergunta seguinte questionou com que frequência o respondente assistia documentários sobre assuntos relacionados à Astronomia: 11% das pessoas responderam sempre ou quase sempre, 30% frequentemente, 44% às vezes, 4%

raramente e 11% das pessoas afirmaram que nunca ou quase nunca assistiam documentários científicos sobre temas de Astronomia. Uma parcela considerável dos respondentes (41%) tem o hábito de sempre ou quase sempre ou frequentemente, assistir documentários sobre assuntos relacionados à Astronomia, o que ressalta que os interesses espontâneos bastante comuns sobre Astronomia podem ser usados no contexto educacional para trabalhar com questões científicas.

A pergunta seguinte questionou o respondente se ele já tinha pensado alguma vez em estudar em um curso superior relacionado às áreas de Astronomia, Física, Matemática ou Computação. Dos N=27 respondentes, uma maioria de 67% (dois terços) respondeu que sim, contra 33% que responderam que não. Isto revela que cursos de graduação na área das ciências exatas e que estão próximos das necessidades de pesquisa da Astrofísica contemporânea (como Física, Matemática e Computação) contam com um considerável interesse por parte do público que respondeu o questionário. Estes são cursos muitas vezes considerados “difíceis” pelos estudantes mais jovens, mas é fundamental para o desenvolvimento do país formar quadros competentes nestas áreas. Em particular no IFSP-Caraguatatuba há três cursos superiores nestas áreas – Licenciatura em Física, Licenciatura em Matemática e Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – que podem se tornar possibilidades concretas de formação em nível universitário para jovens que moram em municípios do litoral norte paulista e que apresentam interesses por conhecimentos científicos e tecnológicos.

O respondente foi questionado também sobre com qual frequência ele lia artigos acerca de assuntos relacionados à Astronomia. Das N=27 respostas, 19% foram “sempre ou quase sempre”, 11% foram “frequentemente”, 37% foram “às vezes”, “22%” foram “raramente” e 11% foram “nunca ou quase nunca”. É possível perceber que uma parcela considerável dos respondentes tem o hábito de ler artigos relacionados à Astronomia pelo menos com alguma frequência (sempre ou quase sempre ou frequentemente ou às vezes).

A pergunta seguinte questionou as pessoas que responderam sobre se durante a formação delas, na etapa da educação básica (ensino fundamental e ensino médio), foram abordados temas de Astronomia durante as aulas que elas tiveram. Para essa questão, 11% das pessoas responderam “Sim, várias vezes”, 52% responderam “Sim, poucas vezes”, 33% responderam “nunca ou quase nunca” e 4% responderam que

não se recordavam. Portanto, a maioria dos respondentes (63%) declarou que durante a educação básica foram abordados temas de Astronomia, mesmo que poucas vezes. Este dado pode ser a explicação para o interesse na participação em eventos de divulgação científica sobre temas relacionados à área de Astronomia, como foi o caso da atividade “Sextou com Astronomia”. Por outro lado, cerca de um terço (33%) das pessoas que respondeu afirmou que nunca ou quase nunca teve temas de Astronomia abordados em aulas durante a etapa da educação básica, o que revela a existência de um vácuo, no que diz respeito a conhecimentos da área de Astronomia, na formação científica de um número considerável de cidadãos que responderam ao questionário.

Na sequência serão descritas e analisadas as respostas dadas pelos presentes para questões que versaram sobre conceitos, objetos e fenômenos específicos de áreas da Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, que revela algumas das concepções prévias, espontâneas ou alternativas existentes e que são construídas por processos sociais em diversos ambientes, inclusive no contexto escolar (MARCOM; MEGID NETO, 2013).

O conhecimento, pelo professor, das concepções prévias mais comuns trazidas pelos estudantes é fundamental no processo de ensino-aprendizagem, pois fornecem ao professor um panorama geral dos que os alunos costumam pensar sobre os mais variados conceitos (MILANI; ARTHURY, 2019). Este pode ser um bom ponto de partida para estreitar a distância entre as concepções espontâneas dos alunos e os conceitos científicos que se dá pelas ações mediadoras do professor visando o processo de aprendizagem (BATISTA; SIQUEIRA, 2017).

