



EDUARDO DE LIMA CORDEIRO

**ÊNFASES HISTÓRICAS NO ENSINO DE COSMOLOGIA DO
SÉCULO XX: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.**

LAVRAS – MG

2021

EDUARDO DE LIMA CORDEIRO

**ÊNFASES HISTÓRICAS NO ENSINO DE COSMOLOGIA DO SÉCULO XX: UMA
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
curso de Licenciatura em Física,
para obtenção do título de
Licenciado.

Prof. Dr. Alexandre Bagdonas
Orientador

LAVRAS – MG

2021

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Cordeiro, Eduardo de Lima.

Ênfases Históricas no Ensino de Cosmologia do Século XX :
Uma Revisão Bibliográfica / Eduardo de Lima Cordeiro. - 2021.
68 p.

Orientador(a): Alexandre Bagdonas.

Monografia (graduação) - Universidade Federal de Lavras,
2021.

Bibliografia.

1. Ensino de Astronomia. 2. História da Ciência. 3. História
Internalista e Externalista. I. Bagdonas, Alexandre. II. Título.

EDUARDO DE LIMA CORDEIRO

**ÊNFASES HISTÓRICAS NO ENSINO DE COSMOLOGIA DO SÉCULO XX: UMA
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
curso de Licenciatura em Física,
para obtenção do título de
Licenciado.

APROVADA em 14 de junho de 2021

Prof. Dr. Alexandre Bagdonas	UFLA
Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel	UFLA
Prof. Dr. Jefferson Adriano Neves	UFLA

Prof. Dr. Alexandre Bagdonas
Orientador

LAVRAS – MG

2021

Dedico ao meu pai Carlos e à minha mãe Rosa, por terem me proporcionado essa oportunidade, a minha irmã Patrícia, aos meus avós, a minha namorada e parceira Elisa e a memória do meu amigo Carlos Alberto Fernandes Alvarez.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais Carlos e Rosa por todo suor e energia que entregaram na criação dos seus filhos e pelo bom exemplo e amor que cultivaram em casa. Ao meu pai, agradeço pelas horas de conversas sobre esportes e outras coisas e por ser essa pessoa íntegra e trabalhadora. À minha mãe, agradeço por toda a dedicação e amor incondicional, a senhora é um grande exemplo de uma mulher guerreira e vitoriosa.

Agradeço ao meu cunhado e minha irmã, por serem sempre um porto seguro. Em especial minha irmã por todo carinho e amor e por se fazer sempre presente.

À minha companheira e parceira, Elisa, agradeço pela paciência, tranquilidade e por poder compartilhar minha vida com você dos momentos bons aos ruins.

Também não poderia deixar de agradecer toda família Kandratavicius, em especial Carlos e Tania, por sempre terem me incentivado e apoiado ao longo desses anos, em memória agradeço ao meu sogro por todas conversas e aventuras que realizamos juntos, com certeza sem você eu não teria conseguido, você foi um grande amigo.

Ao meu amigo, Canudo (Mateus), o qual desenvolvi profunda admiração e amor, agradeço por todos esses anos de parceria na UFLA e em Lavras, você foi importantíssimo na minha caminhada. Não poderia me esquecer do meu amigo Lucas que também criei uma grande admiração e que com seu jeito atencioso, metódico e sincero, faz com que todos a sua volta se desenvolvam.

Ao meu amigo, Wander, o qual tenho grande admiração, agradeço pelo seu exemplo que me despertou a vontade de voltar a estudar.

Agradeço também ao parceiro Murilo que foi muito importante para estimular minha paixão pela física e docência.

Não poderia deixar de agradecer diversos amigos que foram especiais e importantíssimos para minha vida acadêmica e pessoal, em especial destaque Evellyn, André (Gaúcho), Breno e Marcus, meu muito obrigado, vocês foram apoios fundamentais. Não posso me esquecer do pessoal do grupo Botecão, pelos momentos leves e divertidos e toda parceria que criamos, vocês são grandes companheiros.

Agradeço também aos professores do departamento de ciências exatas, em especial a professora Helena Libardi por ser empenhada, atenciosa e essencial para os estudantes, sou muito grato.

Ao meu orientador Bagdonas, agradeço por ter aceitado a empreitada de me orientar mesmo com tempo mais curto, e por ter mostrado em suas aulas outros aspectos da física e da ciência que tanto gostei, obrigado de coração por todo ensinamento, empenho, e cobranças. Você reacendeu a minha vontade de estudar, além de durante esse período conturbado ter sido uma ótima companhia, mesmo a distância.

Agradeço ao professor Jefferson por toda atenção e dedicação na leitura do meu trabalho, suas sugestões e correções foram pontuais e necessárias (apesar do trabalho que deu para incluí-las), isso mostra o seu amor pela docência e o profissional dedicado que é.

Agradeço ao professor Antônio Marcelo pelas primeiras orientações e conversas, e por todo tempo dedicado na leitura do meu trabalho, seus comentários foram essenciais e mostra o seu empenho na formação de professores, seu cuidado ao destacar trechos do texto, como na minha conclusão onde você diz pra eu não colocar os dois tipos de história no mesmo patamar, além da sua fala sobre o uso da palavra norteadora, que com certeza foi muito útil. Meu muito obrigado.

Gostaria de agradecer a Universidade Federal Lavras – UFLA por todas as oportunidades de conhecimento, desenvolvimento e crescimento que foram proporcionadas.

Em especial agradeço ao Centro Acadêmico de Física, Museu de História Natural e Residência Pedagógica, dentre essas e outras oportunidades que a UFLA me proporcionou tive inúmeras experiências acadêmicas e pessoais que me construíram como pessoa e cidadão que sou hoje e por isso sou muito grato.

“Fracassei em tudo o que tentei na vida. Tentei alfabetizar as crianças brasileiras, não consegui. Tentei salvar os índios, não consegui. Tentei fazer uma universidade séria e fracassei. Tentei fazer o Brasil desenvolver-se autonomamente e fracassei. Mas os fracassos são minhas vitórias. Eu detestaria estar no lugar de quem me venceu”

(Darcy Ribeiro)

RESUMO

O presente trabalho é uma revisão bibliográfica no ensino de cosmologia visando a busca por materiais que trabalhem história da cosmologia e ensino da cosmologia do século XX em diante, para posteriormente categorizá-los. Para fazer a busca por trabalhos, foram selecionados periódicos de pesquisa em Ensino de Ciências, Educação, Ensino de Astronomia e Ensino de Física, além de eventos científicos, pesquisas, teses e dissertações nas mesmas áreas. A partir do levantamento bibliográfico foi realizada a leitura dos trabalhos com a intenção de identificar o objeto de estudo, estratégias de ensino e ênfase historiográfica. Sobre esta última, nesta pesquisa foram utilizadas as classificações de história internalista e externalista. A primeira tem uma característica de dar ênfase nos acontecimentos internos a ciência, ou seja, relações entre cientistas, conteúdos, problemas técnicos e o mundo acadêmico, a segunda busca dar ênfase no contexto sócio cultural do período histórico, entendendo as relações do meio com a ciência. Além destas duas categorias, encontramos também trabalhos que fizeram somente uso pontual da história, sem uma ênfase historiográfica específica, e trabalhos que adotam mais de uma ênfase. Desenvolver uma categorização e um diagnóstico sobre ensino de cosmologia foi fundamental para entender e perceber todo o material produzido nessa área. Desta forma, esperamos contribuir para que os interessados neste tema tenham boas fontes de consulta para preparar suas aulas e ampliar suas pesquisas. Encontramos poucos trabalhos com ênfase externalista, porém identificamos uma boa evolução na produção ao longo do tempo, isso se dá principalmente pelo crescimento de programas de pós graduação ao longo dos anos, a baixa produção se responde também porque a história da ciência é um campo de estudos relativamente recente e grande parte dos materiais disponíveis para estudo deste tema estão publicados em língua estrangeira.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia. Ensino de Cosmologia. Revisão Bibliográfica. História da Ciência. História Internalista e Externalista.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	HISTÓRIA DA COSMOLOGIA	15
2.1	História e Filosofia da Ciência	15
2.2	Surgimento da classificação externalista e personagens	18
2.3	Reflexão sobre História da Ciência	19
2.4	Cosmologia do século XX	20
2.4.1	O universo estático	21
2.4.2	O universo está em expansão?	22
2.4.3	Teoria do Big Bang	24
2.4.4	Teoria do estado estacionário	25
2.4.5	Ciência e Religião	25
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
	APÊNDICE A - QUADRO COM TRABALHOS E CATEGORIZAÇÃO	46
	APÊNDICE B - LISTA COM TRABALHOS NA NORMA ABNT	60

1 INTRODUÇÃO

Penso que a melhor maneira de mostrar minha afinidade com história da cosmologia seria relatar minha experiência acadêmica na qual tive meus primeiros contatos com a área. Através do Museu de História Natural da Universidade Federal de Lavras (UFLA) no qual trabalhei como bolsista, tive a oportunidade de apresentar documentários, artigos, experimentos e diversas atividades relacionadas à astronomia para alunos da Educação Básica de Lavras-MG. Eu lembro perfeitamente do dia que nós assistimos um documentário¹ que falava sobre a Teoria do Big Bang e sua vitória sobre as outras concepções de universo, naquela época eu tinha achado muito estranho que um padre tivesse participado ativamente desse momento histórico e ainda como um importantíssimo personagem. Posteriormente a esse documentário tive também a oportunidade de ver um documentário² que falava sobre a vida de Galileu e das estreitas relações entre astrônomos e a igreja católica, ou seja, ciência e religião novamente ocupando os mesmos espaços de discussões, o que nas minhas concepções e até então na minha formação seria impossível de acontecer, já que eu tinha uma visão que onde tem ciência não tem religião e vice versa.

Sempre fui muito fascinado por Astronomia e temas de Física Moderna, até por isso trabalhar com astronomia no Museu de História Natural da UFLA era um grande prazer. Porém até aquele momento eu tinha uma visão bem racional e cientificista³ do que era ciência, então quando tive meu primeiro contato com o que era realmente história da Cosmologia, na disciplina de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) no ensino de Física, fiquei muito empolgado com o tema que abordava o julgamento de Galileu e por tudo que envolvia o embate entre heliocentrismo e geocentrismo. Até aquele momento eu tive contato somente com uma narrativa sobre aquele tema, através desse episódio histórico pude enxergar uma relação bem diferente do cientista com a sociedade e entender que a ciência vai muito além de cálculos, gênios e grandes insights. Posteriormente, continuei tendo contato com História da Física e da Cosmologia em outras disciplinas do curso e através desse

¹ Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=IAQEOiJkxyw&ab_channel=RobertoDuarterochoa> acesso em: 16 jun 2021.

² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=V64kLdZ676Y&ab_channel=FabioGuerra> acesso em: 16 jun 2021.

³ Sobre a visão racional, falo da ideia que a razão é ferramenta necessária e única para entender a realidade e a visão cientificista é aquela que coloca a ciência como superior a outros tipos de análise como a filosófica, religiosa e social, além de uma visão cega sobre ela.

contato, gosto e afinidade com o tema, decidi que deveria realizar meu trabalho de conclusão de curso (TCC) na área.

Dentro do movimento que defende a atualização das atuais matrizes curriculares, a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) é uma demanda recorrente. Neste campo, para além da Teoria da Relatividade, da Física Nuclear e de Partículas, a inserção da Cosmologia também é amplamente defendida (ARTHURY, 2009; BAGDONAS, 2015; 2019; RAMUNCH, 2020). O principal argumento que embasa esta defesa é o de que a Cosmologia tem grande potencial pedagógico, principalmente, quando abordada a partir da perspectiva da História e Filosofia da Ciência (HFC). E é sobre esta perspectiva que boa parte da produção acadêmica recente tem se debruçado.

Logo, a escolha pela Cosmologia do século XX, acontece pelo fato de que é um período com episódios históricos interessantes e com muita possibilidade de abordar as relações da sociedade e cultura na ciência. Como exemplo, podemos citar a controvérsia entre Teoria do Estado Estacionário e Teoria do Big Bang e todo o embate entre ciência e religião que aconteceu no período.

O uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de Física é particularmente interessante por seu potencial de apresentar uma Física real, fruto da ação humana, com seus dilemas éticos e morais, interesses pessoais e políticos, valores religiosos, ideológicos etc (ZANETIC, 1989).

Na HFC, existem duas correntes históricas que se destacam, a história internalista e a história externalista. Por internalista, fazemos referência àquela história que se preocupa com o surgimento e evolução dos conceitos e leis que compõem as teorias. Por outro lado, a história externalista é aquela que busca relacionar a evolução das ideias da Ciência ao contexto social, cultural, político e econômico no qual está inserida (ZANETIC, 1984).

Esse debate sobre história internalista e externalista fica mais evidente depois da segunda guerra mundial, quando aquela visão de ciência neutra acaba caindo por terra e muitos historiadores percebem que é quase impossível desconectar a História da Ciência de aspectos sociais e culturais. Por outro lado, também existem historiadores que defendem que a história da ciência com ênfase em aspectos sociais e culturais pode fazer com que os estudantes tenham uma concepção errada de como acontece o processo científico na academia e possa ir para um relativismo exacerbado. Um historiador famoso que defendeu essas ideias era S. G. Brush, que em 1970 escreveu um artigo com a seguinte provocação no título “A história da ciência deveria ser proibida para menores de idade?” (Bagdonas, 2019, p. 209). Parece plausível as considerações que os dois lados trazem e por isso, fazer um estudo e

categorização desses aspectos demonstra ser um bom caminho para compreender o período histórico e delinear os próximos passos do ensino de cosmologia.

Sendo assim, no presente trabalho foi desenvolvida uma revisão bibliográfica com o objetivo de entender qual a ênfase das abordagens históricas que tem sido privilegiada no ensino de Cosmologia e nas propostas teóricas, além de quantificar, categorizar e analisar os trabalhos encontrados.

Como categorias de análise, empregamos a distinção entre história “internalista” e “externalista”, uma categoria “mista”, que compartilha características das duas anteriores e uma categoria denominada “história pontual”, ou seja, episódios históricos trabalhados de forma isolada. Deve-se ressaltar que a escolha pela categorização dos trabalhos de acordo com o tipo de história desenvolvida, apesar de pouco trabalhada nos livros didáticos, é uma discussão presente entre os historiadores da ciência.

É necessário lembrar que a grande maioria dos autores dos trabalhos que estão sendo analisados, não estavam preocupados com o tipo de história que ele estava desenvolvendo, eles estavam simplesmente escrevendo sobre o episódio histórico que estava envolvido com a ciência, por isso os trabalhos podem apresentar mais de uma característica, mas é categorizado de acordo com a história que aparece mais, ou seja, a ênfase.

Também são objetivos deste trabalho desenvolver um estudo sobre História da Cosmologia e História e Filosofia da Ciência, apresentar o público alvo de investigação dos trabalhos, categorizar as estratégias de ensino, categorizar a ênfase da história dos trabalhos e periódicos, compreender a produção e tendências, tanto em estratégia quanto no enfoque historiográfico.

Embora existam diversas revisões bibliográficas sobre ensino de cosmologia, nenhuma delas propõe uma categorização da história e de estratégias de ensino utilizadas, sendo assim, esta revisão faz uma vasta busca nos trabalhos já publicados, o que irá colaborar muito com os professores, estudantes e pesquisadores quando forem trabalhar ou estudar história e ensino de cosmologia. Outro ponto que justifica o estudo e pesquisa sobre o ensino de cosmologia, são os documentos federais, como por exemplo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que apresenta dez competências gerais que os estudantes devem desenvolver na educação básica. Essas competências são constituídas por mobilização do conhecimento, habilidades, atitudes e valores (Brasil, 2018) e podem ser contempladas por meio de conceitos abordados no campo da Física Moderna e Contemporânea e consequentemente História da Cosmologia.

Para desenvolver e apresentar um pouco mais sobre temática que está sendo pesquisada e estudada, no capítulo 2 será apresentado um estudo sobre história da ciência e história da cosmologia, a fim de mostrar as principais questões e controvérsias na área. No capítulo 3 será apresentado toda a metodologia de pesquisa que foi utilizada para fazer a busca por trabalhos e análise, em seguida no capítulo 4 é apresentado os resultados da pesquisa por meio de tabelas e números e através destes é feita uma discussão. Por último, no capítulo 5 são apresentadas algumas hipóteses, conclusões e perspectivas futuras sobre a pesquisa e o tema.

2 HISTÓRIA DA COSMOLOGIA

Neste capítulo será apresentado de forma breve um estudo sobre História e Filosofia da Ciência, Natureza da Ciência e História da Cosmologia. Todas essas três áreas têm uma íntima ligação, principalmente quando é feito um aprofundamento em história da cosmologia, percebendo o potencial da área para discutir a Natureza da Ciência e História e Filosofia da Ciência. O estudo sobre os temas busca responder algumas questões orientadoras que podem ajudar muito o professor e estudante a entender os conceitos e períodos históricos, dessa forma compreender o porque utilizar História da Ciência para ensinar Física.

2.1 História e Filosofia da Ciência

A pergunta que busco responder sobre esse tema é: *Por que ensinar com base em História e Filosofia da Ciência?* Penso que só pelo conhecimento em si já se justifica aprender História da Ciência, porém tem muito mais que isso, ela pode trazer um melhor entendimento de como aconteceu e acontece o desenvolvimento científico, um olhar mais crítico e menos dogmático sobre o desenvolvimento da ciência, capacidade de entender e debater sobre episódios polêmicos, além de colaborar para compreender o negacionismo da ciência e estereótipos sobre a ciência e os cientistas, tanto do passado como do presente.

Alguns historiadores da ciência, como Olival Freire Jr. (2001)⁴, Roberto Martins (2006) e pesquisadores da área de ensino de ciências, como João Zanetic (1989), Michael Matthews (1995), André Ferrer Martins (2007), Luiz Arthury (2009) e Alexandre Bagdonas (2015) têm defendido a importância desta área de pesquisa. Apesar de ser comum a visão de que a ciência seria uma atividade desligada da sociedade e de atividades humanas, os estudos de história e filosofia da ciência tem demonstrado que toda área do conhecimento, tanto as ciências humanas quanto as ciências naturais e a matemática, tem uma intensa relação com a sociedade e do seu contexto social e cultural.

Compreender todo esse processo histórico e entender todo o contexto e conjuntura existente, pode fazer com que os indivíduos superem a visão que a ciência tem um método científico infalível e que fica a cargo dos gênios as grandes descobertas e revelações. Isso é muito positivo, pois tira toda aquela visão de gênio sobre o cientista e o aproxima da sociedade, além de mostrar que, mesmo possuindo um rigor próprio, a ciência é passível de

⁴ Essa citação faz referência ao trabalho de Teixeira; El-Hani; Freire Jr (2001), porém só é citado o único historiador da ciência, Freire Jr, que era a intenção nesse trecho do texto.

influências internas e externas e que esses fatores podem influenciar nas hipóteses, conclusões, experimentos e análises.

Existem diversas formas de se trabalhar e discutir a História da Ciência, porém algumas formas podem trazer uma visão deturpada do que é ciência, como por exemplo, uma visão cientificista exacerbada, ou seja, uma ciência que acontece somente entre os cientistas, cujo o foco são conceitos, ideias e experimentos, onde o cientista e a ciência são inertes a qualquer ação externa, e se apresentam como superiores a qualquer outro pensamento. Essa característica de discutir e apresentar História da Ciência pode colaborar ainda mais para o crescimento de movimentos negacionistas e da pós-verdade, já que para eles podem existir ações exteriores à ciência, como política, economia e cultura que a influenciam (Villela e Selles, 2020)⁵. É razoável admitirmos que o lado que nega a ciência e o lado que acredita em uma ciência perfeita que não comete erros e é “boazinha”, estão num impasse pela negação de algo, um nega tudo que a ciência desenvolve, e o outro, nega a existência de qualquer interferência externa.. A melhor forma de chegar a um consenso é discutindo esses impasses através da História da Ciência. Devo destacar que as tomadas de decisões de cientistas podem ser totalmente influenciadas pela sua língua materna, cultura, religião e concepções pessoais de mundo.

É necessário lembrar que só com o contexto externo não é possível desenvolver toda ciência em relação a conteúdos, equações, teorias e leis, porém ao desenvolver esses temas dentro da história da ciência e considerando aspectos internos à ciência, pode-se facilitar a compreensão e o aprendizado dos indivíduos, pois vão passar por um processo semelhante ao desenvolvimento do conhecimento científico (MARTINS 2006).

