

Astronomia e Cosmologia em pesquisa: uma análise bibliométrica

Lucas Antonio Xavier¹, Chirlei de Fátima Rodrigues¹ e Simone Vieira Sant’Anna Fardim²

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

²Prefeitura Municipal de Marataízes

Resumo

O “Cadernos de Astronomia” é um periódico destinado à divulgação científica, história da ciência, ensino e pesquisa em astronomia e áreas correlatas. Direcionado a atender um público amplo, o periódico tem como foco o conhecimento científico relacionado à astronomia, cosmologia e gravitação. Neste estudo, com viés qualitativo, buscou-se analisar as publicações do periódico dentro de um período de tempo específico. Com o objetivo de realizar uma revisão sistemática foram adotadas seis categorias distintas de artigos. A fim de aproximar da forma como os cientistas vêm produzindo seus resultados foram acessadas duas bases de dados, *Scopus* e *Web of Science*. Foi considerado como tema de pesquisa nestas bases o “Universo Primordial”. Após a análise dos artigos selecionados foi possível refletir sobre a importância das comunidades científicas para a continuidade do desenvolvimento de pesquisas científicas. Como o ensino de astronomia foi integrado à grade curricular do ensino médio a partir de 2022, acredita-se, que a produção científica do periódico, apresenta grande potencial para auxiliar os professores em suas práticas pedagógicas.

Abstract

“Cadernos de Astronomia” is a periodical publication dedicated to scientific dissemination, the history of science, teaching and research in astronomy and related areas. Aimed at serving a wide audience, the magazine focuses on scientific knowledge related to astronomy, cosmology and gravitation. In this study, with a qualitative bias, we sought to analyze the journal’s publications in a specific period of time. To carry out a systematic review, six different categories of articles were adopted. To approximate the way in which scientists have been producing their results, two databases, Scopus and Web of Science, were accessed. The “Primordial Universe” was considered as a research topic in these databases. After the analysis of the selected articles, it was possible to reflect on the importance of scientific communities for the continuity of the development of scientific research. Since the teaching of astronomy has been integrated into the secondary school curriculum from 2022, it is believed that the scientific output of the journal has great potential to assisting teachers in their pedagogical practices.

Palavras-chave: ciência, comunidade científica, educação em astronomia, interdisciplinaridade, bibliometria.

Keywords: science, scientific community, astronomy education, interdisciplinarity, bibliometrics.

DOI: [10.47456/Cad.Astro.v4n2.41644](https://doi.org/10.47456/Cad.Astro.v4n2.41644)

1 Introdução

Inserida no bojo das temáticas do cotidiano, a astronomia é apontada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [1] como um assunto importante para a compreensão mais aprofundada da Terra, do Sol e da nossa galáxia. Dessa forma a inserção de tópicos relacionados a esta temática, no ensino de ciências, possibilita aos alunos refletir sobre a posição da Terra e da es-

pécie humana no universo.

Os Campos Temáticos sugeridos na BNCC, foram reorganizados para a área de ciências da natureza da seguinte forma: Matéria e Energia; Vida e Evolução; Terra e Universo. No terceiro, o estudo da astronomia figura por meio de conteúdos mencionados nas habilidades relacionadas à uma das três competências específicas que a BNCC apresenta para a área das ciências da na-

tureza, ressaltando o caráter interdisciplinar.

O documento também ressalta a importância e atenção às metodologias aplicadas a fim de atender aos objetivos educacionais. Segundo o documento, trata-se de

[...] maneiras diferentes e intercambiáveis para designar algo comum, ou seja, aquilo que os estudantes devem aprender na educação básica, o que inclui tanto os saberes quanto a capacidade de mobilizá-los e aplica-los [1, p. 12].

No estado do Espírito Santo várias ações voltadas para o estudo da astronomia já estão envolvendo os estudantes das diferentes redes de ensino. A Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), por meio de um projeto de extensão (Mostra de Astronomia do Espírito Santo – MAES) vem engajando estudantes das redes públicas estaduais, federais e particulares no evento composto por três fases. O Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Piúma, também vem desenvolvendo ações onde disponibiliza um planetário inflável, instalado para oficinas ofertadas às escolas da região.

A constante busca pela elucidação da origem do universo tem atraído grupos de estudos em torno da temática astronomia, direcionando pesquisas nos campos da astroquímica, astrofísica e astrobiologia.

Conforme a nova arquitetura curricular proposta pela BNCC o ensino está organizado de forma a ofertar os itinerários formativos. Neste novo modelo de ensino o professor, ao lecionar tópicos de astronomia, precisa buscar compreender conceitos e métodos. Além disso ele precisa se aproximar das práticas e do trabalho científico realizado pelos cientistas. A Figura 1 ilustra e situa o ensino de astronomia neste novo contexto.

