

ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMA DE WEBCONFERÊNCIA SOBRE ASTROFÍSICA DE GALÁXIAS

ANALYSIS OF A SCIENTIFIC DISSEMINATION ACTIVITY IN THE FORM OF WEBCONFERENCE ON GALAXY ASTROPHYSICS

Higor Felipe Gonçalves de Arruda

Instituto Federal de São Paulo
Caraguatatuba, SP, Brasil
arruda.goncalves@aluno.ifsp.edu.br
ORCID: 0000-0002-2685-0674

Ricardo Roberto Plaza Teixeira

Instituto Federal de São Paulo
Caraguatatuba, SP, Brasil
rteixeira@ifsp.edu.br
ORCID: 0000-0001-7124-1774



RESUMO

Este trabalho tem como objetivo examinar a experiência da realização de uma webconferência sobre Astrofísica de Galáxias, que foi ministrada pelo professor Alexandre Zobot, em 21 de outubro de 2021, com transmissão simultânea pelo canal "Debate Consciência" no YouTube. Para a fundamentação teórica desta pesquisa, a partir da revisão da literatura científica existente, são discutidas questões concernentes à Astrofísica de Galáxias, à Divulgação Científica e ao Ensino de Física. São descritos em detalhes os procedimentos metodológicos utilizados no planejamento e na realização da webconferência investigada. Os resultados dessa ação são discutidos por duas perspectivas: pelo exame dos dados estatísticos da gravação em vídeo da webconferência obtidos a partir do YouTube Analytics e pela análise das respostas dadas por 31 participantes do evento que, de forma voluntária, responderam a um questionário disponibilizado durante a transmissão, pelo link de um "Formulário Google". Os dados obtidos são descritos e interpretados, tendo em vista a literatura de referência existente sobre os temas tratados. A realização dessa webconferência permitiu compreender a importância, para a educação científica, do trabalho com temas de astronomia na divulgação científica e no ensino de Física.

Palavras-chave: Astrofísica, Tecnologias da Informação e da Comunicação, Ensino de Astronomia, Vídeo, Educação Científica.

ABSTRACT

This work aims to examine the experience of holding a web conference on Astrophysics of Galaxies, which was given by Professor Alexandre Zobot, on October 21, 2021, with simultaneous transmission by the YouTube channel "Debate Consciência". For the theoretical foundation of this research, from the review of the existing scientific literature, issues concerning the Astrophysics of Galaxies, Scientific Dissemination and Physics Teaching are discussed. The methodological procedures used in planning and carrying out the investigated web conference are described in detail. The results of this action are discussed from two perspectives: by examining the statistical data of the video recording of the web conference obtained from YouTube Analytics and by analyzing the responses given by N=31 participants of the event who, voluntarily, answered a questionnaire made available during the transmission, through the link of a "Google Form". The data obtained are described and interpreted, taking into account the existing reference literature on the topics covered. The realization of this web conference made it possible to understand the importance for scientific education of working with astronomy themes, both in scientific dissemination and in the Teaching of Physics.

Keywords: Astrophysics, Information and Communication Technologies, Astronomy Teaching, Video, Science Education.

Introdução

Este artigo tem o intuito de examinar diferentes aspectos de uma webconferência que abordou a astrofísica de galáxias e foi realizada em outubro de 2021, com transmissão pelo YouTube. Em particular, são analisadas as concepções dos participantes acerca de assuntos relacionados ao eixo temático da atividade, por meio das respostas dadas por eles a um questionário disponibilizado pelo chat da transmissão pelo YouTube.

Um dos pontos de partida deste trabalho é que a divulgação científica não somente tem o importante papel de realizar uma intermediação mais efetiva entre a ciência e a sociedade ao democratizar o acesso ao saber, mas também que ela pode se tornar um campo educacional fértil, pois permite investigar os modos como conhecimentos científicos são apropriados pelos cidadãos em diferentes espaços e como isso pode se dar de modo motivador do ponto de vista de quem está aprendendo. Em particular, a área da Astronomia, pelo seu caráter interdisciplinar, pode contribuir decisivamente com diversas temáticas com um grande potencial para o processo de aprendizagem, não somente de conceitos científicos, mas também dos métodos usados pela ciência para "atacar" os problemas com os quais se defronta. A Astronomia ajuda a sensibilizar o ser humano acerca de questões sobre o Universo e promove o desenvolvimento do hábito de reflexão com senso crítico sobre o que se acessa nas redes sociais e de habilidades como a de observação metódica sobre os fenômenos aos quais temos acesso (Carneiro; Longhini, 2015).

A Universidade tem o desafio de democratizar o conhecimento produzido em seu interior, direcionando-o no sentido de fortalecer os espaços públicos de debate (Souza; Silveira; Cassab, 2021). A divulgação científica em uma escala ampla e com linguagem acessível é fundamental para que ocorra uma maior popularização do conhecimento científico disponível (Moreira, 2006), de modo a aproximar o público da ciência e das suas descobertas (Massarani, 2008). Especialmente no contexto da pandemia de COVID-19, o papel das atividades de extensão envolvendo a divulgação científica por meio das redes virtuais de comunicação se tornou ainda mais importante, por permitir o letramento da sociedade em relação à ciência e o acesso a conhecimentos a todos os interessados. Nesse sentido, uma justificativa relevante para o fortalecimento de projetos de extensão associados à divulgação científica é o fato de que eles podem se transformar em importantes multiplicadores de conhecimentos junto ao público leigo (Vieira; Macedo; Corrêa, 2021).

Após a introdução, é feita a fundamentação teórica do trabalho, com ênfase em trabalhos acadêmicos sobre questões relevantes para esta pesquisa, relacionadas, por exemplo, à Astrofísica de Galáxias, à Divulgação Científica e ao Ensino de Física. A seguir, são apresentados os procedimentos metodológicos usados no planejamento e na realização da webconferência, que é foco desta pesquisa, sobre Astrofísica de Galáxias ministrada pelo professor Alexandre Zobot. Na sequência, são discutidos os resultados desta pesquisa, a partir de duas fontes principais de informações: por meio dos dados estatísticos fornecidos pelo Youtube Analytics e por meio das respostas fornecidas pelos participantes a um questionário elaborado para compreender as concepções existentes a respeito dos temas trabalhados na ação. Ao término, são feitas as considerações finais, com algumas reflexões e observações acerca de todo o trabalho feito.

Astrofísica das galáxias

A curiosidade humana, ao longo do tempo, procurou tanto compreender os movimentos dos astros no céu, quanto refletir sobre o nosso lugar no Universo (Rodrigues; Briccia, 2019). Assim, em noites escuras e em locais com pouca poluição e luz de origem artificial, ao olhar para o céu, é possível observar um trecho iluminado e esbranquiçado, que os povos da antiguidade relacionavam com um "caminho de leite". Dessa maneira, originou-se a concepção acerca da Via Láctea, a galáxia à qual pertencemos, uma porção do céu noturno constituída por uma grande quantidade de estrelas (Xerxenevsky, 2008).

Um tema importante no que diz respeito ao estudo das galáxias é aquele referente à sua caracterização: há diferentes critérios, sendo o morfológico o mais conhecido (Gil; Ferrari; Emmendorfer, 2015). A classificação morfológica das galáxias tem a finalidade de encontrar padrões comuns entre elas no que se refere à forma, mas também está relacionada a dois aspectos importantes: a evolução dinâmica e a história de formação estelar.