A primeira pergunta do questionário indagou o respondente sobre qual de dois astros elencados (uma estrela e a Lua), que podem ser vistos no céu noturno, tem de fato um tamanho maior quando seus diâmetros reais são medidos em quilômetros, por exemplo, e comparados. Dos respondentes, 82% afirmaram que uma estrela é maior, enquanto 18% afirmaram que a Lua é maior. Quando olhamos o céu noturno a Lua é o objeto que parece ter visualmente o maior tamanho aparente, mas a pergunta deixava claro que estava se referindo ao tamanho real. Portanto, parte dos 18% que afirmou ser a Lua maior que uma estrela, pode ter compreendido a pergunta de forma errada, mas há uma parte que parece não ter percebido que mesmo a Lua tendo maior tamanho aparente do nosso ponto de vista visual, o diâmetro das estrelas que brilham no céu noturno como pequenos pontos é de fato muito maior que o da Lua.

A pergunta seguinte indagou se a pessoa achava que a Terra está parada ou em movimento. Todos as pessoas que responderam essa questão afirmaram acreditar que a Terra está em movimento.

Na sequência foi indagado sobre quem o entrevistado achava que estaria mais distante de nós: a Lua, o Sol ou as estrelas que brilham no céu noturno. Dentre as respostas, 82% das pessoas afirmaram corretamente que as estrelas estavam mais distantes de nós, enquanto 15% disseram que era o Sol e 4% afirmaram não saber a resposta. Portanto, mesmo o universo de respondentes sendo constituído por pessoas com um razoável interesse por Astronomia, quase um quinto das pessoas (19%) revelaram que têm uma compreensão equivocada cientificamente ou inexistente acerca deste tema.

A pergunta seguinte forneceu 4 afirmações que procuraram investigar sobre o quanto os respondentes conseguiam diferenciar a Astronomia e a astrologia, em termos científicos. Diante de 4 alternativas, 83% afirmaram corretamente que eles achavam que a Astronomia é uma ciência, enquanto a astrologia não é uma ciência. Já 11% afirmaram que ambas, Astronomia e astrologia, são ciências e 4% afirmaram que ambas, Astronomia e astrologia, não são ciências. Finalmente, nenhuma pessoa defendeu a ideia de que a astrologia é uma ciência, enquanto a Astronomia não é uma ciência. Muitas pessoas leigas confundem Astronomia e astrologia, inclusive no que diz respeito ao status científico de cada uma delas. Esses dados mostraram que mesmo em um contexto de pessoas supostamente mais interessadas por Astronomia, essa confusão persiste, pelo menos no caso de uma parcela não desprezível deste público.

A próxima questão indagou sobre se, quando a pessoa olha para uma estrela no céu, ela está vendo aquela estrela como ela é hoje, como ela era no passado ou como ela será no futuro. Segundo as respostas dadas, 89 % das pessoas afirmaram corretamente, do ponto de vista científico, que quando observamos uma estrela, estamos vendo-a como ela era no passado, enquanto 7% afirmaram que estamos vendo-a como ela é hoje e nenhum respondente afirmou que estamos vendo-a como ela será no futuro; 4% afirmaram não saber a resposta correta. Estes dados mostram que a esmagadora maioria dos que responderam (89%) tem ideia de que a velocidade da luz não é infinita, ou seja, de que a luz não se propaga instantaneamente de um

ponto a outro, e que, portanto, a luz demora um certo intervalo de tempo desde que sai de uma estrela até o momento que chega aos nossos olhos.

Na sequência, foi indagado às pessoas se as estrelas que vemos no céu duram para sempre ou se elas não duram para sempre: 96% das respostas foram de que as estrelas não duram para sempre, contra 4% de que elas duram para sempre. Portanto, quase a totalidade das respostas estava de acordo com o conhecimento consolidado contemporaneamente sobre o ciclo de vida das estrelas e sobre o fato de que, conforme o combustível nuclear das estrelas vai se exaurindo, as estrelas acabam por “morrer” e se transformam em outros corpos, como anãs brancas, estrelas de nêutrons ou buracos negros, de acordo com a sua massa.