A Astronomia, como campo de estudos interdisciplinares vem, ao longo dos últimos anos, ganhando novos espaços na educação. Dessa forma, agrega aos docentes da educação básica o compromisso com um ensino de astronomia articulado aos pressupostos da BNCC. A Base prescreve, na unidade “Vida, Terra e Cosmos” dentre as competências a de número dois que está associada à astronomia, onde considera necessário que os alunos possam:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funci-

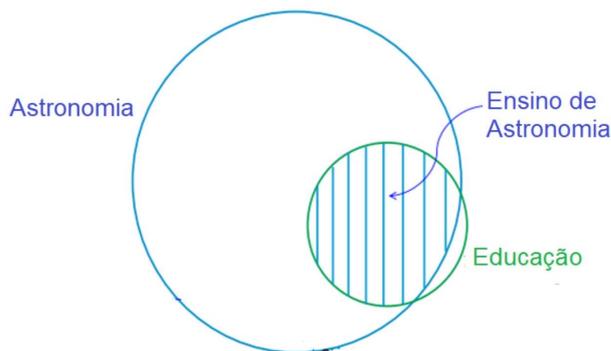


Figura 1: O ensino da astronomia no contexto da Educação. O círculo maior representa o vasto conhecimento da área da astronomia produzidos pela comunidade de cientistas. O círculo menor representa a área da educação. Com o ensejo de buscar uma interface, principalmente a partir da BNCC. A interdisciplinaridade é uma forma de articulação entre astronomia e cosmologia no contexto da educação básica. Fonte: Imagem adaptada - IV SNEA 2016 [2].

onamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis [1, p. 553].

Esta competência específica tem o desdobramento de três habilidades, a saber [1, p. 557]:

- (EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
- (EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
- (EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Assim, é esperado que o educador, conforme é ilustrado na Figura 1, consiga integrar, no contexto da educação, diferentes tópicos da astronomia de forma interdisciplinar. O ensino de astronomia abrange conceitos da física, química e biologia. Em conformidade com o que se espera com o desenvolvimento das habilidades prescritas na competência específica dois, é necessário que o docente se aprofunde nos tópicos de astronomia que não são vistos normalmente nos cursos de licenciatura. Portanto, para a prática docente o professor deve buscar o conhecimento sobre cosmologia, evolução estelar, composição química dos astros, entre outros conteúdos a fim de poder dialogar sobre os mesmos com os alunos.

Neste contexto falar sobre ciência, ou seja, a natureza da ciência, que aborda aspectos do funcionamento da ciência e seu desenvolvimento [3]; [4] envolve também a apropriação das produções científicas, contidas na literatura, como por exemplo, na revista “Cadernos de Astronomia” do Programa de Pós-Graduação (interinstitucional) em Astronomia, Cosmologia e Gravitação (PPG-Cosmo - UFES). O programa possui parceria com a Universidade Federal de Ouro Preto UFOP) e o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

Dentre as diferentes formas de apropriação de conhecimentos e desenvolvimento de novas estratégias para o ensino de astronomia destacam-se a realização de cursos e participação em eventos científicos pelo professor. Esta participação oportuniza não apenas agregar novas experiências docentes como também criar oportunidades, aos educandos de aproximação com a comunidade científica. Como exemplo destaca-se a participação em eventos como a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) e a MAES.

O que podemos apreender sobre as publicações contidas no periódico Cadernos de Astronomia? As publicações mostram a forma como os cientistas vêm produzindo seus resultados?

A fim de obter respostas a estas questões foi realizada uma bibliometria. O estudo visou a apreensão dos assuntos de interesse para o professor das ciências da natureza. Com a apropriação da produção científica compartilhada, a partir de experiências já realizadas, é possível ao docente realinhar sua prática. Portanto, a bibliometria pode ser utilizada para

[...] analisar a produção científica sobre um de-

terminado tema em questão. Analisar o conteúdo, abrangendo títulos, palavras-chave, resumos, textos, autores, instituições, autorias, co-autorias e referências bibliográficas [5].

Este levantamento bibliográfico tem, portanto, o objetivo de mapear artigos publicados no periódico Cadernos de Astronomia. Além deste mapeamento o estudo se propôs a um levantamento do número de artigos publicados nas bases *Scopus* e *Web of Science* que tivessem relação com o tema Universo Primordial. A escolha da temática se justifica pelo fato de a mesma ser antecipada como proposta pelo periódico Cadernos de Astronomia para um dossiê. A escolha das bases está pautada na relevância que as mesmas representam no cenário mundial de publicações científicas.

A partir do exposto apresentamos a seguir elementos da bibliometria, a metodologia e a discussão dos resultados extraídos, tanto dos Cadernos de Astronomia quanto das bases de dados *Web of Science* e *Scopus*. Para estas últimas bases de dados consultadas foi adotado como termo para a busca “universo primordial”. E, por fim, as considerações finais.

2 Elementos da Bibliometria

Para maior familiaridade dos assuntos da ciência torna-se necessário se apropriar das pesquisas desenvolvidas pelos cientistas e publicadas nos diversos periódicos.

Dessa forma, a revisão sistemática facilita no

[...] levantamento do estado da arte, cujo encaminhamento exige identificação, coleta, seleção, avaliação dos resultados, análise e relatório de um conjunto de trabalhos sobre diferentes questões de pesquisa [6].

O método sistemático é uma estratégia que auxilia acesso a uma área desejada, por exemplo, a área de ensino, a fim de servir como lente para a prática pedagógica.