Em relação à forma das galáxias, elas podem ser classificadas basicamente em três tipos. As galáxias espirais, que se dividem em dois subgrupos (espirais barradas e espirais normais), têm como principais características a presença de braços espirais, de um núcleo e de um halo, sobre um disco com formato achatado, como é o caso da nossa Via Láctea, caracterizada por possuir um disco com aproximadamente 50.000 anos-luz de raio e uma espessura de cerca de 2.000 anos luz (Wuensche, 2003). Nas galáxias elípticas, a distribuição de luz ocorre de forma suave no formato elipsoidal; portanto, quando observadas a partir da Terra, elas apresentam o aspecto de uma elipse. Finalmente existem as galáxias irregulares que não têm simetria definida (Oliveira Filho; Saraiva, 2014).

As grandes galáxias geralmente abrigam, em seu centro, um buraco negro supermassivo, com a propriedade de atrair a matéria ao redor, efeito ocasionado pela gravidade e que pode redundar, inclusive, na emissão de radiação em alta frequência, como é o caso dos raios-X (Damineli; Steiner, 2010). Finalmente, segundo os conhecimentos científicos consolidados, todas as galáxias possuem estrelas mais velhas com idades que podem variar entre 10 e 11 bilhões de anos, o que corresponde, dessa forma, à idade mínima das galáxias.

Historicamente, as primeiras ideias sobre a existência de galáxias, grandes conjuntos de estrelas, foram estruturadas pelo filósofo Immanuel Kant (1724-1804) e pelo astrônomo Thomas Wright (1711-1786). Este segundo, autor do livro "An Original Theory or New Hypothesis of the Universe", publicado em 1750, propôs o primeiro modelo para a Via Láctea, considerada como sendo todo o Universo naquela época. De acordo com Wright, nós estaríamos situados em um sistema de estrelas achatado. Com base nisso, Kant (1755) elaborou sua própria obra, intitulada "História Natural e Teoria do Céu", na qual realizava análises das nebulosas e da própria Via Láctea (Oliveira Filho; Saraiva, 2014). Na sequência, William Herschel (1738-1822) contribuiu para o estudo da Astrofísica de Galáxias propondo uma esquematização da Via Láctea, levando-se em consideração o fato de que ela estaria disposta na forma de um complexo achatado. De acordo com sua análise, o Sol estaria, então, próximo ao centro desse sistema achatado (Herschel, 1785), o que hoje sabemos não ser verdade.

Em 1920, houve um debate importante que contribuiu consideravelmente para o desenvolvimento da Astrofísica de maneira geral. Ele ocorreu na Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, e envolveu os cientistas Heber Doust Curtis (1872-1942) e Harlow Shapley (1885-1972), que propunham ideias diferentes em relação à localização das nebulosas

espirais que eram vistas por telescópios. Enquanto Shapley argumentava que esses corpos celestes estavam localizados na Via Láctea, Curtis defendia a ideia de que elas eram objetos dito extragalácticos, logo, fora da nossa galáxia (Shapley; Curtis, 1921). O fechamento desse debate ocorreu somente quando Edwin Powell Hubble (1889-1953) conseguiu determinar, de modo experimental, a distância até a nebulosa que hoje conhecemos como galáxia de Andrômeda, a qual está a mais de 2 milhões de anos-luz. Portanto, foi possível concluir que a galáxia mencionada estava situada fora da Via Láctea, cujo diâmetro é de aproximadamente 100 mil anos-luz. A Astrofísica, fundamentada pela análise de dados observacionais, desenvolveu-se consideravelmente ao longo do século XX e atualmente descreve a evolução de planetas, estrelas e galáxias (Alves-Brito; Cortesi, 2020).

Divulgação científica

Uma das primeiras decisões de quem se envolve com divulgação científica é escolher o que deve ou não ser colocado em destaque, podendo ser, dentre muitas possibilidades, as descobertas e os avanços científicos, as aplicações tecnológicas da ciência, os impactos sociais e ambientais da ciência ou os métodos usados pela ciência para resolver problemas e desenvolver explicações.

Para atividades de divulgação científica terem sucesso, o discurso empregado precisa extrapolar a esfera científica e se direcionar para a esfera da linguagem utilizada pelos cidadãos em seu cotidiano (Cunha; Giordan, 2009). Para viabilizar a popularização do conhecimento, é necessária, então, a transposição de conceitos científicos para que eles possam ser trabalhados de modo que sejam acessíveis ao cidadão leigo.

Além disso, é importante sempre ter em mente que a divulgação científica não está somente relacionada às ciências, ou aos seus conceitos propriamente ditos, mas engloba também aspectos, conflitos e contradições presentes no trabalho dos cientistas durante a produção de cada tipo de conhecimento (Pinto, 2007).

Em particular, no que está relacionado à astronomia, a divulgação científica visa, em sentido amplo, potencializar a necessidade de configurar o mundo de maneira mais inteligível, e, simultaneamente, compartilhar tal conhecimento com os demais (Capozoli, 2002).

Tanto em atividades de divulgação científica, quanto no ensino de Física, a adição de tópicos de astronomia e astrofísica pode ser realizada de modo interdisciplinar, pois isso pode ajudar na compreensão das múltiplas camadas associadas ao conhecimento científico e suas particularidades; sem essas características, a dinâmica do ato de aprender se empobrece, pois perde conexão e significado (Ferreira, 2011). A aprendizagem de conceitos de astronomia pode acontecer em muitas esferas, associadas a diferentes tipos de educação: formal, informal e não formal (Langhi; Nardi, 2009). Assim, as atividades de divulgação científica podem possibilitar o surgimento de um contexto propício para se aprender. Em particular, a importância do ensino de astronomia, em qualquer âmbito, também se dá por meio do incentivo ao questionamento sobre a responsabilidade dos cidadãos quanto ao planeta Terra que nos abriga (Langhi; Nardi, 2014).

A inserção de assuntos de astrofísica e cosmologia na divulgação científica e na educação, agregados às áreas da Física Moderna e Contemporânea, pode também potencializar a aprendizagem de conteúdos fundamentais da Física que foram desenvolvidos mais recentemente em termos históricos, permitindo trabalhar com diferentes paradigmas e perspectivas acerca do mundo e da ciência, para além da Física Clássica (Aguiar, 2010).

Metodologia

Com o objetivo de investigar as possibilidades educacionais existentes no uso do estudo de galáxias como eixo temático de atividades de divulgação científica e, também, por similaridade, de ensino de ciências, os autores deste trabalho realizaram, em 2021, uma webconferência transmitida pela plataforma YouTube e intitulada "Astrofísica de Galáxias"¹ que foi ministrada pelo Prof. Dr. Alexandre Miers Zobot², docente do campus Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Desse modo, a análise da realização e dos desdobramentos dessa ação virtual são o foco deste artigo.

O professor Zobot possui um canal de divulgação científica no YouTube intitulado "Astrofísica para Todos"³, com cursos (viabilizados por vídeos elaborados por ele mesmo) que podem ser realizados de forma gratuita, virtualmente. Esse canal possuía, em 30 de janeiro de 2022 (todos os dados quantitativos apresentados neste artigo, referentes à plataforma YouTube, foram obtidos nessa data), cerca de 54 mil inscritos e contava com 190 vídeos, o que é uma evidência da considerável experiência do conferencista em áreas como o ensino e a divulgação científica acerca de temas de astronomia, astrofísica e cosmologia.

O contato por e-mail com o professor Zobot ocorreu após uma pesquisa na internet que evidenciou que ele é autor de diversos trabalhos de pesquisa em áreas da Astrofísica e campos de conhecimento adjacentes. Nesse contexto, o conferencista aceitou generosamente a proposta de realizar uma webconferência sobre a astrofísica de galáxias, que ocorreu de modo remoto principalmente, mas não somente, devido às necessidades de afastamento social ocasionadas pela pandemia de COVID-19.