Como visto, a história da ciência pode dar um vasto conhecimento e ajudar na construção dos conteúdos científicos, mas o que podemos extrair dela de fato é o aluno entender que a ciência não é algo duro, fechado, uma receita de bolo, como comumente é colocado nos livros, e que o cientista tem revelações e seria um grande descobridor e revelador da verdade. É preciso saber que a ciência e os cientistas estão vulneráveis a política, economia, cultura e todo contexto social que ali está inserido. Desta forma, buscamos responder a pergunta: ***Por que ensinar história da ciência?***. Em seguida, vamos nos dedicar às questões: ***O que ensinar da história da ciência?*** Na escola, ao ler sobre história da ciência, o estudante pode ter contato com os dois tipos de ênfases historiográficas, a internalista e a externalista. Defendemos que seria desejável que ele fosse capaz de identificá-las, sem

⁵ Para ver mais discussões sobre pós-verdade, veja Marineli (2020), Bagdonas (2020) e demais artigos de uma edição especial do CBEF sobre este tema.

precisar assumir um lado e adotá-lo. Isto seria importante, pois poderia servir como ferramenta para compreender o “fazer ciência” e “entender a ciência”. Também seria interessante que o estudante pudesse saber associar essas percepções com problemas contemporâneos, identificando essas narrativas e percebendo influências do ambiente externo no desenvolvimento da ciência.

Sendo assim, e buscando relacionar com a história da cosmologia, é possível identificar todas essas características na cosmologia desenvolvida no século XX, episódios históricos como o desenvolvimento da relação velocidade distância e a disputa por propriedade, universo em expansão ou universo estático e Big Bang vs Estado Estacionário, são temas com um grande potencial para desenvolver todos aspectos da história da ciência. Esses temas serão relatados e discutidos nas próximas seções.

Agora, vamos nos dedicar à questão mais desafiadora: ***Como ensinar História da Ciência?*** Para ensinar uma boa história da ciência como vimos acima, é preciso antes de tudo encontrar um tema que evidencie toda a questão externalista e internalista, principalmente a externalista pois, nos livros comumente destacam uma história voltada para datas, grandes descobertas e exaltação da personalidade, raramente trazem um pouco de história externalista. Logo, uma possibilidade para ensinar história da ciência, consiste na leitura, debate e produção textual. Em específico, o debate para aprender a ouvir ideias e argumentos opostos ainda é a melhor estratégia, pois quando o aluno se depara a defender uma ideia com que não concorda e também de rebater argumentos que concorda ou não, o indivíduo desenvolve o senso crítico e capacidade de entender o outro lado, não necessariamente ele precisa concordar, mas entender e saber ponderar em cima do que foi discutido. Aqui se destacaria um ensino que nada se assemelha com a ideia positivista, pois praticaria a construção do conhecimento através do debate e ponderações que serão desenvolvidas na aula.

A seguir na seção 2.2, será dedicado um espaço para discutir o processo histórico que envolveu essa nova História da Ciência, e isso é extremamente necessário para compreender as motivações iniciais e como ela foi recebida pela academia, por isso dedicarei um pequeno trecho para apresentar de forma breve, exemplos e o desenvolvimento da análise externalista e internalista na História da Ciência e alguns personagens.

2.2 Surgimento da classificação externalista e personagens

Para discutir sobre os personagens e os episódios que envolvem esse período histórico, serão usados os trabalhos de Boris Hessen (1931) que foi traduzido por Zanetic e Kawamura em 1984, João Zanetic (1984), Olival Freire Jr. (1993) e de Mohana Ribeiro Barbosa (2013). O trabalho de Hessen traz essa nova forma de se fazer história da ciência, Zanetic e Freire Jr. discutem o contexto, personagens e todo impacto do trabalho de Hessen na comunidade acadêmica, já Barbosa se aprofunda na figura de Alexandre Koyré.

Pode-se dizer que essa nova forma de se fazer História da Ciência ganha destaque no “II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia” que aconteceu em Londres e teve a participação da delegação Soviética que trouxe consigo o materialismo dialético de Marx para análise da realidade, dessa forma, tanto os trabalhos como os debates que os soviéticos propunham, estavam carregados com essa nova forma de fazer análise da História da Ciência, por todo o efeito deixado recorrente a participação deles, esse episódio ficou marcado como o início de um novo momento para História da Ciência. Nesse mesmo congresso também foi publicado o trabalho “As Raízes Sociais e Econômicas do Principia de Newton” do soviético Boris Hessen. No evento os trabalhos dos soviéticos não tiveram tanto destaque e foram recebidos com uma certa frieza e indiferença do público em geral, porém o impacto desse trabalho iria reverberar por anos (ZANETIC, 1984, p. 35). O trabalho de Hessen é o primeiro a fazer uma análise da ciência usando uma metodologia marxista, nesse trabalho ele relaciona o período econômico, transporte, mineração e indústria, no qual ele mostra como o nascimento dessa nova burguesia está intimamente ligado ao desenvolvimento da ciência, além de relacionar outros personagens a desenvolvimentos científicos que posteriormente Newton teve contato como: hidrostática, hidrodinâmica e balística. Mesmo no trabalho de Hessen que é um exemplo de um autor externalista a relação entre cientistas e trabalhos que já tinham sido e estavam sendo desenvolvidos é um bom exemplo para mostrar a história internalista, mesmo que quase ninguém pense isso como tal, porém nesse tipo de análise está considerando as atividades intrínsecas da ciência e dos cientistas e o desenvolvimento conceitual, mesmo a análise mais sofisticada ainda terá uma análise internalista.

Outro personagem que teve importante destaque como historiador da ciência foi Alexandre Koyré, ele acaba ficando conhecido como um dos nomes mais fortes da corrente internalista e se torna um crítico das posições marxista de Hessen, também na década de 30, ele desenvolve um trabalho sobre mecânica e apresenta uma elaborada análise das mudanças

conceituais. Análise essa que não continha no trabalho de Hessen e com seu trabalho em mecânica, sua crítica ganha força e destaque (FREIRE JR., 1993). Apesar de Koyré realmente representar uma história aparentemente livre de qualquer ação social e cultural, existem historiadores que discordam que ele seja um internalista, pois a história da ciência feita por ele não se responde apenas na ciência e sim na filosofia e outras formas de pensamentos (BARBOSA, 2013), alguns historiadores pensam que Koyré não se enquadra nesse debate entre internalistas e externalistas.

Apesar de não ter esgotado esse tema, foi apresentado uma síntese do surgimento da história externalista e os principais nomes das duas correntes, através das citações feitas é possível se aprofundar mais sobre esse período e tema. Na próxima seção serão feitas algumas discussões sobre a importância de levar história da ciência para o ensino de física e propor debates sobre questões políticas e sociais que envolvem os temas do passado e do presente.

2.3 Reflexão sobre História da Ciência

Nessa seção serão apresentadas algumas questões, discussões e problemáticas que envolvem História da Ciência, tanto em âmbito acadêmico como social, essas questões podem ajudar os professores e estudantes a refletir sobre a História da Ciência.

Mesmo que um bom entendimento, leitura e produção de materiais se mostrem cada vez maior, posicionamentos ingênuos sobre o que é ciência ainda está presente tanto nas universidades, como na educação básica, porém a própria universidade sustentada pelo tripé pesquisa, ensino e extensão, mostra que não deveríamos desvincular a ciência da sociedade.

Recentemente, as universidades públicas vêm sofrendo diversos ataques e cortes de verbas pelo governo federal e ainda não foi possível perceber um maior movimento popular contra esses ataques. Ainda que a universidade pregue essa conexão com a sociedade, grande parte da produção científica que ali se desenvolve parece muito distante e até desconectada da realidade da população.

Para tentar fazer essa conexão, pode-se usar a História da Ciência como ferramenta direta na educação básica, sindicatos e em organizações da sociedade civil, ou seja, apresentar uma boa história da ciência que leva em consideração aspectos internos e externos da ciência, poderá desenvolver cidadãos mais reflexivos e que consigam pensar sobre o que é ciência e até reivindicar por sua existência em outros meios. Isso claramente é algo a se pensar a médio e longo prazo, mas pesquisadores e professores parecem ter um papel central nisso, ainda que pareça que esse não seja o espaço do professor de física, a história da ciência nos mostra que é

possível sim professores de ciências naturais discutirem política, sociedade e cultura em suas aulas e contribuírem com professores de outras áreas de conhecimento.

Na seção 2.4 será apresentado um estudo sobre o período cosmológico que esse trabalho propõe a pesquisar, mostrando o potencial do período para se ensinar história da ciência e que também é possível usá-la como ferramenta para ensinar esse período cosmológico.

2.4 Cosmologia do século XX

A fim de compreender o período histórico, é necessário que se tenha uma leitura ampla sobre os episódios, personagens e tensões da época, por isso nas próximas cinco seções serão apresentadas os temas: universo estático, universo em expansão, teoria do Big Bang, universo estacionário e ciência e religião, todos os temas irão trazer, as perguntas problematizadoras que os envolvem, o desenvolvimento da cosmologia, seus modelos e principais discussões.

Para desenvolver o estudo da cosmologia do século XX, os principais trabalhos utilizados foram os de Alexandre Bagdonas Henrique (2011; 2015)⁶, e do historiador da ciência Roberto de Andrade Martins (1994). Os dois primeiros trabalhos abordam a cosmologia que aconteceu no século XX, levando em conta aspectos internos e externos à ciência, porém o primeiro trabalho dá ênfase ao período da cosmologia de 1950 a 1960, e o segundo trabalho enfatiza o período de 1914 a 1939. Já o livro de Martins trabalha a cosmologia que foi desenvolvida até aquele momento da história da humanidade, apresentando mitos de criação de diferentes povos, à estudos e dúvidas mais recentes.

A cosmologia desenvolvida nesse período apresenta diversas controvérsias e tensões, tanto no âmbito externo a ciência quanto no interno, isso faz com que esse período da Cosmologia se mostre com uma grande potencialidade para desenvolver Física Moderna e Contemporânea, Natureza da Ciência e História da Ciência.

Sempre foi curiosidade da humanidade procurar entender sua existência no universo, como ele surgiu e como o universo se desenvolveu até o que conhecemos hoje. Diversas perguntas existiram e sempre vão existir, mesmo com a evolução dos aparatos tecnológicos e dos modelos científicos, muitas dúvidas sempre permaneceram ou boa parte delas. A

⁶ O professor Alexandre Bagdonas Henrique, orientador deste TCC, adotou Henrique como nome de citação até 2011 e Bagdonas depois disso.

cosmologia é a ciência que sempre está buscando responder as perguntas fundamentais sobre o universo.