A pergunta feita a seguir arguiu as pessoas, de acordo com o conhecimento científico acumulado até a atualidade, sobre se a idade do universo seria da ordem de milhares, milhões, bilhões ou trilhões de anos: 8% dos respondentes afirmaram que a idade do universo é da ordem de milhares de anos, enquanto 69% afirmaram que é da ordem de bilhões de anos e 23% afirmaram que é da ordem de trilhões de anos; nenhuma pessoa afirmou que a idade do universo é da ordem de milhões de anos. De acordo com a Cosmologia atual e a Teoria do Big Bang, a idade do universo é de aproximadamente 13,8 bilhões de anos como foi defendido por mais que dois terços (69%) dos respondentes. Mas alguns agrupamentos religiosos fundamentalistas cristãos, que defendem uma interpretação literal da Bíblia, têm a crença religiosa que o universo teria menos que dez mil anos de idade, algo que segue a lógica da resposta que foi dada por 8 % das pessoas, indicando talvez uma possível motivação para este tipo de resposta. Essa pergunta também procura analisar se as pessoas têm noções básicas a respeito de potências de dez e de ordens de grandeza e se elas sabem diferenciar os conceitos de um mil (o número um seguido de 3 zeros), um milhão (o número um seguido de 6 zeros), um bilhão (o número um seguido de 9 zeros) e um trilhão (o número um seguido de 12 zeros). A convenção usada aqui no Brasil é exatamente essa em que um bilhão vale um milhar de milhões e, portanto, tem 9 zeros (3+6). Entretanto, é importante notar que em Portugal a convenção nesse caso é outra e a palavra “bilhão” significa algo bem diferente, pois neste país europeu a convenção é de que um bilhão vale um milhão de milhões, ou seja, tem 12 zeros (6+6). Portanto, a palavra bilhão em Portugal vale o mesmo que a palavra trilhão no Brasil. Portanto, é necessário ter um cuidado a respeito disso com textos escritos com o português de

Portugal e que envolvem, grandes quantias numéricas: a idade do universo (13.800.000.000 anos) em português de Portugal é dita como sendo de 13,8 mil milhões de anos, pois em Portugal a expressão “13,8 bilhões de anos” significa exatamente o mesmo que a expressão “13,8 trilhões de anos” no Brasil.