Na prática, a efetivação dessa ação de modo virtual possibilitou uma ampliação do público atingido. Além dos impeditivos colocados pela existência da pandemia, a realização desse tipo de evento de modo presencial implicaria no uso de recursos que não estavam disponíveis para os seus organizadores. Por exemplo, o professor Zobot reside no estado de Santa Catarina, enquanto os autores deste artigo residem no litoral Norte do estado de São Paulo e desenvolvem suas ações de extensão, pesquisa e ensino no âmbito do campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP); assim, um evento presencial seria inviável pelos custos consideráveis de transporte e hospedagem envolvidos. A este respeito, é importante destacar também que a webconferência foi realizada de modo gratuito pelo professor Zobot.

Os preparativos, no que diz respeito à definição da data e do horário do evento, foram decididos conforme as necessidades do conferencista. A webconferência ocorreu em 21 de outubro de 2021, quinta-feira, no período vespertino, a partir das 15 horas, e teve transmissão simultânea pelo canal "Debate Consciência"⁴ do Youtube. O canal em questão foi criado pelo grupo de estudantes, orientados pelo segundo autor deste trabalho, em agosto de 2020, com o objetivo de viabilizar a realização de atividades remotas de divulgação científica e cultural, como a analisada neste artigo, devido ao avanço da COVID-19, naquele que foi o primeiro ano da pandemia. Esse canal do YouTube foi desenvolvido no âmbito do projeto de extensão "Atividades audiovisuais de divulgação científica e cultural mediadas pela internet",

¹ <https://youtu.be/j6fsaGapgkx>.

² <https://aeroespacial.ufsc.br/docentes/alexandre-m-zobot/>.

³ <https://www.youtube.com/channel/UCgJQsZogWHJnhaeMx3OsP4Q>.

⁴ <https://www.youtube.com/channel/UCGD1YmakxPjKgw9SXRWH-Lw>.

coordenado pelo segundo autor do presente artigo; este projeto é realizado no contexto do campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), com fomento de recursos da Pró-Reitoria de Extensão (PRX) do IFSP para as bolsas de seis alunos extensionistas em 2020 (edital 196 de 11/06/2020), de dois alunos extensionistas em 2021 (edital 232 de 01/06/2021) e de dois alunos extensionistas em 2022 (edital 493 de 23/12/2021).

No dia 06 de outubro de 2021, 15 dias antes do evento ocorrer, foi publicada uma notícia⁵ no site do IFSP-Caraguatatuba com as finalidades de informar sobre a webconferência e disponibilizar o link da sua transmissão pelo YouTube, de modo a convidar os eventuais interessados.

De modo complementar, no dia 25 de outubro de 2021, 4 dias após a realização do evento, foi publicada uma segunda nota⁶ no site do IFSP-Caraguatatuba, informando sobre como ocorreu a webconferência e sobre os temas que foram discutidos nela, de modo a tornar o mais público possível a realização do evento, as suas características e os assuntos abordados, inclusive para que aqueles que não tivessem assistido à transmissão original pelo YouTube pudessem fazê-lo acessando o link do vídeo gravado do evento.

Se a transmissão da webconferência se deu por meio do Youtube, a sua realização ocorreu por meio do site StreamYard⁷, na qual foi estruturada a sala virtual que alojou o conferencista, bem como os autores deste artigo. Essa sala foi criada nessa plataforma com antecedência de mais de duas semanas isso permitiu a criação também de uma chamada prévia do evento no YouTube, convidando os interessados e informando sobre o link da transmissão, a data e o horário do seu início, o título da conferência e o nome do conferencista. Todas essas informações foram inseridas em um pequeno cartaz feito sobre o evento, que foi usado para ajudar na sua divulgação.

No dia da webconferência, os autores deste trabalho se reuniram com o conferencista pela sala virtual do StreamYard, aproximadamente 30 minutos antes do evento começar (por volta das 14 horas e 30 minutos), para a realização de testes de modo a corrigir com antecedência qualquer eventual problema técnico que pudesse surgir e atrapalhar a apresentação do professor Zobot. A transmissão simultânea da webconferência foi viabilizada pela integração das duas plataformas, a saber: StreamYard e Youtube. A atividade ficou gravada no próprio canal Debate Consciência do Youtube, tornando-se um legado dessa ação de extensão e permitindo que pessoas interessadas possam assisti-la posteriormente à sua realização.

Após as apresentações iniciais feitas pelos organizadores do evento, o conferencista discorreu sobre o tema da Astrofísica de Galáxias, usando, para isso, slides que foram elaborados para que as ideias discutidas ficassem mais claras para os espectadores que assistiram à atividade. Além de imagens, foram utilizados vídeos de curta duração de uma simulação da formação galáctica com o propósito de facilitar, para o público, a compreensão dos temas trabalhados.

Durante a webconferência, foi solicitado aos participantes que respondessem, se fosse possível, a um questionário (do tipo "Formulário Google"⁸) com perguntas tanto sobre o perfil da pessoa que lhe estava respondendo (como sobre gênero e faixa etária), quanto sobre temas relacionados à astronomia e aos interesses dos participantes. Além disso, as pessoas que se voluntariaram para responder esse formulário receberam por e-mail uma declaração

⁵ <https://www.ifspcaraguatatuba.edu.br/noticias/web-conferencia-abordara-o-tema-da-astrofisica-das-galaxias>.

⁶ <https://www.ifspcaraguatatuba.edu.br/noticias/conferencia-virtual-do-ifsp-caraguatatuba-tratou-da-astrofisica-de-galaxias>.

⁷ <https://streamyard.com/>.

de que participaram e assistiram a essa webconferência. O link do formulário foi fornecido aos participantes pelo chat do YouTube; 31 voluntários aceitaram o convite e responderam a esse questionário que ficou aberto durante a metade final do evento e foi fechado para respostas alguns minutos após o término da transmissão. As questões do formulário foram elaboradas previamente pelos autores deste artigo com o intuito de ajudar a compreender as motivações e as concepções do público participante do evento.

Com o propósito de sistematizar as informações sobre a webconferência, os autores deste trabalho preencheram, no dia seguinte à sua realização, uma ficha de relatório com categorias e itens relativos às características do evento, de modo a poder sintetizar as informações sobre ele e avaliá-lo melhor.

Finalmente, no vídeo da transmissão dessa webconferência pelo YouTube, existem vários dados que podem ser obtidos pelas ferramentas "Analytics" ("Estatísticas", na versão em português), acessadas por meio do YouTube Studio (Estúdio do YouTube), e que fornecem informações quantitativas importantes sobre diversas métricas úteis para conhecer o público envolvido na atividade e o seu engajamento, algo que colaborou para a análise realizada neste trabalho.

Resultados referentes aos dados do vídeo da webconferência

A webconferência "Astrofísica de Galáxias" ministrada pelo professor Zobot em 2021 abordou temas relacionados aos estudos acerca das galáxias, com a utilização de simulações e vídeos de curta duração de modo a facilitar a compreensão do tema pelo público leigo. A duração do vídeo dessa webconferência foi de 1 hora, 45 minutos e 2 segundos. A apresentação propriamente dita do professor Zobot teve uma duração aproximada de 41 minutos; ela foi precedida, nos 12 primeiros minutos da gravação, por uma apresentação da atividade e do conferencista; além disso, foi sucedida por perguntas que foram respondidas pelo convidado.

Os dados coletados pelo YouTube informados e discutidos nesta seção foram obtidos em 30 de janeiro de 2022, 101 dias após a realização da webconferência, que ocorreu em 21 de outubro de 2021; até esse dia, o canal "Debate Consciência" do YouTube, que transmitiu o evento, contava com 552 inscritos e 53 vídeos de web atividades que foram realizados, na sua grande maioria, com transmissão simultânea e sobre os mais variados temas científicos e culturais.