2.4.1 O universo estático

Desde a origem da humanidade passamos por diversos tipos de evolução de modelos de universo, e uma das primeiras atividades observacional do ser humano foi olhar para o céu e através de sua análise sensorial, tinha a sensação de estar no centro do universo e parado em relação aos outros astros, mas *será que o universo está parado?* A característica que predominou da idade média até a revolução copernicana era a de que a Terra era o centro do universo e o universo era finito, depois da revolução copernicana, a ideia de um universo estático e de característica finita permaneceu, contudo a Terra vai deixando de ser considerada o centro do universo. Essa concepção sofre algumas mudanças com as contribuições de Newton e sua lei da gravitação universal, dada pela equação apresentada abaixo:

$$F = G \frac{Mm}{d^2}$$

F = Intensidade da força gravitacional

G = Constante de gravitação universal, cujo valor é $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

M e m = Massa dos corpos analisados

d = Distância

Aplicando a lei da gravitação universal de Newton em astros, temos que a força gravitacional é sempre atrativa, o que causaria um colapso no universo, ou seja, chegaríamos a um problema, que seria chamado de estabilidade do universo, então: *o que impede que o universo entre em colapso?* Para resolver esse problema Newton propôs que o universo era infinito e que as atrações de outras estrelas faziam com que o universo entrasse em equilíbrio, impedindo o colapso, o universo de Newton era infinito e estático (HENRIQUE, 2011). Alguns teóricos acreditavam que para resolver o problema de estabilidade do universo deveria fazer alguma alteração nessa equação adicionando algum termo a ela.

Posteriormente, em 1917 Einstein também acreditava em um universo estático, porém com o desenvolvimento da sua Teoria da Relatividade Geral ele tinha uma nova concepção da estrutura do espaço. Sua teoria propunha que corpos massivos deformavam o espaço-tempo e assim geram atração, semelhante a gravitação universal. Contudo, ele se deparava com o mesmo problema de estabilidade do universo, com o qual Newton se deparou. Sua solução para este problema foi introduzir em sua equação a famosa constante cosmológica, que representava uma força contrária a atração que os corpos sentiam, buscando assim propor a sua crença em um universo estático. Vale lembrar que o modo como o Einstein insere essa constante na equação é um truque matemático para que o universo fosse estático. O universo que Einstein pensava, era estático, finito e ilimitado, o universo limitado quer dizer que:

[...] um raio de luz emitido por um observador na Terra viaja por todo o universo (em uma geodésica) e acaba voltando ao ponto de partida. Vemos assim que o espaço curvo tridimensional do universo de Einstein é finito, mas não tem um limite ou fronteira: não se chega nunca ao lugar onde ele termina, por isso é ilimitado (HENRIQUE, 2011, p. 62).

Mantendo ainda a concepção de um universo estático e finito, De Sitter usa também a constante cosmológica, porém numa concepção newtoniana. Ele percebe que as partículas materiais de teste aumentam a sua velocidade proporcionalmente à distância, este fenômeno ficou conhecido como efeito De Sitter (HENRIQUE, 2011). Ele observou isso através do desvio para o vermelho das galáxias, mesmo que isso trouxesse uma sensação de que o universo estaria em expansão, entretanto ele não pensou assim e adotou o termo de velocidade fictícia para explicar o efeito.

Dessa forma, conclui-se que a constante cosmológica deve aumentar proporcionalmente a distância para que o universo seja estático.

2.4.2 O universo está em expansão?

Os modelos de universo até então trabalhados, sempre traziam a concepção de universo estático, até que em 1922 o matemático russo Alexander Friedmann resolve propor soluções para a teoria da relatividade geral de Einstein, com o objetivo de desenvolver soluções matemáticas para o universo. Assim, ele propõe diferentes possibilidades de universo, sendo vários modelos possíveis. Alguns destes modelos apresentavam o universo

em expansão, um era cíclico e o outro se expandia até a sua velocidade de expansão ser igual a zero.

Os modelos propostos por Friedmann traziam respostas matemáticas para o universo, porém faltava uma explicação física sobre suas equações. Assim, mesmo sem ter contato com o artigo de Friedman, Lemaître chega em 1927 a uma solução parecida à apresentada por ele, no entanto, tenta trazer consigo uma explicação sobre o distanciamento das galáxias que tinham sido verificadas através do desvio espectral para o vermelho.

O primeiro modelo de universo em expansão de Lemaître, que só ganhou um certo destaque no início de 1930, chamou a atenção do renomado astrônomo Eddington e através disso impulsionou a divulgação do trabalho tornando-o famoso. Esse modelo de universo era estático e posteriormente se expandiu. Porém, Lemaître não ficou satisfeito com esse universo de passado eterno, no qual não havia um início.

Com o desenvolvimento da física quântica, ele cogita que o universo possa ter tido um início através de uma espécie de átomo primordial, no qual, toda matéria do universo estaria contida nesse átomo com raio e tempo igual a zero e depois sofreu uma expansão repentina, dando origem ao universo. Essa teoria sofrerá algumas modificações com as contribuições de George Gamow, mas pode-se dizer que aqui nasce a teoria do Big Bang.

Em 1929, dois anos depois do trabalho de Lemaître, o trabalho de Hubble contribui fortemente para a “constatação” de que o universo está em expansão. Hubble faz uma análise de 46 galáxias, com ao menos 20 galáxias com resultados confiáveis, identificando que a grande maioria das galáxias estão se afastando e algumas poucas que estão muito perto se aproximando (HENRIQUE, 2011). Neste trabalho, Hubble também chega na sua famosa lei de Hubble:

$$V = Hd$$

Nos quais: velocidade radial é igual a constante de Hubble vezes a distância do observador.

De todas as formas, o que fica claro é que o trabalho de Hubble vai de encontro e colabora para o entendimento que o universo está em expansão.

Vale ressaltar que apesar da autoria dessa relação ter ficado intitulada como Lei de Hubble, aconteceram diversas contribuições e tensões entre vários personagens que

colaboraram para o desenvolvimento dela. Outros astrônomos também dedicaram esforços para compreender os desvios espectrais, em 1927 Lemaître publica um artigo e chega na mesma relação que Hubble, porém a revista que ele publica é pequena e na língua francesa e nesta data ele ainda era um astrônomo desconhecido, esse artigo só fica famoso em 1930 quando Eddington lê e identifica que a relação velocidade distância de Hubble fortalece a ideia de expansão do universo de Lemaître, ou seja, a parte que chama a atenção de Eddington não é sobre relação velocidade distância e sim a parte que ele fala sobre expansão do universo. Em 1931, quando artigo de Lemaître é traduzido para o inglês, o editor da revista pede que o artigo seja traduzido apenas em parte, deixando de fora a relação velocidade distância desenvolvida por Lemaître, o que faz com que essa relação fique esquecida e essa propriedade ao longo dos anos acabe ficando com Hubble por esse e outros motivos (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL 2017).

2.4.3 Teoria do Big Bang

A cosmologia é a ciência que tenta buscar respostas relacionadas ao início, evolução e fim do universo, mesmo que muito distante de chegar nessas respostas e até existindo algumas controvérsias acerca das palavras início e fim do universo, esses questionamentos sempre irão existir, não somente na cosmologia, mas na religião e filosofia. As questões que se dedicam a tentar responder são *“O universo teve um início? E como foi esse início?”* Talvez essa seja uma das melhores questões orientadoras para se desenvolver no ensino de cosmologia, já que é uma pergunta desafiadora e que dá capacidade de desenvolver diversos aspectos da cosmologia e história da cosmologia.

Com o passar dos anos, o modelo de universo em expansão foi ficando cada vez mais aceito na comunidade acadêmica e a partir da teoria do átomo primordial de Lemaître, surgiu a teoria do Big Bang de Gamow. É Fred Hoyle que cunha o termo Big Bang, teoria na qual ele era opositor, em palestras que fez para a BBC disse que essa concepção de universo teve início em uma grande explosão e a expansão do universo era um legado dessa explosão e que ele discordava dessa explicação para o universo, é importante lembrar que a concepção de que no Big Bang houve uma explosão está errada.

A teoria de Gamow tem grande semelhança com a teoria do Lemaître do átomo primordial, porém Gamow inseriu os conhecimentos sobre física de partícula no seu modelo de universo, o que traz uma explicação relevante sobre a matéria do universo, ou seja, sobre a origem dos elementos químicos.

Até a década de 60, ainda não tinha nada que comprovasse a Teoria do Big Bang, porém segundo a teoria de Gamow o universo no início era quente e denso e sofreu uma expansão acelerada, logo se esse universo era muito quente no início, seria possível encontrar vestígios dessa radiação por todo universo. Então no ano de 1965, Arno Penzias e Robert Wilson, dois engenheiros de telecomunicações, estavam efetuando uma manutenção numa antena de radioastronomia, devido a um ruído que estava aparecendo, porém não conseguiam retirá-lo mesmo fazendo diversos ajustes técnicos, quando tiveram que ir a fundo para entender o que era essa radiação que estranhamente estava em todas as direções que apontavam a antena, ou seja, até então eles não sabiam o que era aquele ruído e só depois eles tiveram contato com os trabalhos que previam essa radiação. A descoberta dessa radiação em 1965 coloca a Teoria do Big Bang como "vencedora" perante a teoria do estado estacionário que não tinha nenhuma explicação para existência dessa radiação.

2.4.4 Teoria do estado estacionário

A Teoria do Estado Estacionário foi proposta como modelo de universo e se tornou a principal oposição a Teoria do Big Bang, e foi idealizada pelos físicos Fred Hoyle, Thomas Gold e Hermann Bondi em 1948.

Essa proposta radical, chamada "teoria do estado estacionário", admite que as galáxias estão se afastando umas das outras; mas interpreta de um modo diferente esse distanciamento. Se o número de galáxias for constante, é claro que esse aumento de distância indica que no futuro a densidade média do universo será menor e que, no passado, a densidade era maior. Mas a teoria do estado estacionário supõe justamente que o número de galáxias do universo não é constante. À medida que elas se afastam umas das outras, ocorre a criação de matéria no espaço entre as galáxias. Essa criação de matéria é muito lenta, mas contínua, e vai aos poucos acumulando uma massa de gás no espaço. Depois que esse gás aumenta, ocorre a formação de novas galáxias e estrelas; e assim por diante (MARTINS, R. 1984 p.162)

Os defensores da teoria do estado estacionário tem uma grande contribuição para mostrar que os elementos químicos existentes no universo são forjados nas estrelas. O nome mais famoso e polêmico que difundiu essa teoria foi Fred Hoyle, ele era abertamente contra a ideia de início, origem e criação do universo, pois isso representava para ele a possibilidade de uma intervenção divina.

2.4.5 Ciência e Religião

Ao longo dos aspectos conceituais que foram destacados, foi dada pouca visibilidade a uma questão que sempre esteve presente na evolução dos modelos cosmológicos, que é a religião. As perguntas fundamentais da cosmologia podem trazer respostas que contenham um forte traço de religiosidade e crenças. Esse embate aconteceu na revolução copernicana, marcada pelo julgamento de Galileu e em diversos episódios da ciência encontramos esse imbróglio. Promover o diálogo entre essa conexão de ciência e religião pode ser desafiador e muito difícil para o professor, mas ao levar esse tema para escola e incentivar o diálogo, entendimento e compreensão de ambos os lados, pode ser um bom começo para um real entendimento da ciência, já que a ciência tem uma postura não dogmática (STREHL 1996).