Entretanto, o pesquisador deve adotar o uso de um protocolo para conduzir seu trabalho de pesquisa. Deve partir de uma pergunta de pesquisa, definir estratégias de busca, adotar critérios de inclusão e exclusão, selecionar seu campo de conhecimento desejado, extrair dados das bases desejadas, avaliar a qualidade metodológica,

Tabela 1: Protocolo de pesquisa realizada

Base de Dados	Caderno de Astronomia <i>Web of Science</i> <i>Scopus</i>
Parâmetros	Divulgação científica. Ciência e Sociedade. Seção Temática. Artigos. Ensino. MAES. Textos clássicos. Notas. Universo Primordial.
Recorte temporal	2020 – 2023
Recorte Análise	Títulos, autores, resumos e palavras-chave.

em seguida fazer as análises e por fim apresentar os resultados, preferencialmente em formato de artigo científico [7–9].

Por sua vez, estes indicadores mostram a tendência e o desenvolvimento da área pesquisada. Além do mais acrescentam uma visão da produtividade e influência de pesquisadores nas comunidades científicas e identificação de temáticas não percebidas.

O estudo bibliométrico conta com recursos tecnológicos como *softwares* que possibilitam uma maior rapidez no tratamento dos dados. O *software* VOSViewer é um programa gratuito utilizado para construção e visualização de redes bibliométricas. Esta ferramenta utiliza de dados como palavras-chave, agrupamentos, distâncias, dentre outros termos de um documento para visualização de resultados [10]; [11].

De fato, a bibliometria é uma técnica estatística que

[...] tem se popularizado entre os acadêmicos em função da grande quantidade de material bibliográfico que é produzido e disponibilizado atualmente [12].

3 Percorso metodológico

O estudo bibliométrico é de caráter exploratório, sendo caracterizado por

[...] técnica estatística utilizada para mensurar aspectos da produção acadêmica que contribui para o desenvolvimento da ciência [13].

A Tabela 1 apresenta o protocolo adotado na pesquisa.

Com este protocolo de pesquisa foi feito o mapeamento e planejamento das ações a partir da questão levantada. Portanto, foi utilizada a parametrização com intuito de identificar estratégias de busca mediante títulos, autores, resumos e palavras-chave, considerando um recorte temporal de 2020 a 2023. O objetivo de adotar este recorte temporal é o de abranger a busca durante o período de criação do periódico até os dias atuais. Devido a este fato foi adotado este mesmo parâmetro de tempo nas bases *Scopus* e *Web of Science*. Com esta estratégia os dados obtidos foram indexados e estruturados para posteriormente serem exportados, categorizados e organizados na forma de gráficos e mapas. Para a apresentação dos resultados referentes às palavras-chave e de autorias foi adotada a ferramenta VOSViewer,¹ recurso desenvolvido em 2010 para construção de redes bibliométricas. Também, na apresentação das palavras-chave foi adotado o modelo de nuvem.²

Na Tabela 2 apresenta o total de referências encontradas por meio da busca em função dos descritores selecionados previamente.

Na busca ao Cadernos de Astronomia, foram considerados todos os artigos revisados por pares. E nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus* somente assuntos correlacionados ao universo primordial. Sobre este tema, qual o quantitativo de trabalhos que vem sendo produzidos no recorte temporal adotado neste artigo? Com o resultado espera-se que seja possível compreender a dimensão dos trabalhos dos grupos que também

¹<https://www.vosviewer.com>

²<https://wordart.com/create>

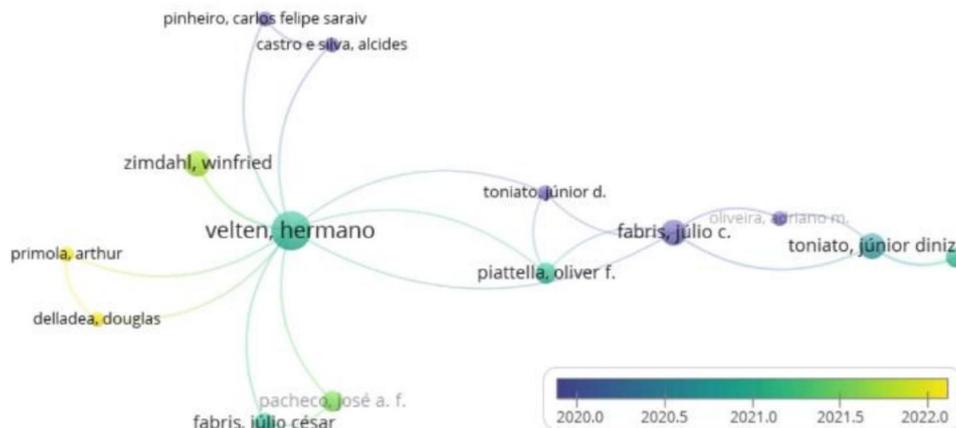


Figura 3: Representação do maior conjunto de itens conectados, que consiste em 14 autores, formando 6 clusters <https://tinyurl.com/2qmr5nqh>. Neste link é possível clicar em cada cientista e ver como eles estão conectados nos 6 clusters. Não foi considerado autores que não estão conectados entre si. Fonte: VOSviewer 2023.