O vídeo da webconferência analisado na presente pesquisa, intitulado "Astrofísica de Galáxias", possui, até esta escrita, 45 "curtidas" ("gostei" ou "like"), nenhuma "descurtida" ("não gostei" ou "dislike") e 226 visualizações, sendo que 88 dessas visualizações aconteceram durante a transmissão e 138, depois da publicação do vídeo, após o término da transmissão.

No que diz respeito à origem do tráfego – ou seja, sobre a forma como os espectadores encontraram e chegaram até esse vídeo –, a maior fonte (com cerca de 36%) foi de origem externa. Dentre elas estão o Whatsapp, com 39%, e o Facebook, com 26%, seguidos pelo site da Sociedade Brasileira de Física⁹ (com 14%) que divulgou o evento previamente pelo seu Portal Pion¹⁰, o qual informa a respeito de eventos de divulgação científica. No que se refere ao tempo total de exibição do vídeo analisado, isto é, somando-se o tempo de todas as visua-

⁹ <https://streamyard.com/>.

lizações, 70% – a maioria – foi decorrente dos não inscritos no canal “Debate Consciência” do YouTube, enquanto 30% foi devido aos inscritos neste canal.

Além disso, a webconferência contou com aproximadamente mil impressões. O número de impressões indica quantas vezes as “miniaturas” (“imagens do vídeo”) foram exibidas aos espectadores no YouTube (por exemplo, como sugestões feitas no canto direito da tela) por meio de impressões registradas. Cabe destacar, ainda, que uma impressão ocorre quando a miniatura dela é mostrada por mais de um segundo com pelo menos 50% da miniatura visível na tela. Esse vídeo provocou a inscrição de mais quatro pessoas no canal, que não tem a monetização como objetivo, mas sim a divulgação da ciência, da cultura e da educação. A licença de atribuição do vídeo da webconferência é do tipo “Creative Commons”, o que possibilita a sua reutilização de modo gratuito por outras pessoas que estejam interessadas nos temas tratados nele.

A qualidade da transmissão, durante todo o evento, no que diz respeito à imagem e ao som da voz do apresentador, foi boa. A webconferência foi rica e diversificada nos tópicos tratados. Os conteúdos abordados foram explicados de maneira que qualquer pessoa do público envolvido pudesse minimamente compreender conceitos de diversas áreas da Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, como galáxias, buracos negros e matéria escura, por exemplo. Durante a transmissão, mais de 20 pessoas se manifestaram pelo chat, fazendo perguntas ou tecendo comentários acerca das temáticas, com um total de 50 mensagens. Dentre essas mensagens, são destacadas a seguir algumas que podem fornecer uma ideia melhor a respeito do envolvimento dos participantes: “será que um dia o buraco negro do centro da via láctea poderá alcançar a terra?”; “pergunta: o buraco de minhoca violaria a lei do trabalho (da conservação de energia)?”; “O que aconteceria se não existisse matéria escura? Amei a apresentação!”. As mensagens em geral evidenciaram o interesse dos participantes na apresentação; além disso, ocorreram perguntas envolvendo alguns dos temas abordados, como galáxias e matéria escura. Adicionalmente, houve também agradecimentos por parte do público em relação ao desprendimento do professor Zabot em realizar essa atividade, como é possível analisar a partir dos seguintes comentários retirados do próprio chat do Youtube: “Muito obrigado professor, muito esclarecedor”; “Esclareceu e me ensinou. Obrigada!”; “Excelente palestra”; “Parabéns professor pela apresentação, excelente palestra”.

O pico no número de espectadores simultâneos foi de 33, sendo que muitos eram alunos especialmente de dois cursos do período noturno do IFSP-Caraguatatuba - a Licenciatura em Física e a Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas -, cujas aulas – remotas, devido à COVID-19 – se iniciam regularmente no horário das 19h; assim, o horário de início da transmissão, às 17h, foi escolhido tendo em vista esse fator, de modo que o seu término ocorreu pouco antes das 19h.

Apesar da dificuldade existente nos temas abordados, o conferencista, durante a atividade, procurou usar uma linguagem acessível, exemplificando os conceitos expostos por meio de analogias e de vídeos de curta duração. Compreender a Astrofísica de Galáxias, de maneira geral, pode ser algo difícil, pois envolve termos técnicos e conceitos complexos, o que reforça a necessidade de haver uma flexibilização na linguagem empregada para atingir o público. Durante a atividade, foram destacados conceitos relacionados ao estudo das galá-

⁹ <http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/>.

¹⁰ <http://www.sbfisica.org.br/v1/portalpion/index.php/noticias/439-astrofisica-das-galaxias>.

xias, como a definição de matéria escura e a ideia de aglomerado de galáxia, um conjunto de muitas galáxias que permanecem próximas entre si devido ao campo gravitacional presente na região analisada.

Resultados obtidos com as respostas dadas ao formulário

Durante a webconferência "Astrofísica de Galáxias", foi fornecido, pelo chat da transmissão pelo YouTube, o link de um Formulário Google e foi feita a solicitação para os participantes para que, na medida do possível, o acessassem e respondessem às suas questões. Um número de 31 espectadores (N=31) aceitou o convite e, durante o transcorrer da webconferência, respondeu ao questionário.

A seguir, serão examinadas as respostas dadas pelos participantes às perguntas do questionário. Em primeiro lugar, serão descritas as porcentagens das respostas dadas às questões acerca do perfil dos cidadãos que o responderam, no que se refere a características como gênero, idade, raça/cor e escolaridade.

No que diz respeito ao gênero, cerca de 58% dos que responderam ao formulário eram do gênero masculino, enquanto 42% eram do gênero feminino.

No que tange à faixa etária, cerca de 55% dos que responderam (a maioria) afirmaram ter entre 18 e 29 anos, idade geralmente característica dos estudantes universitários que compunham uma parcela considerável do público que assistiu à atividade durante a sua transmissão; dos restantes, 10% tinham idade entre 30 e 59 anos, enquanto 29% eram adolescentes com idade na faixa entre 13 e 17 anos. Finalmente, 6% dos que responderam correspondem a pessoas mais idosas, com idade de no mínimo 60 anos.

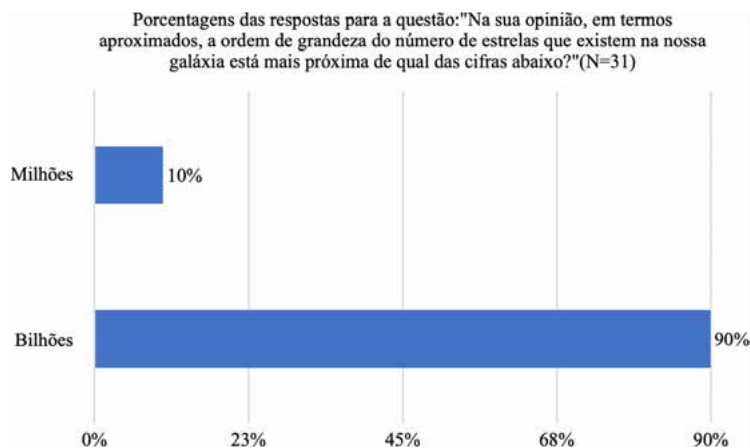
No que diz respeito à raça/cor, 61% dos respondentes se declararam brancos, 29% se declararam pardos e 10% se declararam pretos.

Finalmente, no que se refere à escolaridade, 55% dos respondentes declararam ter ensino superior completo ou incompleto, enquanto 39% afirmaram ter ensino médio completo ou incompleto; 3% afirmaram ter ensino fundamental completo ou incompleto e outros 3% relataram possuir uma pós-graduação completa ou incompleta. Essas respostas são consistentes com aquelas dadas para a pergunta sobre a idade deles.

