

## POSSIBILIDADES DO USO DA HISTÓRIA DA COSMOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

## POSSIBILITIES OF USING THE HISTORY OF COSMOLOGY IN SCIENCE TEACHING

Nicoli Rocha Santos\*  
Ricardo Roberto Plaza Teixeira\*\*

**RESUMO:** Este artigo tem como objetivo investigar, no âmbito da área de ensino de ciências, uma webconferência que tratou de temas relacionados à história da cosmologia. A webconferência investigada foi ministrada pelo professor Alexandre Henrique Bagdonas e envolveu conhecimentos científicos, históricos e educacionais relacionados à cosmologia, com foco no debate entre os cientistas Albert Einstein e Alexander Friedmann na década de 1920 sobre a possibilidade de que o universo esteja em expansão. São examinados os dados obtidos por questionários respondidos pelos participantes que assistiram ao vídeo da transmissão da webconferência. Estes questionários foram disponibilizados aos participantes por meio de um Formulário Google cujo link foi colocado no chat da transmissão do evento feita pelo YouTube. Os dados obtidos indicam que temas relacionados à História da Cosmologia podem ser trabalhados no processo de ensino para estimular a motivação dos alunos pelas ciências naturais. Além disso, com a realização desta atividade foi possível perceber o potencial de conferências realizadas pela internet para divulgar conhecimentos científicos para pessoas das mais diversas regiões, formações educacionais e origens sociais.

**Palavras-chave:** Cosmologia; Educação; História da Ciência.

**ABSTRACT:** This article aims to investigate, within the scope of science teaching, a web conference that dealt with topics related to the history of cosmology. The investigated web conference was given by Professor Alexandre Henrique Bagdonas and involved scientific, historical and educational knowledge related to cosmology, focusing on the debate between scientists Albert Einstein and Alexander Friedmann in the 1920s on the possibility that the universe is expanding. The data obtained from questionnaires answered by the participants who watched the video of the webconference transmission are examined. These questionnaires were made available to participants through a Google Form whose link was placed in the chat of the transmission of the event made by YouTube. The data obtained indicate that themes related to the History of Cosmology can be worked on in the teaching process to stimulate students' motivation for the natural sciences. Furthermore, by carrying

---

\* Graduanda em Física pelo IFSP. Bolsista do PIBIFSP. Contato: rocha.n@aluno.ifsp.edu.br

\*\* Doutorado em Física Nuclear pela USP. Docente do IFSP. Contato: rteixeira@ifsp.edu.br

out this activity it was possible to realize the potential of conferences held over the internet to disseminate scientific knowledge to people from the most diverse regions, educational backgrounds and social origins.

**Keywords:** Cosmology; Education; History of Science.

## INTRODUÇÃO

Esse artigo objetiva investigar, no âmbito da área de ensino de ciências, a webconferência intitulada “História da Cosmologia e Educação”, ministrada pelo professor Alexandre Henrique Bagdonas em 19 de abril de 2022. Em particular, são examinadas as concepções dos participantes acerca dos temas tratados, bem como o potencial de conferências realizadas com transmissão simultânea pela internet para divulgar conhecimentos científicos para pessoas das mais diversas regiões, formações educacionais e origens sociais.

Esta webconferência foi uma ação de divulgação científica que teve um caráter tanto educacional, quanto de extensão, pois atingiu as comunidades interna e externa ao campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), instituição na qual os autores deste artigo atuam. Portanto, este artigo articula as três vertentes fundamentais das instituições universitárias: pesquisa, ensino e extensão.

Após a introdução, é apresentada a fundamentação teórica utilizada para embasar as ações implementadas e a investigação realizada: em particular, são discutidos os artigos de Einstein, Friedmann, Lemaître e Hubble – e são fornecidos, nas referências, os links para estes trabalhos, na sua versão em inglês – que são cruciais para compreender o debate sobre as soluções para a Teoria da Relatividade Geral entre meados da década de 1910 e o início da década de 1930. Na sequência é analisada a metodologia utilizada e são discutidos os resultados obtidos. Por fim, são feitas as considerações finais com reflexões sobre a pesquisa.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em termos históricos, a Teoria da Relatividade Geral foi proposta por Albert Einstein no final de 1915, em seu artigo “The Field Equations of Gravitation” (em português: “As Equações de Campo da Gravitação”). Dois anos depois, em 1917, no artigo “Cosmological Considerations in the General Theory of Relativity” (em português: “Considerações Cosmológicas sobre a Teoria da Relatividade Geral”), Einstein propôs a existência de uma constante cosmológica para resolver aquilo que ele considerava ser um problema da Teoria da Relatividade Geral: como ele acreditava em um modelo de universo estático (O’Raifeartaigh et al., 2017), era necessário explicar o motivo pelo qual não ocorria um colapso do cosmos devido à atração gravitacional entre a matéria. Basicamente, o fato desta constante cosmológica se manifestar como uma espécie de força cósmica de repulsão (Gamow, 1956), matematicamente evitava que o universo colapsasse em um único ponto devido à atração gravitacional entre todos os seus constituintes.

Alguns anos depois, na década de 1920, o russo Alexander Friedmann e o belga Georges Lemaître analisaram, de forma independente, soluções para as equações da Teoria da Relatividade Geral, segundo as quais o universo estaria se expandindo (Assis; Neves; Soares, 2008).

Em particular, um artigo de 1922 de Friedmann, publicado em alemão pela revista *Zeitschrift für Physik*, cujo título traduzido para o inglês era “On the curvature of space” (em português: “Sobre a curvatura do espaço”), mostrou que existe uma solução das equações de campo da Relatividade Geral em que o tamanho do universo aumenta com o tempo. Einstein escreveu, ainda em 1922, uma nota na mesma revista afirmando que Friedmann teria cometido um erro nos cálculos que concluíam que o raio do universo era crescente. No ano seguinte, em 1923, Einstein reconheceu que era ele próprio que tinha errado nos cálculos e admitiu que a proposta de um universo em expansão seria possível em termos matemáticos, mas, mesmo assim, continuou defendendo o ponto de vista de que essa ideia dificilmente teria algum sentido físico: Einstein era, nesta época, um defensor engajado do modelo de universo estático.