Tabela 2: Resultados da busca com descritores. A sigla CdA refere-se a Cadernos de Astronomia, enquanto DC, C&S indica a seção Divulgação Científica, Ciência & Sociedade.

Meio de busca	Descritores	Referências encontradas
Cadernos de Astronomia	Seção Temática	39
	DC, C&S	19
	Artigos	13
	Ensino	10
	MAES	10
	Textos Clássicos	05
	Notas	05
Web of Science	Primordial Universe	8.108
Scopus	Primordial Universe	5.568

esta situação acreditamos que o caminho seria buscar mais colaboração entre os professores tutores da MAES. Além disso, consideramos como essencial trazer as contribuições destes cientistas para a sala de aula da educação básica. Dessa forma aumenta a possibilidade de maior interação e troca de experiências, estabelecendo conexões, conforme é ilustrado na rede de cientistas da Figura 3.

A integração se faz com a prática da interdisciplinaridade que “caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pela integração das disciplinas” [14, p. 45]. Ao observar os 6 clusters da Figura 3, visualização de sobrepo-

sição (acessível pelo link disponível na legenda), o destaque é para o cluster 1, composto pelos pesquisadores Fabris, Oliveira, Sturani e Toniato com quatro documentos. Os demais cinco clusters são formados por dois pesquisadores e dois documentos. Ao mesmo tempo, ao analisar a Figura 3, por meio de visualização de densidade, observa-se o destaque dos trabalhos dos cientistas Velten e Toniato. Este resultado representa a variedade de pesquisas que foram realizadas em torno de temas como gravitação, matéria escura, expansão do universo e astrobiologia, além da integração entre os diferentes autores.

4.1.2 Palavras-chave

Na sequência serão apresentados os resultados a partir do número de palavras-chave encontrados por seções. Na categoria Seção Temática composta por 222 palavras-chave destacam-se a relatividade geral, ondas gravitacionais e buracos negros. Esta categoria é de textos de cientistas, assim como, a categoria Divulgação Científica, Ciência e Sociedade, com 98 termos e os mais recorrentes são - astronomia e galáxias. Na categoria Artigos, também escritos por pesquisadores, dos 83 termos os que mais apareceram na busca foram galáxias e astroquímica. Tanto na categoria Ensino, com 77 palavras-chave quanto na categoria MAES com 60 palavras-chave, o destaque é para os termos astronomia e ensino, que correspondem a contribuições de pesquisadores e outros profissionais.

Esses outros profissionais são, em sua maioria,

professores tutores dos alunos da educação básica participantes da MAES. Nas categorias Textos Clássicos e Notas com 53 itens, os mais recorrentes nos documentos foram as palavras-chaves - relatividade e Einstein. As ocorrências das principais palavras-chaves são destacadas na Tabela 3 em função das categorias. Os dados são de referências completas dos 105 documentos escritos por 165 autores.

Tabela 3: Co-ocorrência de palavras-chave por categorias nos Cadernos de Astronomia.

Categorias	Palavras-chave	Ocorrências
Seção Temática	Relatividade Geral	9
	Ondas Gravitacionais	9
	Buracos Negros	9
	Cosmologia	8
	Matéria Escura	8
DC,C&S	Astronomia	4
	Galáxias	4
	Cosmologia	3
	Ciência	3
	Divulgação Científica	2
Artigos	Galáxia	4
	Astroquímica	3
	Astrofísica	2
	Cosmologia	2
	Espectroscopia	2
Ensino	Astronomia	11
	Ensino	11
	Divulgação Científica	3
	Ciência	3
	Educação	2
MAES	Astronomia	6
	Ensino	4
	Estrelas	3
	Ondas Gravitacionais	2
	Exoplanetas	2
Textos Clássicos e Notas	Relatividade	6
	Einstein	3
	Modelo de Friedmann	2
	Universo	2
	Cosmologia	2

Continua...

...continuação da Tabela 3

Categorias	Palavras-chave	Ocorrências
------------	----------------	-------------

Na sequência é ilustrado na nuvem o destaque das palavras-chaves dos 105 documentos. A Figura 4 traz a visualização da nuvem de palavras formada por palavras-chave dos artigos. Cada palavra possui um tamanho que depende da sua co-ocorrência nos artigos das edições do periódico. Observamos que astronomia, relatividade, cosmologia, ensino e buraco negro são os termos utilizados com maior frequência.

No total foram analisadas 583 palavras-chave dos 105 documentos. Eliminados os termos de conjunção, observamos que astronomia, relatividade, cosmologia, ensino, buraco negro, ondas gravitacionais, galáxias, matéria escura, astrofísica, astrobiologia são as palavras-chave mais comuns com respectivamente 25,17, 15, 15, 13, 11, 19, 10, 8, 8 repetições cada.

A produção científica passou por um crescimento importante nos últimos anos o que ocorreu por meio de trabalho coletivo dentro das comunidades científicas. De fato,

[...] a ciência não é a obra isolada de indivíduos, mas um trabalho coletivo, em que muitos contribuem para o resultado final [15, p. 166].