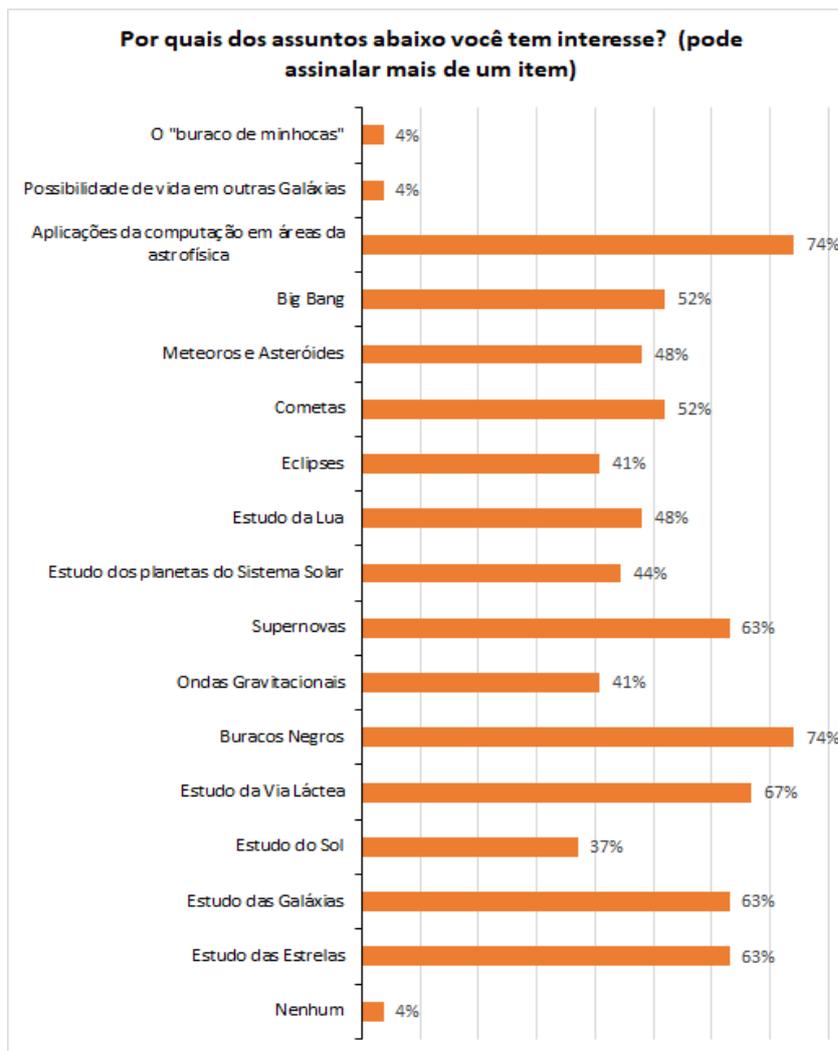
Na sequência foi indagado sobre se as estrelas que vemos no céu noturno estavam situadas ou não todas elas à mesma distância da Terra: 92 % responderam que não, enquanto 4 % responderam que sim e outros 4 % responderam dizendo que não sabia. Quando vemos o céu noturno, vemos as estrelas de forma “chapada”, todas elas projetadas sobre um fundo escuro bidimensional, pois não temos como visualizar a profundidade de cada estrela no âmbito do universo (ou seja, a distância dela até nós), sem um arcabouço teórico mais robusto e sem uma sofisticação experimental.

A pergunta seguinte indagava se a forma pela qual as estrelas produzem energia era semelhante à energia produzida por combustíveis fósseis (como gasolina, carvão e gás natural): 69 % (pouco mais que dois terços) responderam que não, enquanto 15 % responderam que sim e outros 15 % responderam que não sabiam. Ao longo do século 20 se desvendou a resposta para esta questão: o que acontece no interior de uma estrela (como o Sol) e que é responsável pela energia produzida são reações de fusão nuclear, algo totalmente diferente das reações químicas que acontecem na combustão da gasolina, de uma folha de papel, de um bloco de madeira ou de um pavio de uma vela, por exemplo. A Astrofísica nuclear é a área justamente que procura compreender melhor as reações nucleares que acontecem no interior estelar, por meio de leis e conceitos da Física, equações da Matemática e simulações computacionais. É significativo, a este respeito que 30 % dos respondentes não sabem que a produção de energia em uma estrela se dá por meio de reações que envolvem os núcleos dos átomos existentes nelas.

O gráfico 1 mostra as porcentagens da distribuição de respostas para a pergunta a respeito de quais eram os assuntos pelos quais as pessoas apresentavam algum interesse (era possível assinalar mais de um item). Pode-se observar o interesse por uma grande diversidade de temas de Astronomia e Astrofísica, o que ressalta a importância de ações de divulgação e de educação científica acerca sobre diversas áreas desta disciplina. Os dois assuntos mais assinalados, cada um deles por 74 % das pessoas, foram “aplicações da computação em área da Astrofísica” e “buracos negros”. Logo em seguida, na faixa entre 60% e 70 % de indicações estão

quatro assuntos: “estudo da Via Láctea” (com 67 % de indicações), “supernovas”, “estudo das galáxias” e “estudo das estrelas” (cada um deles com 63 % de indicações pelos que responderam ao questionário).

Gráfico 1 – Respostas sobre quais assuntos da Astronomia as pessoas tinham interesse (N=27) (obs: era possível assinalar mais de uma resposta).



Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Ao final do questionário, foram feitas três questões abertas. Primeiramente foi solicitado para os respondentes citassem um canal do YouTube ou site da internet que eles já tivessem utilizados para obter informações sobre Astronomia. Foram citados os seguintes sites da internet e canais do YouTube: Nerdologia, CrashCourse, Univesp StarTalk, Space Today, Cosmos, Revista Ciência Hoje, Canal Nostalgia, Marcelo Gleiser, Canal do CAFE (Centro de Aprendizagem de Física Experimental do IFSP-Suzano), Atila Iamarino, Instituto de Física da USP, Fatos Desconhecidos,

Felipe Castanhari, Acredite ou Não, 2 Minutos, Você Sabia, Revista Galileu, Revista Superinteressante, NASA, BBC, Wikipedia, Debate Consciência, Canal do Schwarza, O Físico Turista, Conexão Espacial, Física e Afins, Canal do Pirula, Khan Academy, Vsauce, Physics Girl, Lectures by Walter Lewin, Cosmology Today, Veritasium, Physics Videos by Eugene Khutoryansky, SciShow, Minute Physics, PBS Space Time, Sixty Symbols, Dark Space, Lex Fridman, Stellarium. A partir dessa lista é possível constatar a diversidade de interesses associados ao estudo de Astronomia.

Depois foi perguntado sobre o que seria possível fazer para que os jovens se interessassem mais por Astronomia. A solução mais apontada foi a realização de ações de divulgação científica, por meio de eventos e recursos com teor lúdico, além de um maior investimento na educação e de uma abordagem mais ampla e mais adequada de temas de Astronomia no ensino fundamental e médio.

Finalmente, foi perguntado sobre qual era o principal motivo que fazia com que algumas pessoas acreditassem na ideia de que a Terra seria plana. Muitos citaram as *Fake News* (notícias falsas) como principal razão, além da ignorância, da falta de acesso a materiais e textos científicos (seja por condição financeira ou por não haver tradução de textos de qualidade), do fanatismo religioso e da presença de ideologias políticas. De fato, há trabalhos indicando a influência de teorias da conspiração, do fundamentalismo religioso ligado a um literalismo bíblico e da crise da democracia na expansão de movimentos de negação da ciência, como o terraplanismo (ALBUQUERQUE; QUINAN, 2019; BONFIM; GARCIA, 2021).

Ao término do questionário foi fornecido um espaço para sugestões e comentários, que foi preenchido por pessoas que, em geral, agradeceram e parabenizaram os organizadores do evento.

Mesmo a amostra sendo relativamente pequena (N=27) e não tendo existido alguma metodologia estatística específica para a seleção daqueles que responderiam o questionário, a partir das respostas dadas, foi possível verificar que o interesse por temas de Astronomia é grande entre o público em geral, algo que outros trabalhos na literatura científica também indicam (DAMASCENO JÚNIOR; ROMEU, 2019), e que é possível usar essa curiosidade a favor da educação científica, a partir de eventos que promovam a divulgação da ciência e que ressaltem os métodos que a ciência usa para resolver problemas e a importância de encontrar fontes de pesquisa confiáveis sobre assuntos científicos. Também ficou evidente a importância da existência na internet

de materiais educacionais, textos, imagens, vídeos e simulações que possam ser usados para trabalhar didaticamente e de maneira eficaz com o ensino de conceitos científicos associados ao estudo das estrelas, fazendo com que as pessoas conheçam a realidade do trabalho realizado por cientistas e pesquisadores das áreas da Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, tornando-a cada vez mais acessível.

6. Considerações finais

Esse artigo teve como intuito analisar as possibilidades existentes para inserir temas de Astrofísica estelar em atividades de divulgação científica e de ensino de Física. Essa investigação adicionalmente também averiguou alguns meios que podem auxiliar os educadores na abordagem destes tópicos. Devido à situação ocasionada pela pandemia de Covid-19, o trabalho foi realizado de modo remoto, pela internet.