Lemaître, por sua vez, publicou em 1927 um artigo em francês cujo título traduzido para o inglês era: “A homogeneous universe of constant mass and increasing radius accounting for the radial velocity of extra-galactic nebulae” (em português: “Um universo homogêneo de massa constante e raio crescente determinado pela velocidade radial de nebulosas extragalácticas”). Neste trabalho, Lemaître propôs soluções dinâmicas para as equações da Relatividade Geral de Einstein, das quais ele derivou o que hoje é conhecido como “Lei de Hubble”: o fato de que a velocidade da recessão é linearmente proporcional à distância. Ele também usou as velocidades das galáxias existentes e as suas distâncias até nós, para determinar a taxa de expansão do universo: para o valor numérico dessa taxa, hoje chamada constante de Hubble, Lemaître obteve 625 km/s/Mpc (quilômetros por segundo por megaparsec). Dois anos depois, em seu artigo de 1929, intitulado “A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae” (em português: “Uma relação entre distância e velocidade radial de nebulosas extragalácticas”), o norte-americano Edwin Hubble obteve um valor de cerca de 500 km/s/Mpc para esta constante. Um valor relativamente recente, publicado pela revista *Scientific American* (Ananthaswamy, 2019) para a constante de Hubble é de  $(74,03 \pm 1,42)$  km/s/Mpc.

Assim, uma denominação mais justa para a “Lei de Hubble”, provavelmente deveria ser “Lei de Hubble-Lemaître”. Para aqueles que queiram se aprofundar nas razões pelas quais a contribuição de Lemaître para a descoberta da lei que rege a expansão do universo foi, em certa medida, esquecida pela história, isto é discutido em detalhes em um artigo de Mario Livio (2011) publicado na revista *Nature* e intitulado “Mystery of the missing text solved”.

Voltando a Einstein, somente em 1931 ele retirou seu apoio ao antigo modelo estático de universo em favor de uma solução dinâmica em que o universo estaria em expansão (Nussbaumer, 2014), isso depois da publicação dos trabalhos de Lemaître e de Hubble com evidências robustas a respeito.

Segundo o físico George Gamow (1956), Einstein teria afirmado que a sua proposta de introdução da constante cosmológica nas equações de campo da Relatividade Geral – para permitir que um universo estático fosse

matematicamente possível – teria sido a grande "mancada" de sua vida (LIVIO, 2017), ou, em inglês, "the biggest blunder".

## **METODOLOGIA**

Para investigar as possibilidades didáticas existentes envolvendo os estudos sobre História da Cosmologia, tendo em vista possíveis aplicações educacionais, os autores deste artigo organizaram uma webconferência online intitulada "História da Cosmologia e Educação" em 19 de abril de 2022 que foi ministrada pelo Prof. Dr. Alexandre Henrique Bagdonas que é docente da Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde atua no curso de Licenciatura em Física e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. O foco principal de investigação deste artigo é a realização desta ação, os seus desdobramentos e as concepções sobre os temas tratados nela por parte dos participantes.

A decisão de convidar o professor Bagdonas ocorreu após buscas feitas pela ferramenta "Google Acadêmico"<sup>1</sup> que constataram que ele é autor de uma série de trabalhos sobre história, filosofia e sociologia da ciência no ensino de física, em especial em áreas como inserção da física moderna e contemporânea na educação, ensino de cosmologia e história da cosmologia. O professor Bagdonas recebeu um convite por e-mail para realizar a webconferência e, gentilmente, concordou em ministrá-la remotamente, o que pode atender às restrições de distanciamento social exigidas pela pandemia de COVID-19 em abril de 2022, bem como alcançar um público mais amplo que em uma atividade presencial.

Com antecedência e em comum acordo com o conferencista, a data e o horário para a realização da webconferência foram definidos. A conferência ocorreu no dia 19 de abril de 2022, uma segunda-feira, às 19 horas, com transmissão simultânea pelo canal "Debate Consciência"<sup>2</sup> no YouTube, aberta para quaisquer interessados: o professor Bagdonas realizou-a a partir da cidade

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://scholar.google.com.br/?hl=pt>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/@debateconsciencia8921>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

de Lavras, onde se localizava. Em particular, a transmissão em vídeo foi assistida também a partir da sua exibição na tela do auditório do campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), pelos alunos das quatro turmas existentes do curso de Licenciatura em Física desta instituição que se reuniram neste espaço com esse objetivo. O canal “Debate Consciência” do YouTube foi criado pelo grupo de estudantes orientados por um dos autores deste trabalho em agosto de 2020, para promover atividades de divulgação científica e cultural de forma remota em meio à pandemia de COVID-19 no Brasil.

A sala virtual pela qual ocorreu a webconferência foi criada na plataforma StreamYard<sup>3</sup>, utilizando-a no modo gratuito que oferece alguns recursos úteis e simples para a realização e transmissão de “lives”. Com mais de duas semanas de antecedência, a sala virtual foi criada, permitindo que um convite do evento fosse publicado no YouTube com informações sobre o link da transmissão, a data e o horário do início da transmissão, o título da conferência, o nome do conferencista e um cartaz de divulgação do evento contendo essas informações, bem como convidando e informando os interessados sobre o evento.

Cerca de 30 minutos antes do início do evento, os autores deste trabalho e o conferencista se reuniram no âmbito da sala virtual do StreamYard para realizar testes e antecipadamente corrigir quaisquer problemas técnicos que pudessem surgir durante a webconferência. A transmissão simultânea da atividade foi iniciada pontualmente conforme horário previamente determinado e planejado. Como parte do legado desta pesquisa, a transmissão simultânea da webconferência “História da Cosmologia e Educação” está gravada na plataforma do YouTube<sup>4</sup> e pode ser assistida por qualquer pessoa interessada no tema proposto.

Nos primeiros minutos do evento, os organizadores fizeram as apresentações iniciais; em seguida, o conferencista discorreu sobre as relações entre a história da cosmologia e a educação, utilizando slides elaborados previamente para tornar as ideias discutidas mais claras para os participantes da

---

<sup>3</sup> Disponível em: <<https://streamyard.com/>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

<sup>4</sup> Disponível em: <[https://youtube.com/live/GeVeezGO\\_wU](https://youtube.com/live/GeVeezGO_wU)>. Acesso em: 28 nov. 2023.

atividade. Ao final da atividade, houve um tempo dedicado para perguntas e respostas sobre os temas abordados pelo conferencista.

Durante a webconferência, os participantes foram convidados a responder voluntariamente a um questionário disponibilizado na forma de um "Formulário Google"<sup>5</sup>, que incluía perguntas sobre o perfil da pessoa que estava respondendo (como gênero, faixa etária, etnia e escolaridade) e, também, sobre as suas concepções sobre áreas do conhecimento abordadas na atividade, tais como a cosmologia e a educação. As perguntas foram elaboradas bem antes do evento, com o objetivo de compreender as perspectivas e pontos de vista do público participante. O link do formulário ficou disponível para receber respostas até alguns minutos após o término da webconferência e foi fornecido aos participantes por meio do chat da transmissão feita pelo YouTube. Mesmo diversos daqueles que assistiram o evento pelo vídeo da live exibido na tela do auditório do IFSP-Caraguatatuba, puderam responder ao questionário por meio de seus celulares.