Por exemplo, podemos citar a teoria da relatividade, “termo utilizado para designar teorias que supõem que os fenômenos físicos devem ser compreendidos relativamente a um referencial” [16, p. 221]. A teoria da relatividade restrita e geral, atualmente é apresentada como uma construção de vários cientistas, dentre eles, Albert Einstein, Hendrik Lorentz, Henri Poincaré. Estas teorias ajudaram a alavancar a astronomia e cosmologia da forma que é conhecida hoje. Entretanto, a teoria da relatividade geral vem sendo questionada por vários cientistas que estudam, por exemplo o universo primordial, por não possibilitar explicações de questões em aberto. Os autores Fabris, Toniato e Velten abordam sobre a necessidade do abandono de alguns dos pilares da qual foi construída a teoria da relatividade geral, citam:

Teorias com gravidade massiva, onde é atribuída a massa ao gráviton (partícula que intermediaria a interação gravitacional); teorias não-locais, equivalentes a introduzir potências negativas do d’Alembertiano do escalar de Ricci; teorias com

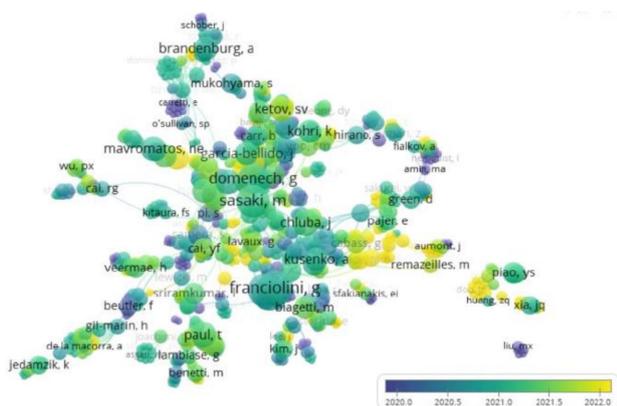


Figura 7: Autorias <https://tinyurl.com/2ogzya32>. O maior conjunto de autores conectados consiste de 682 autores concentrados em 33 *clusters* conectados com 2745 links. A força total de links corresponde a 3323 links, que significa a força de co-autoria de um artigo com outros trabalhos. Fonte: VOSviewer 2023.

responder questões em aberto, dentro do modelo do Big Bang. Martins esclarece que

[...] essa teoria faz com que, na fase inicial da expansão, o tempo necessário para a luz atravessar o universo inteiro seja muito menor do que a idade do universo [15, p. 215].

Com base neste pressuposto ocorreria um equilíbrio conduzindo à homogeneidade do universo. A teoria inflacionária explica que essa homogeneidade é possível “se o universo passasse por um estágio onde sua expansão fosse extremamente rápida” [18, p. 173]. Entretanto, há muito trabalho ainda a ser feito para uma teoria cosmológica sólida.

Em relação às autorias dos artigos foram verificadas 1.885 autores nos 978 documentos. Foi observado que constam autores que não estão conectados. A Figura 7 retrata somente os aglomerados de cientistas conectados, no caso, em 33 *clusters*. Chama a atenção as instituições e parcerias desses autores, e que, coaduna com o pensamento de Pedro Russo em sua palestra Astronomia, Educação e Sociedade, ministrada no V Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, onde salientou que nos últimos 50 anos

[...] a astronomia tornou-se uma “Ciência Global” com organizações transnacionais a construir observatórios dispendiosos, que só com colaborações globais são possíveis de financiar [19].

Os dados mostraram que os autores mais recorrentes na busca foram Franciolini, Susaki, Riotto,

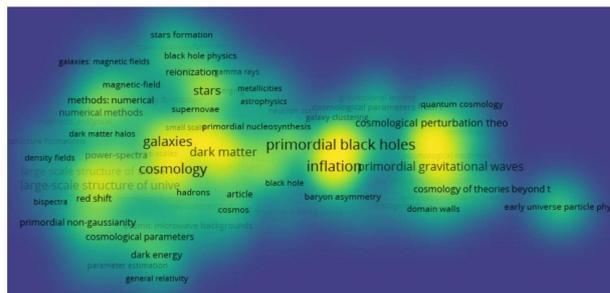


Figura 8: Visualização de densidade. Maior brilho e círculo de maior tamanho significa frequência recorrente do termo, cuja interpretação é elevado índice de pesquisas sendo realizadas.

De Luca, Finelli em quantidade de documentos respectivamente 18, 18, 17, 16 e 15.

O artigo Planck 2018 results: VI. Cosmological parameters, dos autores Aghanim, Nabila et al. [20] possui 1.656 citações na *Web of Science* e outras 8.622 citações no Google Scholar. Este trabalho mostra a relação forte do grupo de pesquisa da colaboração Planck. Os autores buscaram apresentar parâmetros cosmológicos com a radiação de fundo, concluindo que os dados do Planck não foram suficientes para resolver algumas tensões abordadas durante a pesquisa. Porém, o estudo aponta que é uma estratégia forte estudar a cosmologia e a física do universo primordial, temática desta edição dos Cadernos de Astronomia.

Neste viés os autores Paulucci, Moraes e Horvath ressaltam que a

[...] complexidade no universo aumenta com o tempo. O universo atual é mais complexo e cheio de estrutura que o universo primordial [18, p. 130].