Nas discussões que envolvem história da Cosmologia temos alguns personagens que ficaram marcados, de um lado George Lemaître, um padre cosmólogo, do outro Fred Hoyle, um astrônomo ateu. Muitos pesquisadores levantam a hipótese de que o modelo do átomo primordial de Lemaître possa ter algum viés religioso e alguma inspiração no Gênesis da bíblia, já que o seu modelo pode-se entender que houve uma origem/criação a partir do átomo primordial, o que nos remete algo relacionado a um ser divino. Essa ideia causou um certo desconforto em alguns cosmólogos da época. Um desses cosmólogos que não aceitava o modelo de Lemaître era Hoyle, ele fazia diversas críticas à religião e a bíblia abertamente e defendia o seu modelo de universo infinito e eterno, e que a existência do próprio universo se justificaria, o que mostra um pensamento materialista.

Outro personagem interessante e muito importante nesse período foi o Papa Pio XII, em 1951 ele faz alguns discursos se mostrando favorável às respostas da cosmologia moderna, pois estas segundo ele estavam alinhadas com o Gênesis da bíblia, nesse mesmo discurso ele faz relações com a criação do universo e um criador, o que traz a sensação que a cosmologia estaria também explicando a existência de Deus, a cosmologia que o Pio XII está se referindo é a teoria do átomo primordial de Lemaître que para ele tinha relação com algo divino (HENRIQUE 2011), logo essa postura integradora entre ciência e religião que o Papa apresenta trouxe muita agitação no meio científico e religioso e pode ter influenciado muito na teoria “vencedora”.

Apesar do Papa Pio XII ter tido um grande destaque na aproximação da igreja com a ciência, outros papas também mantiveram uma certa proximidade com a ciência, algumas vezes destacando a importância da ciência, outras incentivando revisionismo por parte da

igreja como no julgamento de Galileu, porém todos com a característica de sobrepor a fé a razão (ZEQUIM 2018).

Trazer essas discussões sobre religião e ciência é importante tanto para a formação dos professores como dos alunos, pois na história da cosmologia percebe-se que não é uma tarefa possível dissociar religião de outros aspectos da ciência, logo trazer episódios onde demonstram esses conflitos pode colaborar para a compreensão de outras culturas e da natureza da ciência em si.

Nessas 5 seções foram apresentados os principais conceitos, controvérsias e personagens que envolveu a história da cosmologia do século XX, considera-se que estes episódios selecionados são importantes, pois é possível destacar com maior clareza aspectos internos e externos da ciência, assim como na postura integradora do Papa Pio XII e na disputa por prioridade na relação velocidade-distância, destacando em particular esse último, podemos identificar o potencial para se discutir aspectos profundos tanto relacionado a conceitos como relações de poder dentro da academia e o quanto algumas escolhas podem impactar durante anos, a exemplo da publicação de Lemaître sobre a relação velocidade distância que por ter sido publicada num período de pequeno e de baixa relevância tem seu nome desconectado desse desenvolvimento científico por anos. Ainda que não tenha sido aprofundado nenhum episódio, as seções trazem uma síntese e amplitude do tema, com uma diversidade de autores citados.

No capítulo seguinte será apresentado e explicado o processo de busca, seleção de trabalhos, estudo e categorização que foi utilizado para fazer a revisão.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo serão apresentadas outras revisões na área de ensino de cosmologia e como elas contribuíram para construção desta revisão. Mostrará como foi realizada a busca e seleção de trabalhos e o processo de categorização e construção de tabelas.

Inicialmente, estudou quatro revisões que tratam do ensino de Cosmologia, duas dissertações de mestrado Maria Emília Seabra (2018) e , Rômulo Ramunch Mourão Silva (2020), um trabalho publicado no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) do Lucio A. R. Soares e Hamilton P. S. Corrêa (2020) e um trabalho publicado na Revista de Enseñanza de la Física de Camila Deodato Barbosa e Cristina Leite (2019). As quatro revisões são bem recentes e a mais velha tem dois anos, todas apresentam diferenças substanciais entre elas, tanto nos periódicos selecionados quanto nas análises e categorizações feitas.

Na sua dissertação de mestrado Maria Emília Seabra (2018) propõe fazer uma revisão em cosmologia usando uma lista de periódicos construída na dissertação de mestrado de Karel Leal (2017), que foi obtida através de uma pesquisa entre professores, essa lista será mais detalhada nos próximos parágrafos. Mediante essa lista ela busca nessas revistas a palavra chave “cosmologia” e posteriormente classifica os trabalhos encontrados por ano, autores, título, intenção e tema proposto, alguns que tiveram maior destaque em relação ao conteúdo, foi feito uma breve síntese sobre o artigo. Este trabalho foi muito importante para ver a lista de Leal em uso, além de poder comparar com a revisão que está sendo desenvolvida, já que essa lista de periódicos também foi usada nesta revisão.

O trabalho da Mestranda Camila Deodato Barbosa e da Doutora Cristina Leite (2019), propõe revisar os periódicos Revista Brasileira do Ensino de Física, Revista Latino Americana de Educação em Astronomia e Banco de Teses e Dissertações da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). O período de busca utilizado foi de 2008 a 2018 e as palavras chaves foram “Ensino de Cosmologia”. O estudo categorizou os trabalhos por ano de publicação e depois foi feita a leitura buscando nos trabalhos justificativas para ensinar cosmologia. O trabalho que aqui está sendo desenvolvido tem grande diferença em relação ao trabalho de Barbosa e Leite, já que aqui damos ênfase na categorização e análise da história, além de propor um período e escopo de busca maior, porém as pesquisas, desenvolvimento de argumentos e trabalhos expostos, irão contribuir para o desenvolvimento deste trabalho.

A terceira revisão está presente na dissertação de mestrado do Rômulo Ramunch Mourão Silva (2020), ele buscou por trabalhos publicados nos últimos dez anos em revistas com *Qualis* A1, A2, B1 e B2, em eventos como o ENPEC, o EPEF e o SNEA, além da Biblioteca Digital Brasileira de Dissertações e Teses (BDTD), usando como termos de busca as palavras “cosmologia”, “astrofísica”, “astronomia”, “história da ciência” e “episódio(s) histórico(s)”, categorizando por fim as propostas dos trabalhos e o período histórico abordado. Foi desenvolvido uma ampla pesquisa em periódicos e eventos, o que colaborou bastante para comparar com as outras revisões, outro ponto desenvolvido na dissertação de Ramunch, são os conceitos e história da cosmologia do século XX que foram revisados e apresentados.

A quarta revisão é de Lucio A. R. Soares e Hamilton P. S. Corrêa (2020), eles revisaram periódicos com *Qualis* mínimo B1 e Teses e Dissertações depositadas no banco de dados da Capes e no Banco de Teses e Dissertações sobre Ensino de Astronomia. Seu período e termos de busca são, respectivamente, 2008 a 2019 e “Cosmologia”, “Big Bang”, “Origem do Universo”, “Expansão do Universo”, “Educação em Astronomia”. Os trabalhos foram categorizados posteriormente de acordo com a análise de conteúdo de Bardin, na qual é feita a leitura, análise e criação de categorias.

A presente revisão buscou por trabalhos desenvolvidos até o ano de 2020, deixando em aberto o período inicial de busca. A seleção dos periódicos foi orientada pelo trabalho de Leal (2017), que ao perguntar a um grupo de doze professores quais eram os 5 periódicos mais utilizados para pesquisar, indicar leituras e preparar suas aulas, obteve-se o seguinte resultado:

- a) “Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências”;
- b) “Ciência & Educação (C&E)”;
- c) “Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia”;
- d) “Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)”;
- e) “Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências (RBPEC)”;
- f) “Educação e Pesquisa”;
- g) “Revista Brasileira de História das Ciências”;
- h) “Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)”;
- i) “Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)”;
- j) “Enseñanza de las Ciencias”.

Ampliando o escopo de busca, adicionamos ainda os periódicos “Revista Física na Escola” e “Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA)” que são amplamente citadas em artigos de suas respectivas áreas. O “Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências” (ENPEC), “Encontro de Pesquisa de Ensino de Física” (EPEF) e o “Simpósio Nacional de Ensino de Física” (SNEF) e o “Simpósio Nacional de Educação em Astronomia” (SNEA) foram adicionados por serem os principais congressos nacionais de educação em ciências, ensino de física e ensino de astronomia. Finalmente, buscamos por teses e dissertações na “Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações” (BDTD).

Na busca, empregamos as palavras-chave “Ensino de Cosmologia”, “Cosmologia”, “Big Bang” e “Expansão do Universo”, a escolha dessas duas últimas palavras acontece pela relação direta delas com os conceitos da cosmologia do século XX, além da intenção de encontrar trabalhos que discutem episódios de forma isolada. Dos trabalhos encontrados, uma leitura inicial do resumo era feita buscando identificar se estava dentro do escopo desejado, já que o período da cosmologia que se buscava foi do século XX em diante. A leitura da introdução, conclusão e do trabalho em sua totalidade era feita quando tal identificação não era realizada de imediato.

Depois de identificar que aquele trabalho se enquadra no que estava sendo procurado, era feita a leitura, buscando identificar se a perspectiva de pesquisa era uma proposta teórica, educação básica, formação de professores e ensino superior, quando o trabalho tinha o objetivo de investigar uma aplicação do ensino de cosmologia, ou seja, formação de professores, ensino superior e educação básica, era categorizada as estratégias utilizadas para se ensinar cosmologia. Quando o trabalho propunha discutir mesmo que de forma breve a história da cosmologia, era possível categorizar as ênfases do tipo de história de cada texto, porém teve alguns que a história da cosmologia estava inexistente.

Depois de fazer a categorização, foi construído tabelas para perspectiva de investigação, estratégia de ensino e ênfase historiográfica, para fazer uma análise mais detalhada, também construiu tabelas por periódicos e eventos, por fim com objetivo de entender e identificar tendências e influências fez uma tabela de quantidade de trabalhos por quinquênio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo possui como objetivo apresentar os trabalhos encontrados e discuti-los, demonstrando suas categorizações, evidenciando o que foi apresentado no referencial teórico e os resultados obtidos, ou seja, analisar teoria e prática de ensino, estabelecendo uma discussão que seja capaz de direcionar e qualificar as próximas produções e ações na área. Além de trazer uma lista de trabalhos por periódicos e eventos e que podem facilitar as buscas dos professores e estudantes.

Através de nossas buscas e já aplicando o filtro por período histórico, encontramos um total de 89 trabalhos que foram posteriormente categorizados de acordo com os objetivos desta revisão, a relação dos trabalhos e local de publicação está apresentada na Tabela 1.:

Tabela 1 - Local de publicação e número total de trabalhos analisados.