No dia seguinte à realização da webconferência, os autores deste trabalho preencheram uma ficha de relatório que continha categorias e itens relacionados às características do evento: essa ficha foi utilizada para sistematizar as informações e avaliar melhor o evento. Além disso, a ferramenta "Analytics" ("Estatísticas" na versão em português) disponibilizada pela plataforma YouTube também foi utilizada de forma complementar, de modo a fornecer informações sobre métricas úteis para conhecer o público envolvido, o engajamento e o alcance do vídeo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Basicamente a webconferência "História da Cosmologia e Educação" discutiu alguns temas tratados no artigo "O maior erro de Einstein? Debatendo o papel dos erros na ciência através de um jogo didático sobre cosmologia", de autoria de Alexandre Henrique Bagdonas, João Zanetic e Ivã Gurgel (2018). Neste artigo é discutido um recurso didático proposto para abordar no ensino

---

<sup>5</sup> Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

médio o debate científico entre Einstein e Friedmann sobre se o universo estaria se expandindo ou não: trata-se de um jogo didático que trata dos diferentes argumentos usados pelos protagonistas deste debate sobre essa questão.

A conferência teve como foco os argumentos envolvendo a oposição de ideias entre Einstein e Friedmann sobre possíveis soluções da Relatividade Geral, bem como as concepções dos alunos sobre o papel dos erros na ciência; em particular, foi discutido sobre como este debate entre Einstein e Friedmann pode ser útil para possibilitar uma reflexão sobre o papel dos erros na ciência e para problematizar a ideia comum de que grandes “gênios” nunca erram.

O vídeo da webconferência tem uma duração total de aproximadamente 1 hora e 24 minutos, sendo que a apresentação propriamente do professor Bagdonas durou cerca de 1 hora. Até o dia 25 de abril de 2023, 371 dias após a realização do evento, o vídeo já teve 431 visualizações, 44 “curtidas” ou “likes” (“gostei”) e nenhuma “descurtida” ou “dislike” (“não gostei”). Durante a transmissão, mais de 20 pessoas se manifestaram pelo chat, fazendo perguntas ou tecendo comentários acerca do evento, sendo que no total ocorreram 68 mensagens pelo chat.

Durante a webconferência, um link para um Formulário Google foi fornecido no chat e os participantes foram solicitados a acessá-lo e responder às perguntas. Um total de N=55 espectadores responderam ao Formulário durante a webconferência. Primeiramente, serão apresentados os dados das respostas dadas às questões relacionadas ao perfil dos participantes, como gênero, idade, raça/cor (etnia), escolaridade e o modo como eles assistiram à webconferência.

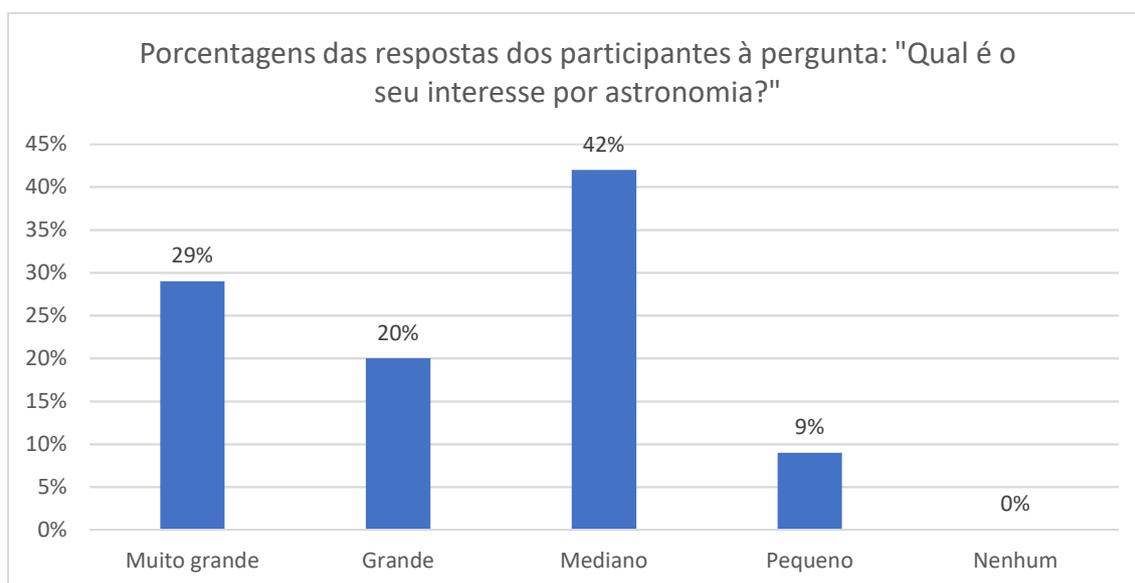
Em relação ao gênero dos respondentes, a amostra se dividiu quase ao meio: cerca de 49% eram do gênero feminino, enquanto 51% eram do gênero masculino, indicando um equilíbrio entre os gêneros. Quanto à faixa etária, cerca de 67% dos respondentes estavam na faixa etária entre 18 e 29 anos, idade típica dos estudantes universitários que compunham grande parte do público. Dos restantes, 29% tinham entre 30 e 59 anos, enquanto 4% eram idosos com 60 anos ou mais. Em relação à raça/cor, 71% dos respondentes se declararam brancos, 18% se declararam pardos e 11% se declararam pretos. No que diz

respeito ao nível de escolaridade, a grande maioria dos respondentes (83%) tinha ensino superior completo ou incompleto (o caso dos estudantes universitários), 11% tinham ensino médio completo ou incompleto e 6% afirmaram ter pós-graduação completa ou incompleta. No que se refere ao modo pelo qual os participantes assistiram à conferência, 38% responderam que assistiram a partir do auditório do IFSP-Caraguatatuba, enquanto 62% assistiram pelo YouTube a partir de seus dispositivos eletrônicos pessoais, como computadores e celulares.

Sobre os temas tratados na webconferência, basicamente foram apresentadas dez perguntas fechadas (com alternativas oferecidas previamente como respostas), seguidas por uma pergunta aberta (discursiva) ao final. As respostas a estas perguntas serão descritas e analisadas na sequência.