E complementam: “se o universo era quase homogêneo nos primórdios, como é que estas estruturas apareceram?” [18, p. 134]. Os mesmos autores pontuam que

[...] compreender os mecanismos que levaram à configuração que hoje se observa é o principal objetivo dos estudos da formação de estruturas no universo [18, p. 134].

Por isto, o grande interesse das comunidades científicas ao propor pesquisas sobre o universo primordial.

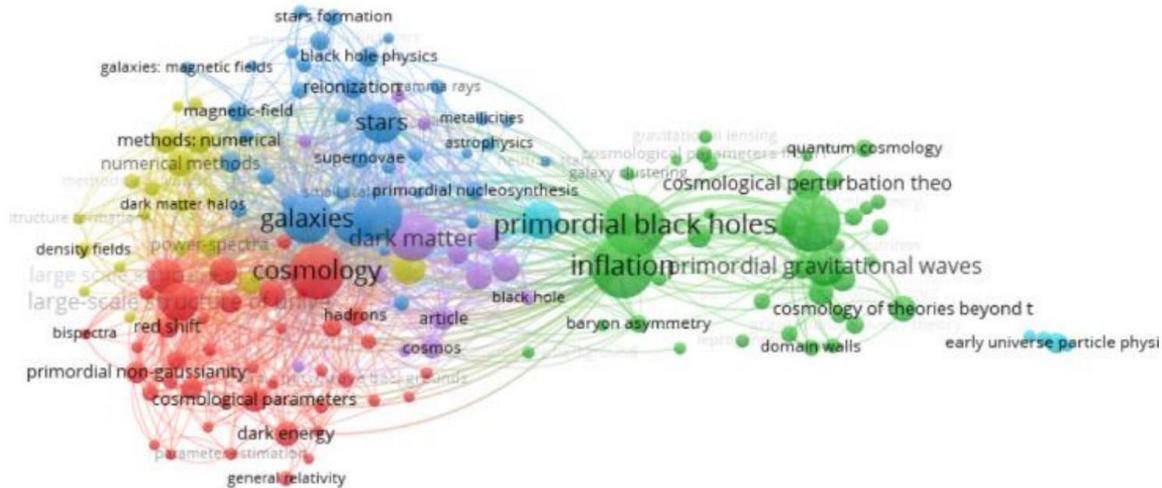


Figura 9: Rede bibliométrica de palavras-chave. <https://tinyurl.com/2gnwktuk>. As palavras-chave que mais se destacaram em co-ocorrência foram inflação, buracos negros primordiais, física do universo primitivo, cosmologia, galáxias, universo primitivo, matéria escura, estrelas, respectivamente com 140, 138, 127, 110, 94, 89, 82, 60 repetições cada. Quanto menor o tamanho do círculo menor o índice de estudos relacionados. Fonte: VOSviewer 2023.

4.3 Resultados base Scopus

Na base de dados *Scopus* foram encontrados 5.568 documentos utilizando o termo “*primordial universe*”. No filtro optamos pelo recorte temporal de 2020 a 2023 e pelas áreas de física e astronomia. Assim o número de documentos ficou reduzidos a 964. Conforme ilustra a Figura 8 foram encontradas 1.788 palavras-chave com número mínimo de co-ocorrência de uma palavra-chave igual a 1. Em novo filtro, com número mínimo de cinco co-ocorrência de palavra-chave, a quantidade ficou reduzida a 155 palavras-chave, como é ilustrada nas redes bibliométricas de densidade (Figura 8) e de visualização (Figura 9).

Ao analisar por força total de links, palavras-chave conectada com os demais termos da rede foi observado que a ordem passa a ser, galáxias, cosmologia, universo primitivo, matéria escura, buraco negro primordial, estrela, gravitação, inflação, estrutura em grande escala do universo, respectivamente com 848, 721, 601, 564, 524, 486, 585, 560, 449, 440 repetições cada.

Para a construção da rede de autores conectados, conforme a Figura 10, foi considerado na filtragem um mínimo de 3 autores por documento, totalizando 230 documentos escritos por 165 autores.

5 Considerações finais

Realizamos um levantamento bibliográfico para apreender o espectro geral das publicações contidas no periódico *Cadernos de Astronomia*. A partir dessa busca objetivamos identificar elementos que evidenciassem as características de formação de comunidades científicas. Os resultados comprovaram que a continuidade do desenvolvimento de pesquisas científicas é um fator influenciado pela formação destas comunidades. Além de explorar os artigos do periódico *Caderno de Astronomia* realizamos um levantamento bibliográfico nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, com o termo “universo primordial” tema desta edição do caderno.

A partir dos dados obtidos com o levantamento foi possível responder ao seguinte questionamento: *O que podemos apreender sobre as publicações contidas no periódico Cadernos de Astronomia?* A inserção da unidade temática “Vida, Terra e Cosmos” no currículo, ocorrida em 2022, deixou evidente que o professor, no diálogo com os alunos sobre os tópicos de astronomia, precisa de um aprofundamento neste campo de conhecimento. Dessa forma, as práticas pedagógicas que contemplem esta abordagem poderão alinhar as aprendizagens com o desenvolvimento das três habilidades correspondentes à competência dois, citada anteriormente a saber: EM13CNT201; EM13CNT204 e EM13CNT209.