Este trabalho ocorreu no segundo semestre de 2020, inicialmente por meio de uma revisão bibliográfica ampla acerca dos temas em foco. A partir desta revisão foi possível identificar as principais dificuldades dos educadores em introduzir tópicos de Astronomia – e, em particular, de Astrofísica – na educação básica. Apesar das dificuldades, foi evidenciada a importância da introdução destes conteúdos, em atividades de divulgação científica e de ensino de Física A - Astrofísica estelar permite trabalhar com várias áreas da Física e de outras disciplinas científicas, como a Química, no que tange à formação dos elementos atômicos, em particular no contexto do estudo da evolução estelar e do ciclo de vida das estrelas.

Com a finalidade de ajudar a enfrentar as dificuldades dos educadores em introduzir a Astronomia e Astrofísica em aulas para alunos da educação básica, há uma grande potencialidade na utilização de recursos tecnológicos e didáticos existentes na internet (de forma gratuita), como por exemplo aqueles disponíveis em sites e aplicativos que disponibilizam simulações ou em sites de armazenamento de vídeos, particularmente o YouTube. Estas são ferramentas que facilitam bastante a abordagem de certos assuntos pelo professor e tornam os assuntos mais palpáveis aos discentes, promovendo assim um maior interesse pela ciência.

As respostas dadas às perguntas do questionário permitem compreender um pouco acerca do universo de ideias que muitas pessoas têm sobre determinadas áreas da Astronomia. Uma boa compreensão sobre isso é importante, pois é essencial que no contexto educacional exista um conhecimento mínimo sobre as concepções

prévias ou alternativas acerca de conhecimentos científicos que os alunos trazem para o processo de ensino-aprendizagem, a partir de suas experiências anteriores e da sua visão de mundo, para evitar um enfoque passivo – e sem efetividade – que vê o aluno apenas como um receptáculo de determinados conteúdos curriculares a serem ensinados (COVOLAN; SILVA, 2005).

Contextualizar, na educação, é importante, mas nem sempre é algo simples de ser feito e, também, não necessariamente está voltado para os fenômenos que ocorrem em torno da realidade imediata dos alunos. O processo educativo envolve também a tarefa de ampliar a visão de mundo, de abrir novas janelas, de mostrar aquilo que existe para além do horizonte do mundo em que vive o aluno com as referências com as quais ele está acostumado (MILANY; ARTHURY, 2019). O trabalho educacional em torno de temas da Astrofísica estelar de enquadra nesta categoria, de não se limitar ao cotidiano imediato e de não se render tão somente aos aspectos meramente pragmáticos do conhecimento, indo além do dia a dia das pessoas.

Mesmo com a limitação associada ao tamanho pequeno da amostra (N=27) referente aos dados coletados e analisados, as respostas dadas pelos participantes podem ser indicativas das concepções existentes entre o público leigo, especialmente alunos da educação básica e estudantes universitários, acerca do ensino de Astronomia e, em especial, sobre temas relacionados ao estudo da Astrofísica estelar. Este trabalho permitiu notar que o uso da Astronomia e Astrofísica na educação permite aproximar a ciência, de modo geral, dos alunos que, muitas vezes, já têm uma curiosidade natural sobre o universo e seus mistérios, o que é um facilitador do processo de ensino-aprendizagem. Os interesses dos alunos determinam o âmbito do seu envolvimento nas atividades educacionais: quando eles estão interessados pelos conhecimentos escolares, se se engajam de modo muito mais efetivo em uma dada tarefa (FERREIRA; CUSTÓDIO, 2013). Os resultados dessa presente pesquisa permitem corroborar a conclusão acerca da relevância para a aprendizagem da aproximação entre os conhecimentos escolares e os interesses dos alunos pelos temas tratados.

Assim, a abordagem de temas de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia em atividades de educação e divulgação científica pode criar um ambiente favorável para a aprendizagem tanto de conceitos científicos importantes dessas disciplinas

científicas, quanto dos próprios métodos que a ciência usa para “atacar” e modelar certos problemas em busca de explicações e soluções. Em particular, a realização, no futuro, de pesquisas sobre o trabalho com sequências didáticas envolvendo temas relacionados ao ciclo de vida estelar, junto a alunos do ensino fundamental e médio, poderia ampliar o estudo realizado nessa presente investigação.

Agradecimentos

Agradecemos ao IFSP pelo financiamento desta pesquisa.