A primeira pergunta fechada do questionário relacionada aos temas abordados na webconferência foi: "Qual é o seu interesse em Astronomia?" As cinco possibilidades de respostas oferecidas que seguiram uma Escala Likert foram: "Muito grande"; "Grande"; "Mediano"; "Pequeno"; "Nenhum". Cerca de 42% dos respondentes afirmaram ter um interesse mediano pelo assunto, enquanto quase metade (49%) afirmou ter um interesse muito grande (29%) ou grande (20%) por astronomia e 9% dos participantes afirmaram ter um interesse pequeno por astronomia; ninguém respondeu que o interesse por astronomia era "nenhum" (Figura 1). Para colocar estes dados em perspectiva, é importante pontuar que muitos dos que responderam ao questionário eram estudantes universitários de Licenciatura em Física. Entretanto, há dados de pesquisas indicando que temas relacionados à astronomia, à astrofísica e à cosmologia são considerados, em geral, muito interessantes por alunos em idade escolar (Fróes, 2014).

Figura 1 – Distribuição das porcentagens das respostas dos participantes à pergunta: "Qual é o seu interesse por astronomia?" (N=55).



Fonte: Autores (2023).

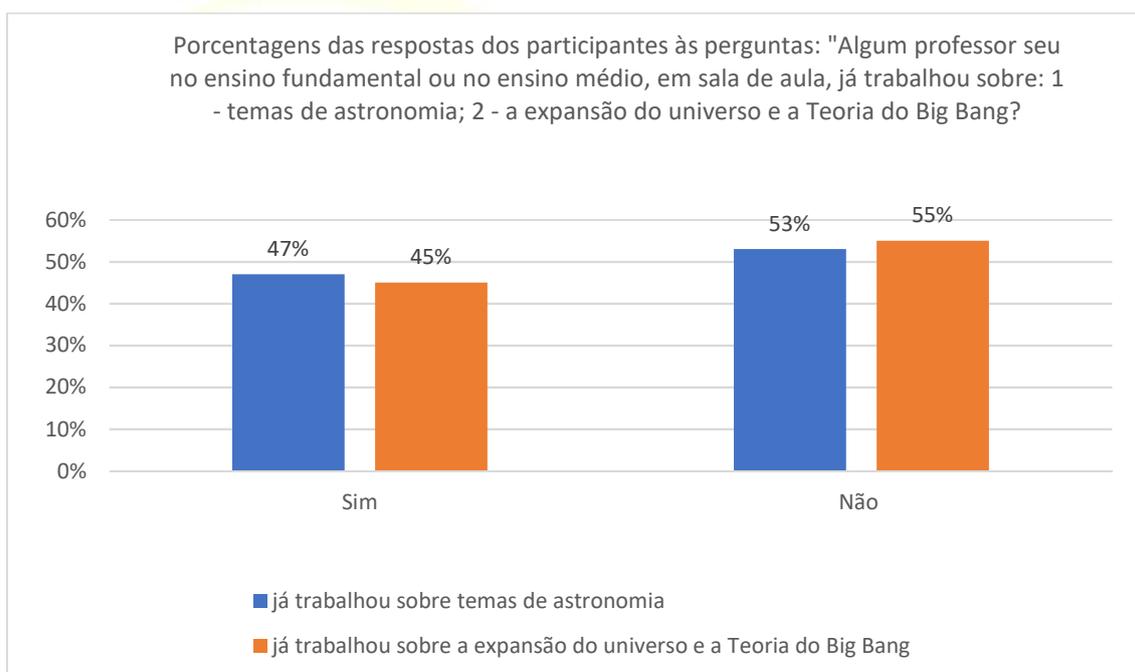
A segunda e a terceira perguntas tiveram similaridades e vão ser analisadas conjuntamente, com as respostas descritas na Figura 2.

A segunda pergunta, focada na astronomia de maneira geral, foi: "Algum professor seu no ensino fundamental ou no ensino médio já trabalhou em sala de aula sobre temas de astronomia?" As opções fornecidas para respostas foram: "Sim"; "Não". Cerca de 47% dos participantes responderam "Sim", enquanto 53% responderam "Não", o que indica um equilíbrio nas respostas. Aqueles que responderam "Sim" foram convidados a indicar em que disciplina isso ocorreu: na maioria das respostas afirmativas, os participantes afirmaram que isso ocorreu na disciplina de "Física" no ensino médio, seguida pela disciplina de "Ciências" no ensino fundamental, entretanto foram também citadas as disciplinas de Geografia, Biologia, Filosofia e Sociologia.

A terceira pergunta, focada mais especificamente em temas de cosmologia, foi: "Algum professor seu no ensino fundamental ou no ensino médio já trabalhou em sala de aula sobre a expansão do universo e a Teoria do Big Bang?" As opções fornecidas para respostas foram novamente: "Sim"; "Não". Cerca de 45% responderam "Sim", enquanto 55% responderam "Não". Aqueles

que responderam afirmativamente foram convidados a indicar em que disciplina isso ocorreu e novamente as disciplinas de Física e Ciências foram as mais citadas, entretanto os participantes também mencionaram as disciplinas de Geografia, Biologia, Filosofia e História. De fato, o uso de tópicos de cosmologia (como a expansão do universo e a Teoria do Big Bang) em contextos educacionais pode ser consideravelmente positivo, pois desafia a mente e promove reflexões importantes sobre a nossa forma de pensar acerca do cosmos, levando a ideias que ampliam a visão de mundo (HARRISON, 1981).

Figura 2 – Distribuição das respostas dos participantes às perguntas: "Algum professor seu no ensino fundamental ou no ensino médio, em sala de aula, já trabalhou sobre: 1 - temas de astronomia; 2 - a expansão do universo e a Teoria do Big Bang?" (N=55).



Fonte: Autores (2023).

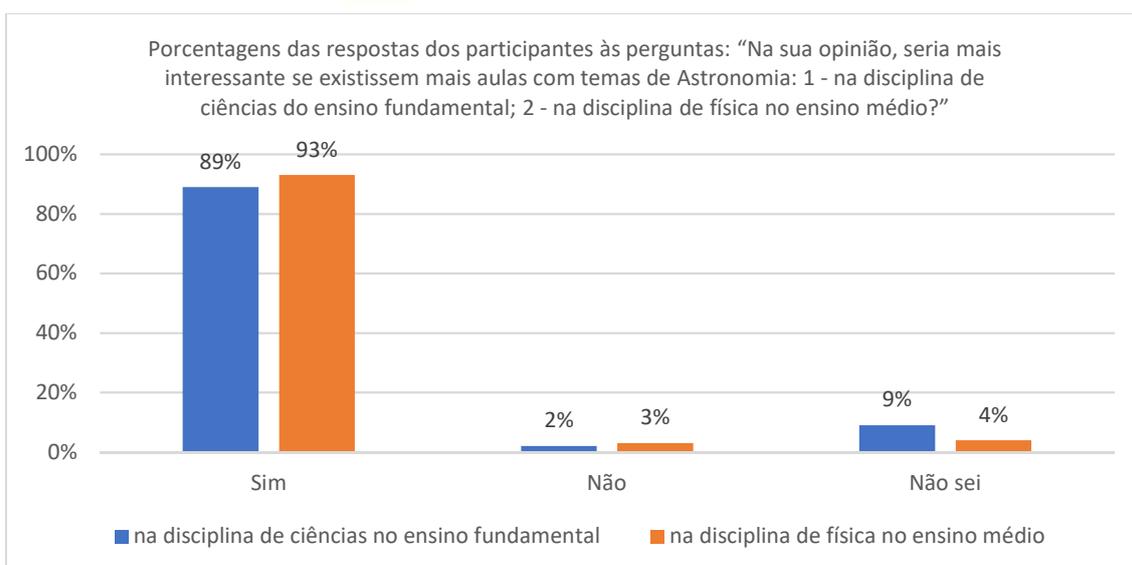
A quarta e a quinta perguntas tiveram também similaridades e vão ser analisadas conjuntamente, com as respostas descritas na Figura 3.