Após as perguntas iniciais sobre o perfil dos respondentes, foram realizadas algumas questões fechadas e uma questão aberta sobre tópicos da área de astronomia; em particular, sobre temas associados ao estudo da Astrofísica de Galáxias.

A primeira questão solicitava que se escolhesse qual a ordem de grandeza do número de estrelas que existem na Via Láctea: 90% responderam que a cifra mais próxima que descreve o número de estrelas é da ordem de bilhões, enquanto 10% responderam milhões (Figura 1). Saber diferenciar quantitativamente um milhão (que tem 6 zeros) de um bilhão (que tem 9 zeros) é uma habilidade matemática importante para lidar com muitas das grandezas trabalhadas em Astrofísica. A estimativa atual é que existem entre 100 e 400 bilhões de estrelas na Via Láctea (Masetti, 2015).

Figura 1 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão: "Na sua opinião, em termos aproximados, a ordem de grandeza do número de estrelas que existem na nossa galáxia está mais próxima de qual das cifras abaixo?" (N=31).



Fontes: Autores (2022).

A segunda questão temática era a seguinte: "Na sua opinião, em termos aproximados, a ordem de grandeza do número de galáxias que existem no Universo está mais próxima de qual das cifras abaixo?". As opções disponibilizadas a serem assinaladas foram "milhares", "milhões" e "bilhões". A partir disso, 6% responderam que a ordem de grandeza do número de galáxias seria da ordem de milhares, 10% responderam que seria de milhões, enquanto 84% responderam que seria de bilhões (Figura 2). Esta pergunta também lidou com as diferenças matemáticas entre três ordens de grandezas: milhar (10^3), milhão (10^6) e bilhão (10^9). As estimativas atuais são de que existam entre 100 e 200 bilhões de galáxias no universo visível (Howell; Harvey, 2022)

Figura 2 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão: "Na sua opinião, em termos aproximados, a ordem de grandeza do número de galáxias que existem no Universo está mais próxima de qual das cifras abaixo?" (N=31).

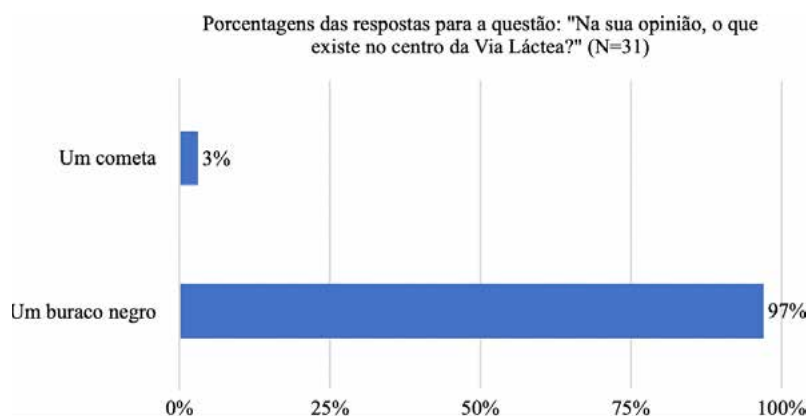


Fontes: Autores (2022).

A terceira pergunta temática questionava sobre o que o respondente entendia que existia no centro da Via Láctea. Dentre as opções disponíveis para serem assinaladas, esta-

vam "uma estrela", "um planeta", "um buraco negro", "um satélite natural" e "um cometa". Com base nessas alternativas, 3% responderam que existiria um cometa no centro da Via Láctea, enquanto 97% responderam que existe um buraco negro no centro da nossa galáxia (Figura 3). Há diversas evidências científicas confirmando a existência, no centro da Via Láctea, de um buraco negro supermassivo, com massa igual a cerca de 4 milhões de massas solares, denominado Sagittarius A* (Ghez et al., 1998; Reid, 2009).

Figura 3 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão: "Na sua opinião, o que existe no centro da Via Láctea?" (N=31).

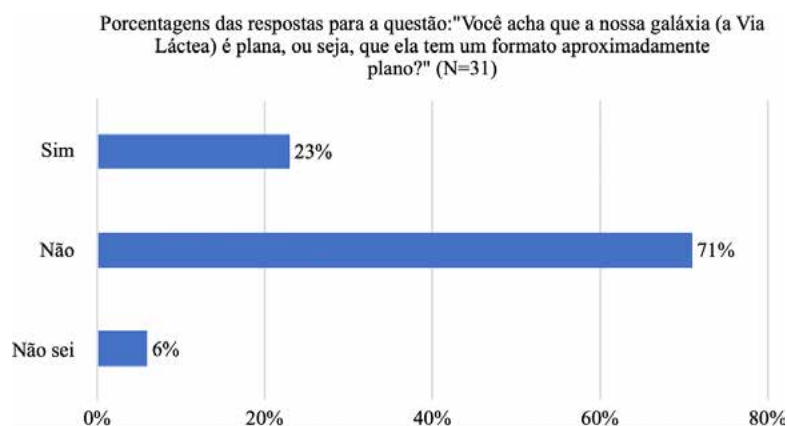


Fontes: Autores (2022).

A quarta dessas questões temáticas, dessa vez do tipo aberta, indagava qual era o nome da galáxia que estava mais próxima da Via Láctea: 78% responderam "Andrômeda", 7% responderam citando as "Pequena e Grande Nuvem de Magalhães", 3% responderam como sendo "Canis Major Dwarf" (a Galáxia Anã do Cão Maior), 3% responderam "Alfa Centauro" e 10% responderam "Não" ou "Não sei". Portanto, a maioria das respostas indica que a galáxia de Andrômeda (M31) é aquela mais próxima da Via Láctea. De fato, a galáxia de Andrômeda é a grande Galáxia mais próxima da Via Láctea, a uma distância de cerca de 2,5 milhões de anos-luz da Terra (Ribas et al., 2005). Entretanto, há as denominadas galáxias satélites da Via Láctea, que são bem menores que ela e estão localizadas a apenas dezenas ou centenas de milhares de anos-luz de nós, como é o caso da Galáxia Canis Major Dwarf e das Pequena e Grande Nuvem de Magalhães (Soares, 2007). Finalmente, Alfa Centauro é um sistema estelar e não uma galáxia; na verdade, trata-se do sistema estelar mais próximo da Terra, a uma distância de aproximadamente 4,4 anos-luz (Maran, 2011; Feng, Jhones, 2018).

A quinta questão temática indagava: "Você acha que a nossa galáxia (a Via Láctea) é plana, ou seja, que ela tem um formato aproximadamente plano?". Dentre as opções possíveis para serem assinaladas estavam: "Sim", "Não" e "Não sei": 23% responderam a opção "Sim", seguido de 71% que responderam "Não" e finalmente 6% assinalaram "Não sei" (Figura 4). A partir do que foi analisado, o público, em sua maioria, assinalou que a nossa galáxia não seria plana. De acordo com os conhecimentos atuais de Astrofísica, a Via Láctea é uma galáxia em formato espiral distribuído em um disco plano: o disco galáctico tem a forma de uma pizza, ou seja, é plano (Maran, 2011).