Referências

AGUIAR, R. R. **Tópicos de Astrofísica e Cosmologia**. São Paulo: Mestrado - USP, 2010. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-25012011-112911/pt-br.php>>. Acesso em: 10 out. 2021.

ALBUQUERQUE, A.; QUINAN, R. Crise epistemológica e teorias da conspiração: o discurso anti-ciência do canal “professor terra plana”. **Revista Mídia e Cotidiano**, v. 13, n. 3, p. 83-104, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.uff.br/midiaecotidiano/article/view/38088/22345>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

BANDECCHI; M.; HORVATH; J. E.; BRETONES, P. S. O equilíbrio estelar e a existência de uma massa máxima para as estrelas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 3, e20180250, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0250>>. Acesso em: 14 out. 2021.

BATISTA, C. A. S.; SIQUEIRA, M. A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a radioatividade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 880-902, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n2p414>>. Acesso em: 14 out. 2021.

BAZETTO, M. C. Q.; BRETONES, P. S. A Cosmologia em teses e dissertações sobre Ensino de Astronomia no Brasil. Em: **Anais do I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia**, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/04/SNEA2011_TCP30.pdf>. Acesso em: 12 out. 2021.

BONFIM, C. S.; GARCIA, P. M. P. Investigando a “Terra plana” no YouTube: contribuições para o ensino de Ciências. **Revista de Ensino em Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 12, n. 3, 2021. Disponível em: <<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2892>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio**: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>
. Acesso em: 30 nov. 2021.

BUENO, W. Jornalismo científico. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 37, n. 9, p. 1420-1427, 1985. Disponível em: <<https://biopibid.ccb.ufsc.br/files/2013/12/Jornalismo-cient%C3%ADfico-conceito-e-fun%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2021.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência para às orientações para o ensino das ciências: Um repensar epistemológico. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300005>>. Acesso em: 10 out. 2021.

CASTRO, M. T.; SILVA, M. Q.; BRITO, A. C. Montagem e utilização de um radiotelescópio amador utilizando arduino para o estudo de sinais emitidos do espaço. Em: **Anais do VI JOINBR - Encontro de Jovens Investigadores, Salvador**, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/49952>>. Acesso em: 12 out. 2021.

COVOLAN, S. C. T.; SILVA, D. Entropia no ensino médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 98-117, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n1/09.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2021.

DAMASCENO JÚNIOR, J. A.; ROMEU, M. C. O planetário como recurso didático para o ensino de Astronomia e de uma alfabetização científica à luz da Base Nacional Comum Curricular. # Tear: **Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 8, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/3264>>. Acesso em: 10 out. 2021.

DAMINELLI, A.; STEINER, J. **O Fascínio do Universo**. 1. ed. São Paulo: Odysseus, 2010.

DELICATO, J. P. **Ambientação em ficção científica para a divulgação da Astronomia**. São Paulo: Dissertação de Mestrado – USP, 2017.

FERREIRA, E. C. **Inclusão de Astrofísica e Cosmologia no ensino médio: uma motivação ao estudo de ciências**. Presidente Prudente, SP: TCC - UNESP, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/149279/000875964.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 14 out. 2021.

FERREIRA, G. K.; CUSTÓDIO, J. F. Influência do domínio afetivo em atividades de resolução de problemas de física no ensino médio. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 7, n. 3, 2013. Disponível em: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.668.4770&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRÓES, A. L. D. Astronomia, Astrofísica e Cosmologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 3504;3504-15, 2014. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/363504.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2021.

GAIO, R. **Metodologia da Pesquisa e Produção do Conhecimento**. Petrópolis: Vozes, 2008.

GALILEI, G. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo Ptolomaico e Copernicano**. São Paulo: Editora 34, 2011.

GALVÃO, M. C. B. O levantamento bibliográfico e a pesquisa. Em: GUIMARÃES, V.; HUSSEIN, M. S. Nucleossíntese dos elementos e Astrofísica nuclear. **Revista USP**, São Paulo, n.62, p. 74-87, junho/agosto 2004. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13343/15161>>. Acesso: 14 out. 2021.