A quarta pergunta foi: "Na sua opinião, seria mais interessante se existissem mais aulas com temas de Astronomia na disciplina de ciências do ensino fundamental?" As opções fornecidas para respostas foram: "Sim"; "Não";

“Não sei”. Cerca de 89% das respostas foram "Sim", contra 2% que responderam "Não", enquanto 9% responderam "Não sei". Como a Astronomia tem um caráter interdisciplinar, ela pode interagir facilmente com diversas outras disciplinas e, em especial, com as diversas disciplinas da área das ciências naturais, como é o caso da física, da química e da biologia, apresentando um grande potencial educativo neste sentido (Langhi, 2004). Além disso, para que o professor de ciências se sinta seguro no trabalho com temas de astronomia em sala de aula, é importante valorizar atividades de formação continuada dos docentes neste sentido (Iachel; Nardi, 2009).

A quinta pergunta foi: “Na sua opinião, seria mais interessante se existissem mais aulas com temas de Astronomia na disciplina de física do ensino médio?” As opções fornecidas para respostas foram: “Sim”; “Não”; “Não sei”. Com um pouco mais de intensidade em relação à questão anterior, a maioria das respostas (93%) foi "Sim", com apenas 3% respondendo "Não" e outros 4% respondendo "Não sei". Para estimular o interesse por física, há dados de pesquisas que indicam ser útil trabalhar com temas relacionados às áreas da astronomia, astrofísica e cosmologia em sala de aula (Fróes, 2014).

Figura 3 – Distribuição das porcentagens das respostas dos participantes às perguntas: “Na sua opinião, seria mais interessante se existissem mais aulas com temas de Astronomia: 1 - na disciplina de ciências do ensino fundamental; 2 - na disciplina de física no ensino médio?” (N=55).

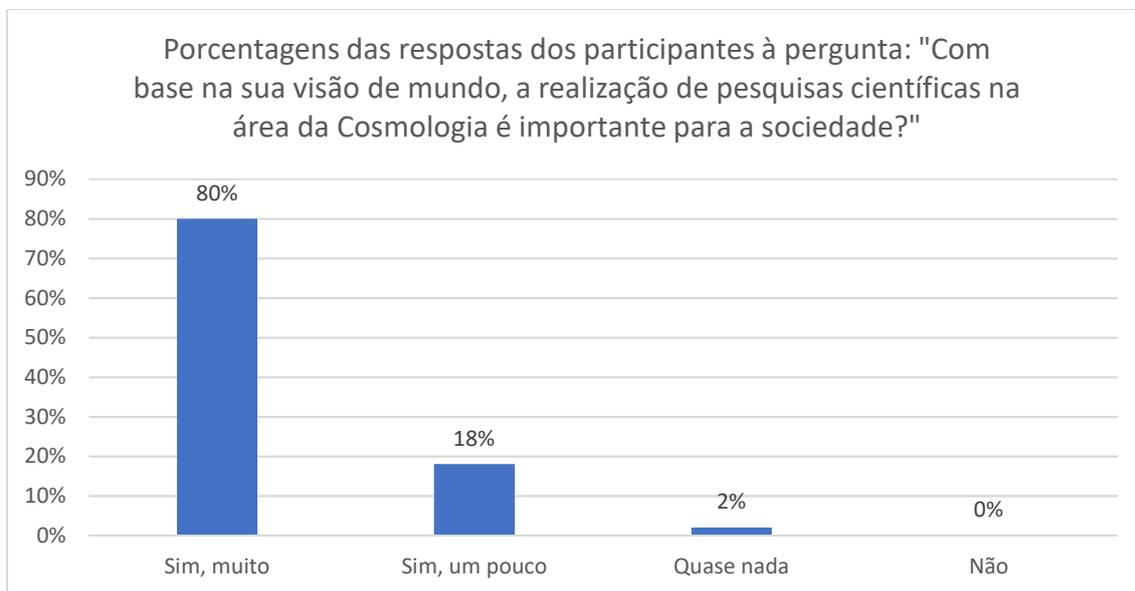


Fonte: Autores (2023).

A sexta pergunta foi: “Você já pensou em algum momento da sua vida em seguir uma carreira científica na área de Astronomia?” As opções fornecidas nas alternativas para as respostas foram: “Sim”; “Não”; “Pensei em uma carreira em outra área da Física” (pois previamente, sabíamos que diversos estudantes da Licenciatura em Física do IFSP-Caraguatatuba assistiriam à webconferência). Um pouco menos da metade dos participantes (47%) respondeu “Sim”, enquanto 35% responderam “Não” e cerca de 18% responderam “Pensei em uma carreira em outra área da Física”. Diversos países têm observado uma diminuição do interesse dos jovens em geral pela ciência; no caso do Brasil, há dados indicando que o jovem brasileiro apresenta algum interesse pela ciência no âmbito escolar, porém manifesta pouco interesse em seguir uma carreira científica. Isso indica que existe a necessidade investigar quais as ações que poderiam ser implementadas para diminuir a distância existente entre o interesse dos jovens pela ciência escolar e por seguir uma carreira científica. Para isso, é fundamental ouvir o que os estudantes têm a dizer tanto sobre as aulas de ciências, quanto sobre suas perspectivas profissionais (Gouw; Mota; Bizzo, 2016).

A sétima pergunta tratou da importância que cada participante dava para a realização de pesquisas científicas na área da cosmologia. A pergunta era: “Com base na sua visão de mundo, a realização de pesquisas científicas na área da Cosmologia é importante para a sociedade?” As opções de respostas fornecidas foram: “Sim, muito”; “Sim, um pouco”; “Quase nada”; “Não”. Neste caso, a ampla maioria (80%) respondeu “Sim, muito”, enquanto 18% responderam “Sim, um pouco” e apenas 2% responderam “Quase nada”; ninguém respondeu “Não” (Figura 4). Em 2018 foram gastos pelas empresas governamentais espaciais de todo o mundo (mas, sobretudo pelos Estados Unidos, China e Japão) cerca de U\$70 bilhões: com o alto valor envolvido na pesquisa em inovações no setor, a sociedade em geral se beneficia consideravelmente, o que indica a importância da astronomia, de modo geral, para o desenvolvimento econômico, tecnológico e social (Medeiros, 2021).