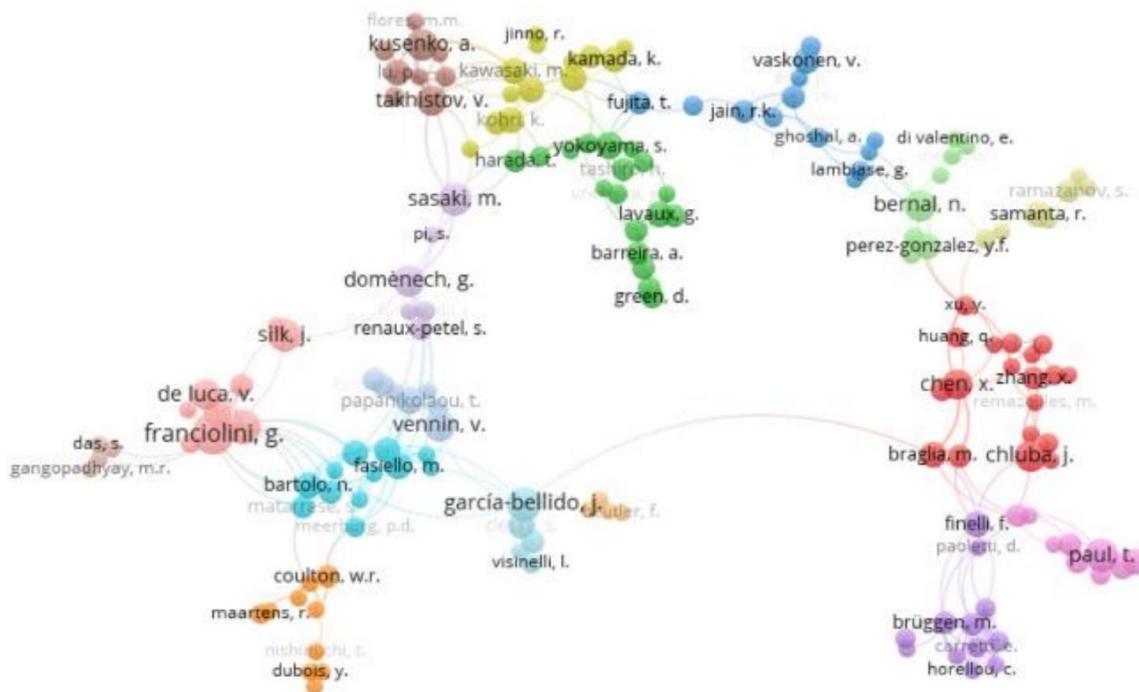


Figura 10: Aglomerados de autores conectados, <https://tinyurl.com/2zdzh7k>. Foi formado 17 *clusters* com 351 links e 631 links de força total. Alguns dos 2.066 autores dos 864 documentos não estão conectados entre si. Fonte: VOSviewer 2023

O periódico *Cadernos de Astronomia* oferece ao professor alternativas para um ensino diversificado e interdisciplinar neste campo de conhecimento. O periódico concentra um grande número de artigos sobre cosmologia, evolução estelar, composição química dos astros, astrobiologia, história da ciência, dentre outros. Além disso, ressalta-se a importância da divulgação científica principalmente no campo do ensino e pesquisa em astronomia que é disponibilizada em forma de artigos. Esta diversidade de temas possibilita e inspira ao professor a organização de atividades sintonizadas com os pressupostos do currículo ao inserir a unidade temática supracitada.

Outro aspecto ressaltado pelo levantamento das publicações no periódico *Cadernos de Astronomia* diz respeito ao questionamento: “As publicações mostram a forma como os cientistas vêm produzindo seus resultados?” Com uma linguagem acadêmica e sofisticada, parte das publicações do periódico é direcionada a pesquisadores especializados e integrantes de um grupo específico de cientistas. Entretanto, o periódico contém artigos acessíveis a alunos da educação básica, da graduação e para cidadãos que possuam interesse em astronomia, cosmologia e gravitação,

com linguagem própria para este público de leitores. Portanto, os professores podem e devem se apropriar destes materiais como um apoio em sua organização e planejamento da aprendizagem quando se tratar de temas dentro do referido escopo.

Os artigos publicados nos *Cadernos de Astronomia* são uma importante base de dados com diferentes contribuições dos cientistas que podem ser aproveitados pelos professores da educação básica. O ensino de astronomia passou a fazer parte das grades curriculares do ensino médio a partir de 2022. Portanto, acredita-se, por meio deste estudo, que a produção científica do periódico, ao ser explorada, tem grande potencial para auxiliar os professores em suas práticas pedagógicas.

O estudo também evidenciou a importância da apropriação e utilização de recursos e produtos disponibilizados na internet como o *software* VOSviewer. Estes representam um aporte significativo aos estudos bibliométricos. Com estas ferramentas e acessibilidade às bases de dados, ampliam-se as possibilidades quanto à apresentação dos resultados de forma mais abrangente.