FRANCO, L. J.; PASSOS, A. D. C. (orgs.). **Fundamentos de Epidemiologia**. Barueri: Manole, 2011.

HORVATH, J. E. Uma proposta para o ensino da Astronomia e Astrofísica estelares no Ensino Médio. **Revista Brasileira para o Ensino de Física**, v. 35, n. 4, p. 1-8, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172013000400012>>. Acesso em: 12 out. 2021.

LANGHI, R. Ideias de senso comum na Astronomia. **Anais do 7º Encontro Nacional de Astronomia**, Brotas, 2004. Acesso em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/langhi.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2021.

LANGHI, R.; NARDI, R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia essencial nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 205-224, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v12n2/1983-2117-epec-12-02-00205.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2021.

LOUREIRO, J. M. M. Museu de ciência, divulgação científica e hegemonia. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 32, n. 1, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ci/v32n1/15976.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2021.

MACIEL, W. J. **Introdução à Estrutura e Evolução Estelar**. São Paulo: EDUSP, 1999.

MARCOM, G. S.; MEGID NETO, J. Pesquisas sobre concepções prévias no ensino de Física: uma revisão de periódicos brasileiros (1980-2011). **Anais do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)**, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/344390373_Pesquisas_sobre_concepcoes_previas_no_ensino_de_Fisica_uma_revisao_de_periodicos_brasileiros_1980-2011>. Acesso em: 13 out. 2021.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais - Um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 527-538, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/28319842_Potencialidades_das_TIC_no_ensino_das_Ciencias_Naturais_-_um_estudo_de_caso>. Acesso em: 14 out. 2021.

MILANY; I. G.; ARTHURY, L. H. M. A introdução de temas em aulas de Física: utilização das concepções prévias nos modelos de mudança conceitual e perfil conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 414-430, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n2p414>>. Acesso em: 12 out. 2021.

MILONE, A. C. *et al.* **Introdução à Astronomia e Astrofísica**. São José dos Campos: INPE, 2003.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, G. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 2015.

MORTALE, L. A.; CORRALLO, M. V.; GOMES, E. F. Passatempos on-line no ensino de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n.3, p. 286-302, 2020. Disponível em: <<http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2440>>. Acesso em: 12 out. 2021.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia & Astrofísica**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

PERUZZO, J. **Física & Energia Nuclear**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2012.

PIZZANI, L. *et al.* A arte da pesquisa bibliográfica na busca pelo conhecimento. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 10, n. 1, p. 53-66, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/1896>>. Acesso em: 12 out. 2021.

RON, J. M. S. Historia de la ciencia y divulgación. **Quark: Ciencia, Medicina, Comunicación y Cultura**, Barcelona, n.26, 2002. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/86861>>. Acesso em: 13 out. 2021.

SABINO, A. C. *et al.* A utilização do software Maxima no ensino por investigação da evolução estelar utilizando simulação gráfica da fusão nuclear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 3, e20180118, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0118>>. Acesso em: 13 out. 2021.

SAITO, R. K.; BAPTISTA, R. Uma prática observacional em Astrofísica: o diagrama H-R de aglomerados abertos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 2, p. 182-196, 2001. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6679>>. Acesso em: 12 out. 2021.

VALENTE, J. A. (org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, SP: Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED, 1999.

VALÉRIO, P. M. Comunicação Científica e divulgação: o público na perspectiva da Internet (p. 150-1676). Em: PINHEIRO, L. V. R.; OLIVEIRA, E. C. P. (orgs.). **Múltiplas facetas da comunicação e divulgação científicas: transformações em cinco séculos**. Brasília: IBICT, 2012. Disponível em: <<https://livroaberto.ibict.br/handle/1/711>>. Acesso em: 12 out. 2021.

VIEIRA, M. B. F. **Astrofísica Estelar para o Ensino Médio**. São Paulo: Dissertação de Mestrado (USP), 2018. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14135/tde-07072018-124501/pt-br.php>>. Acesso em: 11 out. 2021.