Figura 4 – Distribuição das porcentagens das respostas dos participantes à pergunta: "Com base na sua visão de mundo, a realização de pesquisas científicas na área da Cosmologia é importante para a sociedade?" (N=55).



Fonte: Autores (2023).

A oitava pergunta indagou: "Você consegue diferenciar a teoria do Big Bang e as concepções religiosas de criação do universo?" As opções de respostas foram: "Sim"; "Não". Para esta questão, 86% dos participantes responderam afirmativamente, enquanto 14% responderam negativamente. Embora a grande maioria tenha respondido de forma afirmativa, os 14% que responderam negativamente evidenciam a importância de se dedicar mais tempo à explicação das características científicas que fundamentam a Teoria do Big Bang, tais como a necessidade de evidências experimentais para sustentar qualquer afirmação. Pensar sobre o universo como um todo a luz do conhecimento científico atual, pode ajudar a diferenciar aquilo que provém do imaginário (mitos, crenças, notícias falsas, pseudociências, ficção científica), daquilo que é construído cientificamente, algo importante para formar indivíduos prontos a atuar de forma crítica na sociedade e para o pleno exercício da cidadania (Santana, 2019).

A nona pergunta abordou a relação entre conhecimento científico e crenças religiosas, questionando o posicionamento dos participantes caso

houvesse contraposição entre ambos; a pergunta foi: “Se em um dado momento, um determinado conhecimento científico se contrapor a uma narrativa da sua religião, qual seria o seu posicionamento?” As opções de respostas fornecidas foram: “Você manifestaria a sua preferência pelo conhecimento científico”; “Você manifestaria a sua preferência pela narrativa religiosa”; “Outro” (neste caso era possível escrever um texto explicando melhor a opinião do participante). Para esta pergunta, 51% dos participantes afirmaram que manifestariam sua preferência pelo conhecimento científico, enquanto 15% manifestariam sua preferência pela narrativa religiosa e 34% escolheram a opção “Outro”. Neste último caso, alguns participantes sem religião escreveram que não possuíam crenças religiosas, enquanto outros participantes tentaram conciliar e mesclar as perspectivas científicas e religiosas, afirmando que as duas têm fundamento ou que a ciência e a religião deveriam andar juntas, e houve também respostas que demonstraram a busca por mais estudo para chegar a uma conclusão.

A décima pergunta foi: “Você saberia dizer uma evidência experimental da existência do Big Bang?” Cerca de 75% dos participantes responderam que não saberiam dizer uma evidência da Teoria do Big Bang, enquanto 25% disseram que sim. É importante ressaltar que a ciência está fortemente fundamentada na necessidade de evidências experimentais para sustentar uma teoria: portanto, é essencial que os professores que ensinam sobre a Teoria do Big Bang apresentem as evidências experimentais que a sustentam em sala de aula, para que não pareça aos estudantes que ela é uma mera especulação de caráter abstrato. Por outro lado, observações experimentais são também dependentes de teorias, de modo que não faz sentido pensar em uma coleta de dados livre de influências e expectativas teóricas (Silva, 2010).

Para os participantes que responderam afirmativamente à décima pergunta, foi solicitado que eles escrevessem sobre alguma das evidências experimentais da existência do Big Bang que eles conheciam. As respostas mais comuns faziam referência à “radiação cósmica de fundo”, à “expansão do Universo” e à “lei de Hubble”. A seguir reproduzimos os textos escritos a este respeito por alguns dos participantes: “A radiação cósmica de fundo é hoje considerada a melhor evidência de que há 13,7 bilhões de anos houve o Big

Bang, a explosão primordial que teria originado o Universo”; “A radiação cósmica de fundo e a mudança do espectro para vermelho de galáxias”; “O universo em expansão”; “A Lei de Hubble (indicada pelo deslocamento para o vermelho da radiação proveniente das galáxias), a medição da radiação cósmica de fundo em microondas e as abundâncias relativas de elementos leves”; “Proveniente da separação da interação entre a radiação e a matéria, está a radiação cósmica de fundo, que representa um fóssil da origem do Universo”.

Os estudantes precisam, durante a escolarização, compreender mais sobre a natureza da ciência e sobre como o conhecimento científico é construído, a partir de práticas que envolvem raciocínio sobre evidências, análise e construção de modelos (Silva; Justi, 2019). É importante envidar esforços para superar uma visão que enfatiza apenas aspectos operacionais e matemáticos da ciência e deixar de caracterizar-se somente como um ensino de ciências, mas passar a ser também um ensino sobre as ciências; para isso é necessária uma reflexão sobre a necessidade de que o ensino de ciências seja mais contextualizado e mais histórico, o que requer trabalhar com a relação entre a história e a filosofia das ciências e o ensino delas (Teixeira; El-Hani; Freire Junior., 2011).

A última pergunta (aberta e discursiva) indagou: “Você consegue explicar com as suas palavras o que é a Teoria do Big Bang?” Neste caso, 46 dos 55 responderam à esta pergunta aberta. Ocorreram diversos tipos de respostas, desde a admissão de não saber explicar sobre o tema em detalhes até explicações breves sobre o início da formação do universo. Algumas respostas foram mais elaboradas e explicaram que a Teoria do Big Bang sugere que o universo teria surgido a partir de uma singularidade que “explodiu,” dando origem ao universo em expansão. Dois conceitos que apareceram com mais frequência associados a ideia de um Big Bang foram os conceitos de explosão (que apareceu em 33% das respostas) e de expansão (que apareceu em 28% das respostas).

A seguir destacamos respostas que se destacaram por serem representativas do conjunto de explicações obtido: “É a maneira como o Universo foi criado, de uma grande “explosão”; “É uma teoria para explicar a

origem do universo, pelo meu conhecimento sobre esse assunto o que é escasso, aconteceu foi que um material pequeno e muito denso o que causou uma “explosão” dando origem ao universo, e desde então o universo está em expansão constantemente”; “O desenvolvimento inicial do universo a partir de um estado extremamente denso e quente e continua se expandindo atualmente explica que o espaço está se expandindo e levando galáxias com ele”; “Teoria do Big Bang de forma simples vai relatar sobre os estudos da origem do Universo, a partir do momento em que toda a energia estava intrínseca em um único ponto, até o momento da sua expansão”; “A teoria do Big Bang é uma tentativa da Física de explicar as origens do Universo, ela afirma que todo o Universo se iniciou a partir de uma singularidade, que vem expandindo-se pelo menos há 13,8 bilhões de anos”; “A ideia por trás da Teoria do Big Bang é que o universo seria originário de uma singularidade, onde toda a massa do universo estaria compactada em um único ponto, e que esse ponto colapsou “explodindo” e dando origem ao universo”; “Não consigo explicar, só sei que foi uma grande “explosão” cosmológica e surgiu o Universo”.