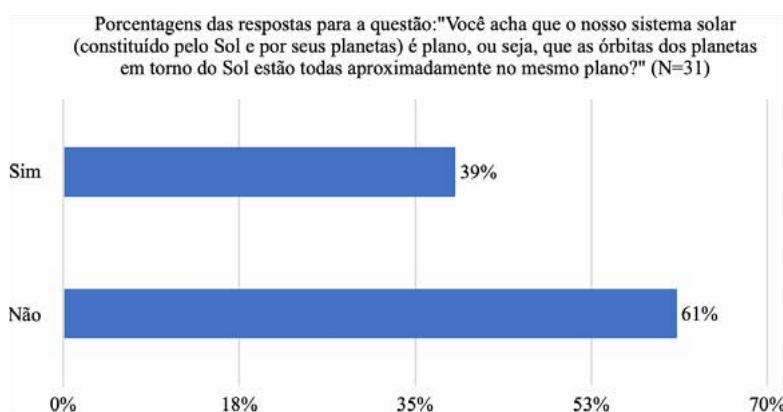
Figura 4 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão: "Você acha que a nossa galáxia (a Via Láctea) é plana, ou seja, que ela tem um formato aproximadamente plano?" (N=31).



Fontes: Autores (2022).

De modo similar, a sexta questão temática indagava: "Você acha que o nosso sistema solar (constituído pelo Sol e por seus planetas) é plano, ou seja, que as órbitas dos planetas em torno do Sol estão todas aproximadamente no mesmo plano?" Neste caso, 61% responderam que o formato do sistema solar não seria aproximadamente plano, enquanto 39% afirmaram que o sistema solar teria, sim, um formato aproximadamente plano (Figura 5). Pelo conhecimento consolidado atual em astronomia, os planetas do Sistema Solar orbitam o Sol quase no mesmo plano (Wendel, 2021). As órbitas dos planetas são coplanares porque durante a formação do Sistema Solar, há aproximadamente 4,5 bilhões de anos, os planetas se formaram a partir de um disco de poeira que cercava o Sol.

Figura 5 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão: "Você acha que o nosso sistema solar (constituído pelo Sol e por seus planetas) é plano, ou seja, que as órbitas dos planetas em torno do Sol estão todas aproximadamente no mesmo plano?" (N=31).



Fontes: Autores (2022).

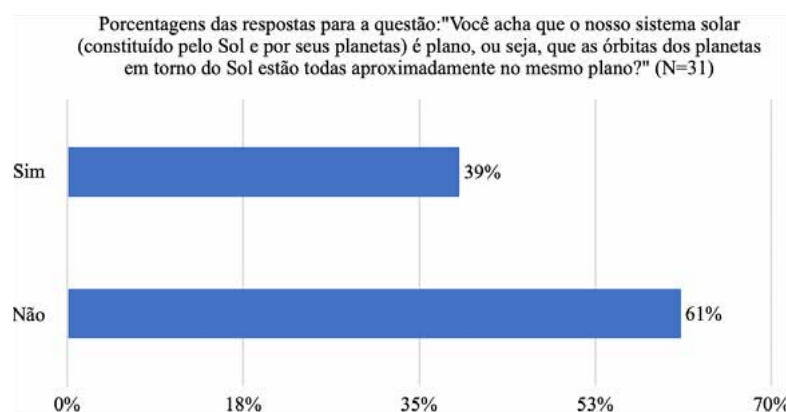
Na mesma linha de pensamento, a sétima questão temática indagava se a Terra era plana, ou seja, se ela tinha o formato aproximadamente plano (como um disco). Neste caso, 100% dos respondentes afirmaram que a Terra não é plana. Sabemos que a Terra de fato não

é plana, mas tem um formato aproximadamente esférico; na verdade, ela é um esferóide oblato, ou seja, é uma esfera ligeiramente achatada nos dois polos: uma pessoa no Equador, no nível do mar, por exemplo, está aproximadamente 21 km mais distante do centro da Terra do que uma pessoa no Polo Norte, que, por ser um oceano congelado, também está no nível do mar (Sullivan, 2021). O raio da Terra no Equador é de aproximadamente 6.378 km, enquanto no Polo é de aproximadamente 6.357 km, uma diferença de cerca de 0,3%, a qual pode ser considerada como fator de achatamento da Terra (Lang, 1992).

Há, desde meados da década de 2010, um movimento com força crescente, sobretudo nas redes sociais, advogando que a forma da Terra seria plana (Bonfim; Garcia, 2021), movimento este que precisa ser combatido no âmbito da educação científica (Silveira, 2017). Paradoxalmente, em uma webconferência voltada para um público com interesses por astronomia, a maioria afirmou que tanto o Sistema Solar quanto a Via Láctea não tinham o formato aproximadamente plano como o de um disco. Portanto, essa discussão sobre o chamado "terraplanismo" pode ser enriquecida cientificamente não somente pelo debate acerca das causas dos formatos do Sistema Solar e da Via Láctea, mas também sobre os motivos pelos quais a Terra é ligeiramente achatada nos Polos.

Para a oitava questão temática, "A Via Láctea pode ser classificada como uma galáxia de que tipo?", foram disponibilizadas três opções de respostas: "Espiral", "Elíptico" e "Irregular". Para 94% dos que responderam, a Via Láctea é uma galáxia espiral, enquanto 6% responderam que ela tem um formato elíptico (Figura 6). Os conhecimentos consolidados de Astrofísica atualmente permitem afirmar que a Via Láctea tem o formato de um disco com braços em espiral (Maran, 2011). Como estamos dentro dela, não é possível observar diretamente esses braços em espiral, como ocorre com muitas outras galáxias espirais que podem ser admiradas por telescópios; entretanto, é possível concluir que ela é, sim, uma galáxia espiral por meio de uma série de técnicas experimentais baseadas em raciocínios envolvendo aspectos geométricos (Lopez-Rodriguez et al., 2019). Adicionalmente, é importante ressaltar que a estrutura espiral da Via Láctea ainda não está completamente bem determinada, havendo algum grau de controvérsia no âmbito científico sobre questões específicas envolvidas, como, por exemplo, no que se refere ao formato e à posição dos braços espirais principais existentes na nossa galáxia (Hou; Han, 2014; Pultarova; Tillman, 2021).

Figura 6 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão: "A Via Láctea pode ser classificada como uma galáxia de que tipo: Espiral, Elíptico ou Irregular?" (N=31).

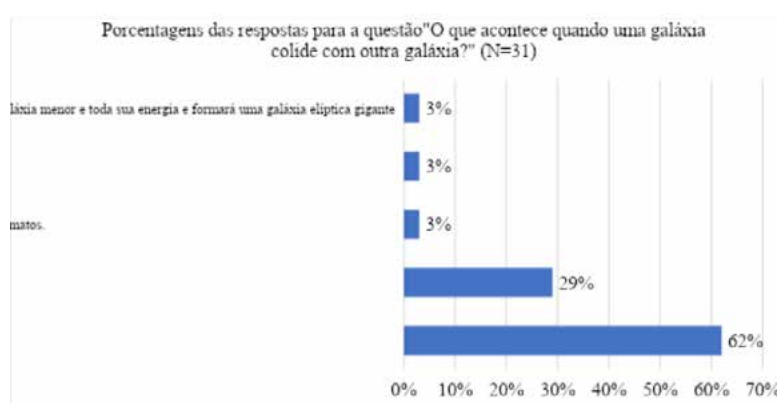


Fontes: Autores (2022).

A nona questão temática abordou sobre o que é maior: a Via Láctea ou o Sistema Solar. Nesse caso, todos os participantes responderam que o maior objeto celeste analisado é a nossa galáxia, quando comparada ao Sistema Solar. A Via Láctea possui algo da ordem de centenas de bilhões de sistemas estelares, sendo que o nosso Sistema Solar é apenas um deles. Supondo que o tamanho (diâmetro) do sistema solar seja de cerca de 290 bilhões de quilômetros (Coffey, 2008) e que o tamanho (diâmetro) da Via Láctea seja de cerca de 100 mil anos-luz ou aproximadamente um quintilhão de quilômetros (Wethington, 2008), é possível calcular que a Via Láctea é mais de 3 milhões de vezes maior que o Sistema Solar.