Base de busca	n° total
Biblioteca Digital Brasileira de Dissertações e Teses (BDTD)	19
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)	7
Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)	6
Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA)	4
Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)	16
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	2
Ciência & Educação (CeE)	1
Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	1
Enseñanza de las Ciencias	4
Revista Física na Escola	3
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)	9
Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)	14
Revista da Sociedade Brasileira de História das Ciências (RBHC)	1
Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA)	2

Fonte: Do autor (2021).

Do corpus inicial não foram encontrados trabalhos nas revistas: Investigações em Ensino de Ciências (IEC), Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências (RBPEC) e Educação e Pesquisa.

Dentre os trabalhos encontrados, notamos com análise e leitura, as seguintes perspectivas de investigação: proposta teórica, formação de professores e ensino superior, Educação Básica e Educação de Jovens e Adultos (EJA). A Tabela 2 apresenta a divisão em cada perspectiva.

Tabela 2- Perspectiva de investigação

Perspectiva de Investigação	Nº de trabalhos	Porcentagem
Proposta teórica	46	50,5%
Educação Básica e EJA	26	28,6%
Formação de professores e ensino superior	19	20,9%

Fonte: Do autor (2021).

Nota-se na Tabela 2 que a maioria dos trabalhos têm caráter puramente teórico, porém aplicações de alguma forma no ensino acontecem em um pouco menos de 50%, já que é possível juntar os dois públicos alvos: Educação Básica/EJA e formação de professores. Vale lembrar que alguns trabalhos têm mais de uma perspectiva de investigação, por isso a somatória de todas as categorias não implicará no número total de trabalhos, isso também ocorrerá com as outras categorizações.

Com os trabalhos que investigam o ensino de Cosmologia em sala de aula, isto é, os que propõem uma aplicação no ensino, logo foram retirados os 46 trabalhos com proposta teórica e verificou-se as estratégias de ensino na Educação Básica e EJA e formação de professores e ensino superior. Buscamos identificar as estratégias de ensino⁷ utilizadas e categorizar conforme é mostrado na Tabela 3:

Tabela 3 - Categorização das estratégias de ensino

Estratégias de Ensino	Nº de Trabalhos	Porcentagem
TICs/Mapas Conceituais	13	24,5%
Textos	9	17%
Oficina/Experimento	8	15,1%
Teatro/ Poemas/ Narrativas	7	13,2%
Jogos	6	11,3%
Seminários/Debates/Discussões/ Júri simulado	6	11,3%
Equações	4	7,5%

Fonte: Do autor (2021).

⁷ Estratégias de ensino se referem a um conjunto de ações do professor, incluindo recursos que ele usa para atingir seu objetivo na aprendizagem dos alunos.

Antes de iniciar a análise da tabela é necessário explicar algumas categorias como a união da Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e Mapas Conceituais, a razão para ter colocados as duas juntas é que atualmente a grande maioria dos mapas conceituais são feitos através de programas e aplicativos de computadores e celulares, o que faz com que tenha maior afinidade com TICs. Outra categoria que podemos explicar é equações, todas as vezes que ela aparece está associada com outra estratégia, porém ela é usada com o objetivo de desenvolver a aprendizagem do estudante se caracterizando como estratégia. Assim como equações, textos aparecem como um recurso dentro de outras estratégias e podem estar inserido em vários contextos, porém como texto pode ser um facilitador do ensino e aprendizagem e foi muito recorrente nos trabalhos ele foi inserido como estratégia de ensino.

Conforme a Tabela 3 e a partir da experiência e vivência na educação básica e ensino superior, observa-se a preferência por recursos multimídia TICs e Mapas Conceituais (24,5%) e textos (17%) , para o ensino de Cosmologia, enquanto , jogos (11,3%) e seminários, debates, discussões e júri simulado (11,3%) e equações (7,5%) são as estratégias menos relatadas. Acredita-se que isso pode ser reflexo da quantidade de vídeos, animações, aplicativos e textos que foram desenvolvidos para a área. Quando o assunto é cosmologia e astronomia a quantidade de documentários, materiais multimídia e filmes que podem ser encontrados é bem relevante, o que pode fazer com que os professores acabem optando por essa estratégia. Deve-se lembrar que seminários, debates, discussões e júri simulado, tiveram uma porcentagem de só 11,3%, porém discussões e debates nem sempre são relatadas que foram usadas, mas é uma estratégia muito recorrente no ensino, algo parecido acontece com o uso de textos que teve 17% de incidência, mas seu uso não é relatado como estratégia. Especificamente sobre jogos, percebe que é uma estratégia emergente no ensino de cosmologia, pois a sua incidência acontece do ano de 2013 em diante.

Em seguida, investigamos a abordagem histórica presente nos trabalhos, categorizando-as em história “pontual”, “internalista”, “externalista” e “mista”.

Com o objetivo de elucidar o processo de categorização, apresentarei alguns exemplos de trabalhos que foram categorizados de acordo com as quatro ênfases históricas e um que foi difícil de se enquadrar e qual o critério utilizado para categorizá-los.

A dissertação de mestrado de Alexandre Bagdonas Henrique (2011) é um bom exemplo da história externalista, pois ele apresenta algumas tensões entre cosmologia e religião que tem posições centrais nas discussões, mostrando uma forte conexão de aspectos externos à ciência em seu desenvolvimento.

O artigo de Ioav Waga (2005) publicado na RBEF representa a ênfase pela história internalista, nesse trabalho ele destaca o desenvolvimento da cosmologia no século XX e faz relações e apresentações de pesquisadores, conceitos e observações, sempre explicando a ciência através dos seus aspectos internos.

O artigo de Alexandre Bagdonas, João Zanetic e Ivã Gurgel (2017) que foi publicado na RBEF, discute todo o desenvolvimento da relação velocidade distância que posteriormente ficou com o nome de Lei de Hubble, neste trabalho é discutido personagens, evolução do conceito e observações, porém a questão central que eles tentam responder é “Quem descobriu a expansão do Universo” e como Hubble se tornou conhecido por esse feito, mesmo sem ter apoiado essa ideia, sendo assim o artigo fala de relações de poder, influências em revistas científicas e autoridade sobre o meio acadêmico, tudo isso pode influenciar na paternidade das teorias, por trabalhar os dois lados, mesmo que de uma forma sutil, esse artigo é um bom exemplo da ênfase em história mista.

Para representar os trabalhos que foram categorizados como história pontual o artigo de Rocha e Tort (2019) publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física, pode ser um bom exemplar. No artigo eles propõem uma atividade para redescobrir a lei de Hubble e tentar reconstruir o mesmo caminho, ao longo do texto eles vão desenvolvendo e apresentando equações, tabelas e gráficos e em alguns trechos apresentam descobrimentos, personagens e datas que houve o tal evento, apresentando uma história mais com intuito informativo e pontual no texto.

Mesmo tendo sido criado quatro categorias, houve alguns trabalhos que foram difíceis de se enquadrar em alguma categoria, um exemplo disso é dissertação de Luiz Arthury (2009), no seu trabalho ele discute e apresenta a cosmologia moderna usando os elementos da epistemologia de Lakatos e como o conceito e o pensamento se desenvolve através da filosofia, ou seja, como se organiza e desenvolve o conhecimento, aqui me parece que essas análises são externas ao cientista, porém se tratando de algo relacionado aos indivíduos e o desenvolvimento epistemológico em si, temos um argumento um pouco mais forte para caracterizar sua história como internalista, já que Lakatos pensava que história internalista sempre vinha antes da história externalista e questões mais importantes da história externa seriam definidas pela história interna (Bagdonas, 2019 p. 202), sendo assim classifiquei a dissertação como internalista.

A Tabela 4 apresenta a quantificação da análise das ênfases históricas que foi realizada para todos os trabalhos que desenvolveram algum tipo de história e foi possível categorizar sua ênfase.

Tabela 4 - Categorização da ênfase historiográfica de todos os trabalhos

Ênfase historiográfica	Nº de Trabalhos	Porcentagem
História Internalista	40	51,9%
História Pontual	15	19,5%
História Mista	12	15,6%
História Externalista	10	13%

Fonte: Do autor (2021).

A Tabela 4 evidencia o grande volume de trabalhos que apresentam uma perspectiva histórica internalista, em detrimento das demais, o que pode nos mostrar o porquê da carência de produção de trabalhos nas demais perspectivas.

Vale ressaltar que a perspectiva histórica mista é mais recorrente em dissertações e teses, pois o pesquisador tem a oportunidade de se debruçar sobre diversas fontes devido a amplitude e tempo dedicado ao trabalho. Isso pode ser observado a seguir na Tabela 5, que foi construída para analisar especificamente a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.

Tabela 5 - Categorização da ênfase historiográfica dos trabalhos do BDTD.

Ênfase historiográfica	Nº de Trabalhos	Porcentagem
História Internalista	9	47,4%
História Mista	6	31,6%
História Pontual	3	15,8%
História Externalista	1	5,3%

Fonte: Do autor (2021).

Conforme a Tabela 5, a quantidade de trabalhos com ênfase mista é um pouco maior (31,6%) nas dissertações e teses, quando comparados com os eventos e periódicos.

Selecionou-se também os dois periódicos com mais trabalhos encontrados para construir uma tabela e comparar com outros e também fazer uma análise individual dos

mesmos, os periódicos selecionados foram o CBEF e RBEF, eles estarão nas Tabelas 5 e 6 respectivamente.

Tabela 6 - Categorização da ênfase Historiográfica dos Trabalhos do CBEF.

Ênfase Historiográfica	Nº de Trabalhos	Porcentagem
História Internalista	7	77,8%
História Mista	1	11,1%
História Externalista	1	11,1%

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 7 - Categorização da ênfase Historiográfica dos Trabalhos da RBEF.

Ênfase Historiográfica	Nº de Trabalhos	Porcentagem
História Internalista	8	61,5%
História Pontual	4	30,8%
História Mista	1	7,7%

Fonte: Do autor (2021).

Nos dois periódicos percebe-se que a grande maioria dos trabalhos de ensino de cosmologia tiveram ênfase internalista, por outro lado quase um terço dos trabalhos da Revista Brasileira em Ensino de Física (RBEF) são de história pontual, enquanto que o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) não teve nenhum trabalho. Isso pode mostrar que os trabalhos publicados no CBEF, tem um certo rigor para abordar História da Ciência, já que a história pontual como foi definida é aquela que trata história através de datas, descobrimentos, personalismos e gênios. Já a história mista teve porcentagem praticamente idêntica nas duas revistas. É necessário lembrar que se o trabalho tiver ênfase internalista, isso não inviabiliza sua qualidade para discutir história, pois tem episódios que são muito bem retratados apenas com história internalista.

O Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) também foi selecionado para que fosse construído uma tabela das ênfases historiográficas dos trabalhos de ensino de cosmologia. A justificativa é que por ser o maior evento de ensino de física e ter sido o evento com mais trabalhos encontrados, construir uma tabela e analisar suas tendências, nos parece importante.

Tabela 8 - Categorização da ênfase Historiográfica dos Trabalhos do SNEF.

Ênfase Historiográfica	Nº de Trabalhos	Porcentagem
História Internalista	8	72,7%
História externalista	2	18,2%
História Pontual	1	9,1%

Fonte: Do autor (2021).

Nos trabalhos do SNEF identificamos a mesma tendência dos periódicos, com exceção da BDTD, a grande maioria dos trabalhos que abordam ensino de cosmologia e que se propõe discutir história, trazem uma abordagem internalista.

Por último, foi construído uma tabela para analisar a possível influência de alguns historiadores e pesquisadores da história da ciência ao longo do tempo, a tabela representa a quantidade de trabalhos com história mista e externalista, por quinquênio (Tabela 9). A escolha por essas categorias se dá devido a constatação da baixa produção das duas categorias, outro ponto interessante que podemos é que, como a tradução do trabalho de Boris Hessen aconteceu no ano de 1984, a publicação do artigo e tese de João Zanetic aconteceu em 1984 e 1989 respectivamente e em 1976 na abertura do SNEF, José Goldemberg enfatiza a importância de encontrar quais foram as motivações sociais para o desenvolvimento científico e tecnológico na história da humanidade, ou seja, acenos para a História da Ciência desde a década de 70, isso nos motivou a construir uma tabela para identificar as possíveis influências destes, no desenvolvimento dos trabalhos que abordassem História da Cosmologia levando em conta aspectos externos, além de identificar possíveis tendências ao longo do tempo.

Tabela 9 - Tabela de trabalhos com ênfase em história externalista e mista por quinquênio.

Período	História mista	História externalista
2020 a 2016	5	3
2015 a 2011	4	5
2010 a 2006	2	1
2005 a 2001	0	1
2000 a 1996	1	0

Fonte: Do autor (2021)

Através da tabela pode-se tirar conclusões diretas sobre a evolução dos trabalhos que apresentam uma ênfase em história externalista e mista, como exemplo, o próprio aumento na quantidade desses trabalhos ao longo dos anos, devido a ampliação e crescimento dos programas de pós graduação e das produções em História da Ciência desde à década de 70 (BAGDONAS 2015, ROZENTALSKI 2018). A tabela nos aponta para a mesma análise do desenvolvimento da história da cosmologia no ensino, a grande maioria dos trabalhos que abordam uma história mista e externalista foram desenvolvidos na pós graduação em dissertações e artigos, outro ponto que pode destacar é que obviamente quanto mais trabalhos tiver na área, maior se tornará a chance de se publicar algo nessa linha, ou seja, a história mista e externalista terá muitas pedras no caminho, até alcançar um bom volume de publicações, porém devemos ressaltar que houve sim um leve aumento nas publicações, só que num período muito longo.

Outro ponto que podemos pensar, é que como as fontes primárias e secundárias disponíveis para o estudo de história da cosmologia, são em sua maioria, publicadas em língua estrangeira, há um empecilho principalmente para os professores que se formaram há muito tempo e não têm tempo, e/ou formação adequadas para estudar este.

Ao analisar as citações dos trabalho que dão ênfase na história mista e internalista, também pode verificar possíveis influências de autores na produção científica na área, fazendo a contagem dos mais citados destacamos aqui três nomes: Roberto Martins, Helge Kragh e João Zanetic, nos 22 trabalhos analisados o nome de Martins é o que mais apareceu nos diferentes trabalhos, isso se dá pelo seu livro Universo e também por trabalhos de/e sobre História da Ciência. O segundo nome que mais apareceu foi o de Helge Kragh, devido a sua história da cosmologia bem desenvolvida e que traz aspectos externos da ciência, esse autor é

muito importante na construção de trabalhos que desejam desenvolver uma história da cosmologia que apresenta ênfases externas, porém quase todos seus trabalhos ainda estão na língua inglesa. O terceiro mais citado é João Zanetic, e a grande maioria das citações fazem referência a sua tese de doutorado no qual tem um capítulo que escreve sobre História da Ciência, história externalista e internalista.

Ficou evidenciado que ainda estamos carentes de uma produção de trabalhos que incentivem diferentes perspectivas da História da Ciência, o que nos leva a um ciclo vicioso de reprodução da concepção dominante de história, reforçando ideias ingênuas sobre a ciência e não explorando todo o potencial que a História da Cosmologia tem a oferecer. Vale salientar que a perspectiva histórica internalista é predominante na produção acadêmica recente e tem sua importância, porém diferentes perspectivas, a externalista em especial, pode contribuir para construção de uma concepção de ciência mais plural, crítica e reflexiva.

No anexo A foi colocado um quadro com todos os trabalhos analisados, eles estão agrupados por revista e evento, dentro de cada grupo estão separados por ano de publicação em ordem decrescente, cada trabalho contém a categorização que foi realizada nele, e no anexo B está a lista de todos os trabalhos com formatação ABNT.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa revisão propôs fazer uma categorização dos trabalhos em ensino de cosmologia e podemos dizer que na última década houve um grande aumento nas produções científicas que abordam ensino de cosmologia. No entanto, muitos desses trabalhos ainda são de natureza teórica e em grande parte, apresentam uma história da cosmologia que aborda relações internas da academia, a chamada abordagem internalista da história. Isso pode fazer com que diminua a possibilidade de professores usarem abordagens, com ênfase externalista ou mista, e aumenta a probabilidade de que só sejam reproduzidas na educação básica histórias pontuais, como as dos boxes de livros didáticos. Encontrar bons materiais para se usar no ensino, ainda é um grande desafio, já que muitos desses trabalhos são de natureza teórica e poucos são desenvolvidos pensando no professor. Entendendo essa dificuldade, apresentamos nesta revisão bibliográfica possibilidades para pesquisa, facilitando a tarefa de professores e pesquisadores para que possam desenvolver aulas e estudos através do material que aqui está organizado.

Reconhecemos que este trabalho esteve longe de esgotar a discussão de história internalista e externalista no ensino de física. Nossas fontes principais foram alguns trabalhos relativamente antigos (Zanetic 1984, Freire 1993). Porém, na continuidade destes estudos, pretendemos investigar trabalhos recentes que propõem discutir esse tema, como o trabalho de Ivan Gurgel (2020) e o capítulo do livro de Rilávia Almeida Oliveira e Ana Paula Bispo Silva (2012).

Como perspectivas futuras, o trabalho deixa a oportunidade de se explorar diversos tipos de análises dos materiais que foram encontrados, como analisar as influências de autores, citações e linhas de pensamentos na história internalista, assim como seria interessante propor e aplicar um plano de ensino levando em conta as ênfases históricas.

Outro ponto pouco presente nos trabalhos, foi o impacto do financiamento no desenvolvimento das teorias científicas, instrumentalização e do conhecimento. Apesar de ocorrer um entendimento quase que natural da importância do dinheiro, é praticamente inexistente essas discussões nos trabalhos que foram lidos e estudados, são raros os que buscam entender a influência dos investimentos na ciência e o impacto positivo que isso pode gerar no país e sociedade.

Também podemos citar que é muito importante para o professor, pesquisador, estudante e historiador, desvendar e compreender as histórias e observações. Porque não desafiar aos alunos e a nós mesmos com reflexões do tipo: Por que o fenômeno do desvio

para o vermelho foi observado nos EUA e não no Brasil? Por que não temos um observatório como o Monte Wilson e quais foram as políticas públicas de financiamento que possibilitaram eles a terem esses instrumentos? São perguntas interessantes para se responder tanto num trabalho futuro quanto no ensino de Ciências.

Para superar o estado atual de conhecimento ainda existe um trabalho árduo a se fazer, como melhorias no plano de carreira do professor para que ele possa ter tempo de se dedicar, aprofundar e estudar os temas em sua totalidade e assim tratar história da ciência em suas aulas. O que ficou entendível com a pesquisa aqui realizada é que a grande parte dos materiais produzidos com maior variedade de ênfases historiográficas empregadas vieram de cursos de pós-graduação, logo, incentivar a criação de novos programas de pós-graduação, lutar pela permanência dos atuais e otimizar os já existentes é o caminho para desenvolver a história da ciência e ensino de ciências, conseqüentemente o ensino de física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTHURY, Luiz H. M. **A Cosmologia Moderna à Luz dos Elementos da Epistemologia de Lakatos**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, UFSC, Florianópolis, 2009.

BAGDONAS, A. **Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre cosmologia**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, João; GURGEL, Ivã. Quem descobriu a expansão do universo? Disputas de prioridade como forma de ensinar cosmologia com uso da história e filosofia da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, 2017.

BAGDONAS, A. História da Física para o Ensino de Física como Cultura: Debates sobre a Neutralidade da Ciência no Período Entreguerras. In: MARTINS, A. F. P. (Org.). **Física, Cultura e Ensino de Ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2019. Cap. 8. p. 195-214.

BAGDONAS, Alexandre. A favor e contra o método: a tensão entre racionalismo e anarquismo epistemológico na controvérsia entre Big Bang e Estado Estacionário. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1250-1277, 2020.

BARBOSA, Camila de Macedo Deodato; LEITE, Cristina. Cosmologia na Educação Básica: Construindo Justificativas. **Revista de enseñanza de la física**, v. 31, n. 1, p. 29-37, 2019.

BARBOSA, Mohana Ribeiro. Revolução científica e nascimento da ciência experimental em Alexandre Koyré. Dissertação (Mestrado em História) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

FREIRE JR, Olival. Sobre as raízes sociais e econômicas dos ‘Principia’ de Newton. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, n. 9, p. 51-64, 1993.

GURGEL, Ivã. Reflexões Político-Curriculares sobre a Importância da História das Ciências no Contexto da Crise da Modernidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 333-350, 2020.

HENRIQUE, Alexandre Bagdonas. **Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

HESSEN, Boris. As raízes sociais e econômicas dos “Principia” de Newton. **Revista de Ensino de Física**, v. 6, n. 1, p. 37-55, 1984.

WAGA, Ioav. Cem anos de descobertas em cosmologia e novos desafios para o século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 157-173, 2005.

LEAL, K. P. **História da ciência, religião e interculturalidade no ensino de física. Por que não?**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

MARINELI, Fábio. O terraplanismo e o apelo à experiência pessoal como critério epistemológico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1173-1192, 2020.

MARTINS, André Ferrer Pinto. História, Filosofia e Sociologia da Ciência: mais do que nunca! In: MARTINS, André Ferrer Pinto. **Física, Cultura e Ensino de Ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2019. Cap. 8. p. 195-214.