A expansão do universo é um conceito consideravelmente mal compreendido, pois o termo "Big Bang" não pode ser considerado de forma muito literal: ele não foi como uma bomba que explodiu no centro do universo e lançou a matéria para fora em um vazio preexistente, mas foi sim uma expansão do próprio espaço – e, portanto, de certo modo, uma criação de espaço – que aconteceu em todos os lugares, de modo semelhante à forma como acontece a expansão da superfície de uma bexiga em toda a sua superfície quando a enchemos de ar. O termo "explosão" é geralmente considerado mais impreciso para descrever o que ocorreu no Big Bang que é melhor descrito como sendo o início de um processo contínuo de expansão que continua em curso. Esta diferença entre explosão e expansão pode parecer sutil, mas tem importantes consequências para questões relacionadas ao tamanho do universo, à taxa pela qual as galáxias se afastam, aos tipos de observações que os astrônomos podem fazer e à natureza da aceleração da expansão que o universo está passando atualmente (Lineweaver; Davis, 2005).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho descreve uma experiência de divulgação científica na forma de webconferência que abordou as áreas da história da cosmologia e da educação. É importante ressaltar que essa atividade foi realizada em 2022 de forma remota, com transmissão simultânea pelo YouTube, o que evidenciou a mudança que a pandemia de COVID-19 trouxe para o ambiente acadêmico. A realização de webconferências se tornou uma importante alternativa para o ensino durante o período pandêmico: a utilização de recursos tecnológicos foi uma maneira de adaptar as atividades acadêmicas para a nova realidade imposta pelo isolamento social (Nogueira; Hernandez, 2021). Essa adaptação permitiu que professores pudessem ensinar de forma remota para estudantes de diferentes locais; assim, a utilização de tecnologias digitais na educação pode proporcionar uma maior democratização do acesso à informação (Costa; Irala; Marranghello, 2017).

A divulgação científica de modo geral – tanto aquela feita de modo presencial, quanto a realizada de modo remoto – é importante por aproximar a ciência do público interessado em questões científicas e, portanto, contribuir para a ampliação do acesso ao conhecimento científico, algo que tem repercussões também no âmbito educacional (Peticarrari et al., 2010). A divulgação científica contribui para o processo de alfabetização científica, pois apresenta a ciência para muitos que são leigos e não entendem as informações científicas e os métodos usados pela ciência para produzir novos conhecimentos (Vogt; Cerqueira; Kanashiro, 2008).

Em particular, atividades de divulgação científica devem, sempre que for possível, destacar a importância de uma melhor compreensão sobre os métodos utilizados pela ciência para a elaboração de suas leis e teorias. Essa abordagem sobre a natureza da ciência pode colaborar efetivamente para uma melhor compreensão dos conceitos e para um ensino mais significativo. Uma problematização que se mostra importante para entender melhor o processo de produção de conhecimento científico, envolve a desmistificação da ideia de que os grandes cientistas foram gênios infalíveis e que nunca cometeram erros.

O evento realizado evidenciou também a importância de que, na medida do possível, os pesquisadores de ponta nas mais diversas áreas do conhecimento, se mostrem abertos a destinar uma parte do seu tempo para participar de atividades de divulgação científica, como fez o professor Bagdonas, pois além de ajudar a esclarecer a importância da ciência para a sociedade e de atrair a atenção do público leigo para os temas abordados, isto também motiva os jovens em geral a pensarem em seguir carreiras científicas no futuro.

Além disso, a realização desta pesquisa revelou adicionalmente dois aspectos positivos da implementação de atividades de divulgação científica de modo virtual e com transmissão pela internet, em relação a atividades presenciais, tanto no espaço, quanto no tempo: primeiramente, atividades transmitidas pela internet podem ser assistidas por pessoas que estão situadas nos mais diferentes locais, tanto no Brasil, quanto no exterior, e não apenas por pessoas que se encontram presentes em um ambiente universitário; em segundo lugar, como o vídeo da atividade ficou gravado no YouTube, ele pode ser assistido posteriormente à realização da “live” e, inclusive, pode ser usado por professores interessados em trabalhar didaticamente com esta temática em sala de aula.

Este evento também proporcionou a oportunidade de refletir sobre o ensino de cosmologia, além de apresentar exemplos de como implementar essa temática no processo de ensino-aprendizagem. A cosmologia pode ser inclusive uma ferramenta para a inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, pois ela envolve discussões que estiveram na base do conhecimento produzido no século XX (Oliveira, 2006).

A investigação sobre a história da cosmologia permite perceber conhecimentos que podem colaborar com o processo de aprendizagem e alavancar atividades tanto de ensino, quanto de divulgação científica. O uso da história da cosmologia, da astronomia e da astrofísica na educação apresenta um grande potencial, pois estimula a curiosidade dos jovens pelas ciências exatas: conhecer a história da ciência e os dilemas e debates que ocorreram entre cientistas é importante, pois ajuda a entender melhor como as leis, teorias e conceitos científicos foram produzidos pela humanidade ao longo dos séculos.

**AGRADECIMENTOS:** Agradecemos ao Prof. Dr. Alexandre Henrique Bagdonas por ministrar a webconferência investigada neste artigo. Agradecemos também ao IFSP pelo fomento para esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ANANTHASWAMY, A. Best-Yet Measurements Deepen Cosmological Crisis. **Scientific American**, March 22, 2019. Disponível em: <<https://www.scientificamerican.com/article/best-yet-measurements-deepen-cosmological-crisis/>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

ASSIS, A. K. T.; NEVES, M. C. D.; SOARES, D. A cosmologia de Hubble: De um universo finito em expansão a um universo infinito no espaço e no tempo. In: NEVES, M. C. D.; SILVA, J. A. P. **Evoluções e revoluções: O mundo em transição**. Maringá, PR: Editora Massoni, 2008. Disponível em: <<https://www.ifi.unicamp.br/~assis/Cosmologia-de-Hubble.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2023.

BAGDONAS, A. H.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. O maior erro de Einstein? Debatendo o papel dos erros na ciência através de um jogo didático sobre cosmologia. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 97-117, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n1p97>>. Acesso em: 24 nov. 2023.