A décima questão temática indagou o que ocorre quando uma galáxia colide com outra galáxia. Para isso, foram disponibilizadas as seguintes alternativas possíveis: "Uma grande destruição, devido às inúmeras colisões entre as estrelas das duas galáxias", "Quase nada, porque relativamente poucas estrelas de uma galáxia vão colidir com as estrelas da outra galáxia" e "Outros" (uma opção aberta para que o público inserisse suas considerações). Os dados obtidos indicam que 62% responderam "Uma grande destruição, devido às inúmeras colisões entre as estrelas das duas galáxias", 29% responderam "Quase nada, porque relativamente poucas estrelas de uma galáxia vão colidir com as estrelas da outra galáxia", enquanto 9% responderam outros. Nessa última opção, estão as seguintes respostas: "Diversos processos físicos podem ocorrer em uma colisão de galáxias, se isso acontecer a maior galáxia irá absorver a galáxia menor e toda sua energia e formará uma galáxia elíptica gigante"; "Depende do tamanho dela. Elas podem se juntar formando uma nova galáxia ou ser engolidas pela galáxia maior"; "Os principais efeitos que uma colisão pode causar é a remoção de matéria das galáxias, ou a alteração radical dos seus formatos" (Figura 7). Sabemos que, de acordo com a Astrofísica contemporânea, as distâncias entre estrelas dentro de uma mesma galáxia são gigantescas, com imensos vazios entre elas; portanto, devido à distribuição extremamente tênue de matéria nas galáxias, as colisões reais entre estrelas ou planetas são extremamente improváveis (Williams, 2016).

Figura 7 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão: "O que acontece quando uma galáxia colide com outra galáxia?" (N=31).



Fontes: Autores (2022).

Finalmente, uma décima primeira e última questão temática procurou investigar como os participantes concebiam o termo galáxia: "Você consegue explicar com suas palavras o que é uma galáxia?" Ela foi uma pergunta aberta de modo que os participantes pudessem elaborar textos sobre esse tema. Algumas das respostas elaboradas por cada participante

da webconferência estão dispostas a seguir: "Aglomerado de estrelas, poeira, gás e sistemas (com planetas, luas, cometas e asteroides)"; "Um aglomerado de planetas e estrelas"; "Galáxia é o nome dado a sistemas que contêm estrelas, nuvens de poeira e astros"; "É um conjunto de estrelas e outros corpos"; "Acredito que uma galáxia é um conjunto de muitas estrelas, poeira cósmica, gases, sistemas de planetas, satélites naturais, matéria escura, buracos negros e outros, todos ligados num sistema gravitacional único, o universo"; "Trata-se de um sistema estelar isolado no espaço cósmico, ao qual pertencem o Sol e mais de cem bilhões de estrelas, nebulosas, aglomerados, poeira e gás"; "Um sistema estelar isolado no espaço cósmico". A definição mais comum do conceito de galáxia estipula que ela seja um sistema gravitacionalmente ligado com grande quantidade de estrelas (Forbes; Kroupa, 2011).

Em um sentido mais amplo, a comunidade que foi alvo da ação constituiu-se de qualquer pessoa interessada pela área da astronomia, com acesso à internet e que sabia que a webconferência ocorreria. Aliás, como o vídeo ficou gravado na plataforma YouTube, ele tornou-se um legado e pode ser assistido a qualquer momento por cidadãos interessados pelos temas tratados. De modo mais específico, muitos dos que assistiram à transmissão simultânea da webconferência eram estudantes especialmente de dois cursos superiores do IFSP-Caraguatatuba: a Licenciatura em Física e a Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Após o evento ter acontecido, ocorreram relatos de alguns destes estudantes a respeito dos impactos da ação no que diz respeito à formação acadêmica deles, em particular no que se relaciona à aquisição de novos conhecimentos acerca tanto de tópicos e conceitos de astrofísica que eles desconheciam até então, quanto de métodos usados pela ciência para ampliar a compreensão que temos a respeito do universo. Em particular, a ação forneceu um material didático com potencial para ser usado como um todo ou em partes, por exemplo, para a disciplina "Fundamentos de Astronomia e Astrofísica" do oitavo semestre do curso de Licenciatura em Física do IFSP-Caraguatatuba.

Considerações finais

Este é um trabalho que se caracteriza como um relato de experiência de uma divulgação científica que se materializou na forma de uma webconferência sobre a temática da Astrofísica de Galáxias. A realização dessa atividade possibilitou obter informações e dados quantitativos sobre as concepções dos participantes, bem como mensurar seus conhecimentos no que diz respeito ao assunto proposto, o estudo das galáxias no âmbito da Astrofísica.

Nesse contexto, é importante salientar que a atividade ocorreu remotamente, por meio da transmissão simultânea pelo YouTube, em razão do surgimento da pandemia de COVID-19. Dois benefícios decorreram da escolha pela modalidade virtual de divulgação científica. Em primeiro lugar, com a transmissão pelo YouTube, a webconferência pode atingir pessoas localizadas em qualquer região do Brasil e não somente em uma cidade, como geralmente ocorre com atividades de divulgação científica presenciais. Além disso, o vídeo do evento ficou gravado no canal "Debate Consciência" do YouTube que o transmitiu, transformando-se, assim, em um legado deste trabalho, pois esse vídeo pode ser acessado e assistido sem custos, a qualquer momento, por todo cidadão que estiver interessado pelo tema tratado nele.

Com base nos dados analisados, com o intuito de aprofundar processos de ensino-aprendizagem de conceitos científicos, observou-se que pode ser interessante discutir sobre

os formatos aproximadamente planos do Sistema Solar e da nossa galáxia, a Via Láctea, vis a vis o formato que a Terra tem de ser uma esfera ligeiramente achatada nos polos. Assim, a discussão acerca do chamado "terraplanismo" pode ser ampliada no sentido de esclarecer cientificamente as causas das formas que têm diferentes corpos celestes, como planetas, sistemas estelares e galáxias.

A realização desta pesquisa tornou nitido o envolvimento do professor Alexandre Miers Zobot em atividades de divulgação científica sobre a área da Astrofísica de maneira geral, como é possível notar pelo seu canal "Astrofísica para Todos" na plataforma YouTube. Para realizar a webconferência analisada neste artigo, o professor Zobot teve que destinar parte do tempo de seu trabalho. Este exemplo revela a importância de que as instituições universitária e de pesquisa fomentem políticas que incentivem seus profissionais a dedicarem parte de seu tempo de trabalho a atividades de divulgação científica que possam colaborar para democratizar o acesso à ciência.

Agradecimentos

Agradecemos imensamente ao Prof. Dr. Alexandre Zobot pela realização da webconferência que é o foco da investigação desenvolvida neste artigo. Agradecemos também à FAPESP pelo fomento concedido para esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, R. R. (2010). *Tópicos de astrofísica e cosmologia: Uma aplicação de física moderna e contemporânea no ensino médio*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – USP, São Paulo. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-25012011-112911/pt-br.php>.
- Alves-Brito, A.; Cortesi, A. (2020). Complexidade em Astronomia e Astrofísica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, 43(1), e20200418. <https://www.scielo.br/j/rbef/a/v56DKDxvnLr3wGDYDKW/WCJh/?lang=pt&format=pdf>.
- Bonfim, C. S.; Garcia, P. M. P. (2021). Investigando a "Terra plana" no YouTube: contribuições para o ensino de Ciências. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(3), 1-25. <https://revista-pos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2892>.
- Capozoli, U. (2002). A divulgação e o pulo do gato. In: Massarani, L.; Moreira, I. C.; Brito, F. (orgs.) *Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência (UFRJ), 121-131. http://www.museudavida.fiocruz.br/images/Publicacoes_Educacao/PDFs/cienciaepublico.pdf
- Carneiro, D. L. C. M.; Longhini, M. D. (2015). Divulgação científica: as representações sociais de pesquisadores brasileiros que atuam no campo da astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA)*, 20, 7–35. <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/204>.
- Coffey, J. (2008). *Diameter of the Solar System*. *Universe Today*. <https://www.universetoday.com/15585/diameter-of-the-solar-system/#:~:text=lt%20is%20143,73%20billion%20km,diameter%20of%2087,46%20billion%20km>.