Agradecimentos

À Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo (SEDU), devido ao programa Pró-Docência Stricto Sensu (CEFOPE). À CAPES pelo suporte às bases de dados. Aos árbitros e editores dos Cadernos de Astronomia por darem contribuições valiosas para a qualidade do artigo.

Sobre os autores

Lucas Antonio Xavier (lucas.perobas@gmail.com) é professor de física na Escola Estadual Professora Filomena Quitiba (SEDU-ES) em Piúma, ES. Mestre em Ensino de Física pela UFES e atualmente é doutorando no Programa de Ciências Naturais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ, onde desenvolve pesquisas em Ensino das Ciências.

Chirlei de Fátima Rodrigues (chirleifrodri-gues@gmail.com) Doutoranda em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Mestrado em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT - IFES) - Vitória, 2019. Desenvolve estudos em metodologias diversificadas, atividades experimentais, História da Química, Teoria da Aprendizagem Expansiva e Divulgação Científica. Professora de química da Rede Estadual de Educação Básica do Espírito Santo (SEDU). Atualmente lotada na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba em Piúma - ES.

Simone Vieira Sant'Anna Fardim (simonevsantanna@gmail.com). Mestre em Ciências, Tecnologia e Educação pela Faculdade Vale do Cricaré. Trabalha com alunos do ensino fundamental. Desenvolve pesquisas com educação formal e não-formal.

Referências

- [1] Ministério da Educação, *Base nacional comum curricular* (2018). Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>, acesso em mai. 2023.
- [2] L. C. Jafelice, *O ensino de Astronomia Cultural: por quem, para quem, como e para quê?*, in *Anais do IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia* (2016). Disponível em https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2018/04/SNEA2016_M1_Jafelice.pdf, acesso em ago. 2023.
- [3] A. F. P. Martins, *História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho...*, Caderno Brasileiro Ensino Física **24**(1), 112 (2007). Disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6056/12761>.
- [4] T. C. de Mello Forato, *A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz*, Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade Federal de São Paulo (2009).
- [5] J. B. Ferreira et al., *Diversidade e gênero no contexto organizacional: um estudo bibliométrico*, *Rev. Pens. Cont. Adm.* **9**(3), 45 (2015).
- [6] I. M. W. da Silva Coelho, *Métodos sistemáticos de revisão de literatura científica: apontamentos para o desenvolvimento e publicação de pesquisas educacionais*, *Educitec* **9**, 216523 (2023).
- [7] B. Kitchenham e S. Charters, *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*, Relatório técnico da EBSE (2007). Disponível em https://www.elsevier.com/__data/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf, acesso em ago. 2023.
- [8] K. Petersen et al., *Systematic Mapping Studies in Software Engineering*, in *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering* (2008), vol. 17. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/228350426_Systematic_Mapping_Studies_in_Software_Engineering, acesso em ago. 2023.
- [9] M. Kuhrmann, D. M. Fernández e M. Daneva, *On the Pragmatic Design of Literature Studies in Software Engineering: An*

- Experience-based Guideline*, *Empir. Softw. Eng.* **22**(6), 2852 (2017). [ArXiv:1612.03583](#).
- [10] E. Farahmand et al., *Five Decades of Scientific Development on 'Attachment Theory': Trends and Future Landscape*, *Pertanika Journal of Social Sciences and Humanities* **26**(3), 2145 (2018). Disponível em <http://www.pertanika.upm.edu.my/pjssh/browse/regular-issue?article=JSSH-S0898-2018>, acesso em ago. 2023.
- [11] R. A. S. Leite et al., *Bibliometria como trilha de conhecimento e pesquisa* (Atena, Ponta Grossa, 2021), 405–417.
- [12] F. Quevedo-Silva et al., *Estudo Bibliométrico: Orientações sobre sua Aplicação*, *Rev. Bras. Mark.* **15**(2), 246 (2016).
- [13] J. M. G. de Medeiros e M. A. V. Vitoriano, *A evolução da bibliometria e sua interdisciplinaridade na produção científica brasileira*, *Rev. Digit. Bibl. e Cienc. Inf.* **13**(3), 491 (2015).
- [14] I. C. A. Fazenda, *Interdisciplinaridade - Um projeto em parceria* (Edições Loyola, São Paulo, 1991).
- [15] R. A. Martins, *O Universo: Teorias Sobre sua Origem e Evolução* (Livraria da física, São Paulo, 2012).
- [16] I. Roditi, *Dicionário Houaiss de física* (Objetiva, Rio de Janeiro, 2005).
- [17] J. C. Fabris, J. D. Toniato e H. Velten, *Gravitação* (Livraria da Física, São Paulo, 2021).
- [18] L. Paulucci, P. H. R. S. Moraes e J. E. Horvath, *A Cosmologia na sala de aula* (Livraria da física, São Paulo, 2022).
- [19] P. Russo, *Astronomia, Educação e Sociedade*, in *V Simpósio Nacional de Educação em Astronomia* (2018).
- [20] Planck Collaboration, *Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters*, *Astronomy & Astrophysics* **641**, A6 (2020). [ArXiv:1807.06209](#).