COSTA, G.; IRALA, C. P.; MARRANGHELLO, G. F. Aplicação de realidade virtual no ensino de astronomia nas atividades do planetário da Unipampa. **Anais do 9º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 3, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/86168>>. Acesso: 28 nov. 2023.

EINSTEIN, A. Die Feldgleichungen der Gravitation. **Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften**, Berlin, p. 844-847, 1915. The Field Equations of Gravitation (Translation to English). Disponível em: <<https://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol6-trans/129>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

EINSTEIN, A. Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie. **Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften**, Berlin, p. 142-152, 1917. Cosmological Considerations in the General Theory of Relativity (Translation to English). Disponível em: <<https://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol6-trans/433>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

EINSTEIN, A. Bemerkung zu der Arbeit von A. Friedmann Über die Krümmung des Raumes. **Zeitschrift für Physik**, v. 11, p. 326, 1922. Comment to the Paper

by A. Friedmann “On the curvature of space” (Translation to English). Disponível em: <<https://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol13-trans/301>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

EINSTEIN, A. Notiz zu der Arbeit von A. Friedmann Über die Krümmung des Raumes. **Zeitschrift für Physik**, v. 16, p. 228, 1923. Note to the Paper by A. Friedmann “On the curvature of space” (Translation to English). Disponível em: <<https://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol14-trans/77>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

FRIEDMANN, A. Über die Krümmung des Raumes. **Zeitschrift für Physik**, v. 10, p. 377-386, 1922. On the curvature of space (Translation to English). *General Relativity and Gravitation*, v 31, n. 12, p. 1991-2000, 1999. Disponível em: <[http://personalpages.to.infn.it/~zaninett/projects/storia/Friedman\\_1922.pdf](http://personalpages.to.infn.it/~zaninett/projects/storia/Friedman_1922.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2023.

FRÓES, A. L. D. Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, 3504, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000300016>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

GAMOW, G. The evolutionary universe. **Scientific American**, v. 195, n. 3, p. 136-156, 1956. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/24941749?seq=2>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

GOUW, A. M. S.; MOTA, H. S.; BIZZO, N. M. V. O Jovem Brasileiro e a Ciência: Possíveis Relações de Interesse. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3., p. 627-648, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4483>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

HARRISON, E. R. **Cosmology**: The Science of the Universe. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.

HUBBLE, E. A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, U.S.A., v. 15, n. 3, p. 168-173, 1929. Disponível em: <<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.15.3.168>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

IACHEL, G.; NARDI, R. Um estudo exploratório sobre o ensino de astronomia na formação continuada de professores. In: NARDI, R. (org.). **Ensino de ciências e matemática I**: temas sobre a formação de professores. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/g5q2h/pdf/nardi-9788579830044.pdf#page=77>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

LEMAÎTRE, G. Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques. **Annales**

de la **Société Scientifique de Bruxelles**, A47, p. 49-59, 1927. A homogeneous universe of constant mass and increasing radius accounting for the radial velocity of extra-galactic nebulae (Translation to English). Disponível em: <<https://academic.oup.com/mnras/article/91/5/483/985165>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental**. 2004. 243 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Bauru, UNESP, 2004. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90856/langhi\\_r\\_me\\_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90856/langhi_r_me_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 28 nov. 2023.

LINEWEAVER, C. H.; DAVIS, T. M. Misconceptions about the Big Bang. **Scientific American**, v. 292, n. 3, p. 36-45, 2005. Disponível em: <<https://www.scientificamerican.com/article/misconceptions-about-the-2005-03/>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

LIVIO, M. Mystery of the missing text solved. **Nature**, v. 479, p. 171–173, 2011. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/479171a>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

LIVIO, M. **Tolices Brilhantes**. Rio de Janeiro: Record, 2017.

MEDEIROS, A. A importância da astronomia para a transformação tecnológica. **Consumidor Moderno**, 30 de julho de 2021. Disponível em: <<https://consumidormoderno.com.br/2021/07/30/astrologia-transformacao-tecnologica/>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

NOGUEIRA, G. T.; HERNANDES, J. A. Laboratório de Física IV baseado em experimentos de baixo custo: relato de uma experiência de ensino remoto devido à pandemia de COVID-19. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, e20210242, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/3yt4yzWsCjRfd3zTVrrxvFD/?format=html&lang=pt>>. Acesso: 28 nov. 2023.

NUSSBAUMER, H. Einstein's conversion from his static to an expanding universe. **The European Physical Journal H**, v. 39, p. 37–62, 2014. Disponível em: <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1311/1311.2763.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

OLIVEIRA, J. H. **Noções de cosmologia no ensino médio: o paradigma criacionista do Big Bang e a inibição de teorias rivais**. 2006. 203 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/4462/1/000179625.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

O'RAIFEARTAIGH, C. et al. Einstein's 1917 static model of the universe: a centennial review. **The European Physical Journal H**, v. 42, p. 431-474, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1140/epjh/e2017-80002-5>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

PERTICARRARI, André et al. O uso de textos de divulgação científica para o ensino de conceitos sobre ecologia a estudantes da educação básica. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 02, p. 369-386, 2010. Disponível em <[http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132010000200007&lng=pt&nrm=iso](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132010000200007&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso: 28 nov. 2023.

SANTANA, T. M. A. **Do Big Bang aos dias de hoje**: inserção do ensino de astronomia por meio de um jogo de tabuleiro. 2019. 133 f. Dissertação (Mestrado em Astronomia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, 2019. Disponível em: <<http://tede2.uefs.br:8080/bitstream/tede/1327/2/DISSERTACAO%20Thiago%20Marcel%20%28Versao%20Final%29.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

SILVA, B. V. C. A Natureza da Ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 4, n. 3, p. 620-627, 2010. Disponível em: <[http://www.lajpe.org/sep10/417\\_Boniek\\_da\\_Cruz\\_Silva.pdf](http://www.lajpe.org/sep10/417_Boniek_da_Cruz_Silva.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2023.

SILVA, C. M.; JUSTI, R. Planejamento e condução de discussões sobre natureza da ciência ocorridas em uma situação de ensino fundamentada em modelagem conduzida por uma professora em formação. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 21, e10601, 2019. Disponível em: <<http://educa.fcc.org.br/pdf/epec/v21/1983-2117-epec-21-e10601.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

TEIXEIRA, E. S.; EL-HANI, C. N.; FREIRE JR., O. Concepções de estudantes de física sobre a natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual do ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4163>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

VOGT, Carlos; CERQUEIRA, Nereide; KANASHIRO, Marta. Divulgação e cultura científica. **ComCiência**, n. 100, 2008. Disponível em: <<http://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n100/n100a01.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

*Recebimento: 14/12/2023*

*Aprovação: 26/03/2024*