Cunha, M. B.; Giordan, M. (2009). A divulgação científica como um gênero de discurso: implicações na sala de aula. *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*, Florianópolis. <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/89.pdf>.

Damineli, A.; Steiner, J. (2010). *O Fascínio do Universo*. São Paulo: Odysseus. <http://www.astro.iag.usp.br/fascinio.pdf>.

Feng, F.; Jhones, H. R. A. (2018). Was Proxima captured by Alpha Centauri A and B? *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 473(3), 3185–3189. <https://doi.org/10.1093/mnras/stx2576>.

Ferreira, E. C. (2011). *Inclusão de astrofísica e cosmologia no ensino médio: uma motivação ao estudo de ciências*. Monografia (Licenciatura em Física) – UNESP, Presidente Prudente, SP. <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/149279/000875964.pdf?sequence=1>.

Forbes, D. A.; Kroupa, P. (2011). What Is a Galaxy? Cast Your Vote Here. *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 28, 77–82. <https://www.publish.csiro.au/as/pdf/AS10029>.

Ghez, A. M. et al. (1998). *High Proper Motion Stars in the Vicinity of Sgr A*: Evidence for a Supermassive Black Hole at the Center of Our Galaxy*. ArXiv. <https://arxiv.org/pdf/astro-ph/9807210.pdf>.

Gil, V.; Ferrari, F.; Emmendorfer, L. (2015). Investigação da aplicação de algoritmos de agrupamento para o problema astrofísico de classificação de galáxias. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, Rio Grande do Sul, 7(2), 52-61. <http://seer.upf.br/index.php/rbca/article/view/4653/3332>.

Herschel, W. (1785). *On the Construction of the Heavens*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 75, 213-266. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstl.1785.0012>.

Hou, L. G.; Han, J. L. (2014). The observed spiral structure of the Milky Way. *Astronomy & Astrophysics*, 569, A125. <https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2014/09/aa24039-14/aa24039-14.html>.

Howell, E.; Harvey, A. (2022). *How many galaxies are there?* Space.com. <https://www.space.com/25303-how-many-galaxies-are-in-the-universe.html>.

Kant, I. (1755) *Universal natural history and theory of the heavens or essay on the constitution and the mechanical origin of the whole universe according to Newtonian principles*. <http://users.clas.ufl.edu/burt/spaceshotsairheads/Kantuniversalnaturalhistory.pdf>.

Lang, K. R. (1992). *Astrophysical Data: Planets and Stars*. New York, U. S. A.: Springer-Verlag.

Langhi, R.; Nardi, R. (2009). Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(4), 4402. <https://www.scielo.br/j/rbef/a/jPYT5PRkLsy5TJQfM8pDWKB/?format=pdf&lang=pt>.

Langhi, R.; Nardi, R. (2014). Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(3), 41-59.

<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4292/2857>.

Lopez-Rodriguez, E. *et al.* (2019). *SOFIA/HAWC+ traces the magnetic fields in NGC 1068*. ArXiv. <https://arxiv.org/abs/1907.06648>.

Maran, S. P. (2011). *Astronomia para leigos*. Rio de Janeiro: Alta Books.

Masetti, M. (2015). *How Many Stars in the Milky Way?* NASA. <https://asd.gsfc.nasa.gov/blueshift/index.php/2015/07/22/how-many-stars-in-the-milky-way/>.

Massarani, L. (2008). *Ciência e criança: a divulgação científica para o público infante juvenil*. Rio de Janeiro: Museu da Vida / Casa de Oswaldo Cruz / Fiocruz, 2008.

Moreira, I. C. (2006). A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil. *Inclusão Social*, 1 (2), 11-16. <https://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1512>.

Oliveira Filho, K. S.; Saraiva, M. F. O. (2014). *Astronomia e Astrofísica*. Porto Alegre. São Paulo: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>.

Pinto, G. A. (2007). *A divulgação científica como literatura e o ensino de ciências*. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-07122007-160508/pt-br.php>.

Pultarova, T.; Tillman, N. T. (2021). *Milky Way galaxy: Facts about our galactic home*. Space.com. <https://www.space.com/19915-milky-way-galaxy.html>.

Reid, M. R. (2009). Is there a Supermassive Black Hole at the Center of the Milky Way? *International Journal of Modern Physics D*, 18(6), 889-910. <https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/S0218271809014820>.

Ribas, I. *et al.* (2005). *First Determination of the Distance and Fundamental Properties of an Eclipsing Binary in The Andromeda Galaxy*. ArXiv. <https://arxiv.org/abs/astro-ph/0511045>.

Rodrigues, F. M.; Briccia, V. (2019). O ensino de astronomia e as possíveis relações com o processo de alfabetização científica. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 28, 95-111. <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/419/417>.

Shapley, H.; Curtis, H. (1921). The Scale of the Universe. *Bulletin of the National Research Council*, 2(11), 171-217. <https://archive.org/details/scaleofuniverse00shap/page/n1/mode/2up>.

Silveira, F. L. (2017). Sobre a forma da Terra. *Física na Escola*, 15(2), 4-14. <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol15-Num2/a02-low.pdf>.

Soares, D. S. L. (2007). *As Nuvens de Magalhães*. UFMG. <http://xingu.fisica.ufmg.br:8087/oap/public/pas71.htm>.

Souza, L. A.; Silveira, L. R. J.; Cassab, C. (2021). A Universidade ocupa a cidade: relato de uma experiência extensionista. *Anais do III Seminário "Cidades, Territórios e Direitos"*, UFV, Viçosa (MG). <https://www.even3.com.br/anais/sctd2020/279206-a-universidade-ocupa-a-cidade--relato-de-uma-experiencia-extensionista/>.

Sullivan, W. (2021). The Earth's Equatorial Bulge Shapes the Planet's Physics. *Inside Science*. <https://www.insidescience.org/news/earths-equatorial-bulge-shapes-planets-physics>.

Vieira, K. M.; Macedo, S. S.; Corrêa, S. F. (2021). Uso de estratégias metodológicas no ensino de física, matemática e química: relato de caso de uma ação extensionista. In: Alves, W. L. C. *Educação Contemporânea: novas metodologias e desafios*. Belo Horizonte, MG: Synapse Editora.

Wendel, J. (2021). *Why do the planets in the solar system orbit on the same plane?* Livescience. <https://www.livescience.com/planets-orbit-same-plane>.

Wethington, N. (2008). *The Diameter of the Milky Way*. Universe Today. <https://www.universe-today.com/21998/the-diameter-of-the-milky-way/>.

Williams, M. (2016). *What happens when galaxies collide?* Phys.org. <https://phys.org/news/2016-10-galaxies-collide.html>.

Wright, T. (1750). *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe*. London. <https://public-domainreview.org/collection/an-original-theory-or-new-hypothesis-of-the-universe>.

Wuensche, C. A. (2003). *Capítulo 6 – Galáxias*. São José dos Campos: INPE. <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/08.14.14.56/doc/publicacao.pdf>.

Xerxenevsky, L. L. (2008). *Tópicos sobre formação e estrutura da Via Láctea*. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/14777>.

DATA DE SUBMISSÃO: 16/02/2022

DATA DE ACEITE: 09/02/2022