MARTINS, André Ferrer Pinto. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Introdução: a história das ciências e seu uso na educação**. Pp. xvii-xxx, in: SILVA, Cibelle Celestino (org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006 (a).

MARTINS, Roberto de Andrade. **O universo: teorias sobre sua origem e evolução**. São Paulo: Editora Moderna, 1994.

MATTHEWS, Michael S. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

OLIVEIRA, Rilávia Almeida; SILVA, Ana Paula Bispo. História da Ciência e Ensino de Física: Uma análise meta-histórica. In: PEDUZZI, Luiz OQ; MARTINS, André Ferrer P; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo. **Temas de história e filosofia da ciência no ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.

ROCHA, V. R.; TORT, A. C. Redescobrimo a lei empírica de Hubble em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, 2019.

ROZENTALSKI, Evandro Fortes. **Indo além da Natureza da Ciência: o filosofar sobre a Química por meio da ética química**. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

RAMUNCH, Rômulo. **A Cosmologia em revista: uma Ciência SuperInteressante?**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Triângulo Mineiro, 2020.

SOARES, Lucio A. R; CORRÊA, Hamilton P. S. Ensino Da Cosmologia e Sua Inserção Na Pesquisa Em Educação Em Ciências. **XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2020.

STREHL, Paulo Ludwig et al. **Ciência e religião: implicações do diálogo entre duas visões de mundo no Ensino da Cosmologia**. 1996. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

TEIXEIRA, Elder Sales; EL-HANI, Charbel Niño; FREIRE JR, Olival. 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, 2001.

VILELA, Mariana Lima; SELLES, Sandra Escovedo. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1722-1747, 2020.

VITAL, Abigail; GUERRA, Andreia. A natureza da ciência no ensino de Física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 225-257, 2014.

ZANETIC, João. **A propósito do artigo de B. Hessen sobre o “Principia” de Newton**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 33-36, 1984.

ZANETIC, João. **Física Também é Cultura**. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1989.

ZEQUIM, Eliana Cristina. **Ideias sobre o começo: Igreja Católica e a cosmologia contemporânea (1936-2014)**. 2018. Dissertação (Mestrado em História). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

APÊNDICE A - QUADRO COM TRABALHOS E CATEGORIZAÇÃO

Quadro 1 - Categorização dos trabalhos da Biblioteca digital brasileira de teses e dissertações

Nº	Nome da tese/dissertação	Público-alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	Espectroscopia para o ensino de física moderna e cosmologia	Ensino Médio	Internalista	2019	Atividades experimentais, vídeos, aplicativos sobre espectros, aulas expositivas
2	O uso da sequência didática como um instrumento para o Ensino de Astronomia: a radiação cósmica de fundo em micro-ondas e a expansão do universo	Ensino Superior	Internalista	2019	Atividades experimentais, questionários investigativos, aulas expositivas
3	Como o ensino de cosmologia pode contribuir para o desenvolvimento de atitudes transdisciplinares nos alunos?	Ensino Médio	Externalista	2019	Textos
4	Ideias sobre o começo: Igreja Católica e a cosmologia contemporânea (1936-2014)	Proposta teórica	Mista	2018	Textos
5	A utilização do jogo “Big Bang: a batalha da criação” como ferramenta auxiliar no ensino de cosmologia	Ensino médio	Internalista	2018	Jogos virtuais, aulas expositivas, questionários
6	A realidade virtual como ferramenta didática para o ensino de astronomia e cosmologia na educação básica	Ensino médio	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2018	Textos, experimento e aplicativos
7	Spinoza, Universo E Ensino De Ciências: Análise Crítica Dialética Da Concepção Spinozista Da Natureza Na Abordagem Do Surgimento Do Universo Para O Ensino De Ciências	Proposta Teórica	Mista	2018	Textos

8	Proposta De Construção De Uma Sequência Didática Abordando Tópicos De Cosmologia No Ensino Médio	Ensino Médio	Internalista	2018	TICs e textos
9	O conceito de espaço e a evolução das distâncias astronômicas: construção de um material didático	Ensino Médio	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2017	Oficina
10	Cosmologia e atividades investigativas no Ensino Médio: um estudo sobre efeitos dessa abordagem sobre a aprendizagem dos estudantes	Ensino Médio	Internalista	2016	Textos, material de mídia e atividades investigativas
11	Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre cosmologia.	Ensino Médio	Mista	2015	Jogos
12	O conceito de espaço em física moderna: um estudo a partir de objetos da cosmologia	Ensino Médio	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2015	TICs
13	Cosmologia na teoria e na prática: possibilidades e limitações no ensino	Professores do Ensino Médio	Internalista	2014	Textos
14	Educação em Astronomia sob uma perspectiva humanístico-científica: a compreensão do céu como espelho da evolução cultural	Proposta Teórica	Internalista	2012	Textos
15	Discutindo a Natureza da Ciência a Partir de Episódios da História da Cosmologia	Formação de professores	Mista	2011	Textos e teatro
16	A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos	Professores e Cientistas em formação	Internalista	2010	Textos e apresentação eletrônica
17	Tópicos De Astrofísica E Cosmologia: Uma Aplicação De	Ensino Médio	Internalista	2010	Recursos multimídia,

	Física Moderna e Contemporânea No Ensino Médio				experimentos e textos
18	Noções de cosmologia no ensino médio : o paradigma criacionista do Big Bang e a inibição de teorias rivais	Ensino Médio/ Professores	Mista	2006	Textos
19	Ciência e religião implicações do diálogo entre duas visões de mundo no Ensino da Cosmologia	Proposta Teórica	Mista	1996	Textos

Quadro 2 - Categorização dos trabalhos publicados no Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC)

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	Tópicos de Cosmologia no Ensino Médio: uma abordagem a partir de atividades investigativas	Ensino Médio	Inexistente	2015	Atividade investigativa, experimento
2	O Ensino sobre a Natureza da Ciência através de Tópicos de Cosmologia: Análise de uma Proposta Didática Utilizando Jogos.	Ensino Médio	Mista	2013	Jogos
3	Análise da História da Ciência da Astronomia em livros didáticos de Ciências nas séries finais do ensino fundamental	Proposta Teórica	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2013	Textos
4	Comparando os objetivos e métodos da ciência e religião na formação de professores	Ensino Superior	Externalista	2011	Textos, diagramas
5	A Cosmologia Moderna À Luz Dos Elementos Da Epistemologia De Lakatos	Proposta Teórica	Internalista	2010	Textos

6	Discutindo A Natureza Da Ciência A Partir De Episódios Da História Da Cosmologia: O Universo Teve Um Começo ou Sempre Existiu?	Proposta Teórica	Mista	2009	Textos
7	Uma Discussão Sobre O Mapeamento Conceitual Da Relatividade e Da Cosmologia Para o Ensino De Física Moderna e Contemporânea	Professores	Internalista	2005	Mapas conceituais

Quadro 3 - Categorização dos artigos do Encontro de Pesquisadores do Ensino de Física (EPEF)

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	Ensino Da Cosmologia E Sua Inserção Na Pesquisa Em Educação Em Ciências	Proposta Teórica	Inexistente	2020	Textos
2	Em Busca Da Pluralidade Da Natureza Da Ciência Em Sala De Aula: O Caso “Arthur Stanley Eddington E A Expedição Do Eclipse Solar De 1919”	Proposta Teórica	Mista	2018	Textos
3	O Ensino Da Cosmologia Contemporânea Na Concepção De Professores E Investigadores	Professores e Pesquisadores	Internalista	2016	Textos
4	George Gamow, Um Cientista Fanfarrão E Suas Contribuições Para O Ensino De Física	Proposta Teórica	Internalista	2014	Textos
5	Críticas À Visão Consensual Da Natureza Da Ciência E A Ausência De Controvérsias Na Educação Científica: O Que É Ciência, Afinal?	Proposta Teórica	História pontual	2012	Textos

6	Relações Entre Ciência E Religião Na Formação De Professores: Estudo De Caso Sobre Uma Controvérsia Cosmológica	Formação de professores	Externalista	2010	Textos
---	---	-------------------------	--------------	------	--------

Quadro 4 - Categorização dos artigos Revista física na escola

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	Teoria da relatividade geral: 100 anos encurvando como vemos o universo	Proposta Teórica	Internalista	2016	Textos
2	A astronomia na literatura de cordel	Proposta Teórica	Inexistente	2010	Poemas
3	A cosmologia	Proposta Teórica	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2005	Textos e gráficos

Quadro 5 - Categorização do Caderno Brasileiro de Ensino de física

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	A favor e contra o método: a tensão entre racionalismo e anarquismo epistemológico na controvérsia entre Big Bang e Estado Estacionário	Proposta Teórica	Externalista	2020	Textos
2	O maior erro de Einstein? Debatendo o papel dos erros na ciência através de um jogo didático sobre cosmologia	Ensino Médio	Mista	2018	Jogos
3	A origem do universo como tema para discutir a Natureza da Ciência no Ensino Médio	Ensino Médio	Internalista	2015	Textos e júri simulado
4	O Universo	Proposta Teórica	Internalista	2010	Textos
5	Arqueologia Cósmica Com A Radiação Cósmica De Fundo Em Microondas	Proposta Teórica	Internalista	2010	Textos
6	O lado escuro do Universo	Proposta Teórica	Internalista	2010	Textos
7	A questão controversa da cosmologia moderna: Hubble e o infinito parte 1	Proposta Teórica	Internalista	2000	Textos
8	A Questão Controversa Da Cosmologia Moderna: Uma Teoria E Suas Incongruências -Parte 2	Proposta Teórica	Internalista	2000	Textos
9	Como distorcer a física: Considerações sobre um exemplo de divulgação científica 2 - Física Moderna	Proposta Teórica	Internalista	1998	Textos

Quadro 6 - Categorização dos artigos da Revista Brasileira do Ensino de Física

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	Redescobrimo a lei empírica de Hubble em sala de aula	Proposta Teórica	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2019	Textos e equações
2	100 Anos da Cosmologia Relativística (1917–2017). Parte I: Das Origens à Descoberta da Expansão Universal (1929)	Proposta Teórica	Internalista	2018	Textos baseados nos artigos de Einstein, de Sitter, Friedmann, Lemaître e Hubble
3	Habitabilidade cósmica e a possibilidade de existência de vida em outros locais do universo	Proposta Teórica	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2018	Textos, tabelas, gráficos e esquemas
4	Quem descobriu a expansão do universo? Disputas de prioridade como forma de ensinar cosmologia com uso da história e filosofia da ciência	Proposta Teórica	Mista	2017	Textos
5	UGE, Universo da Gominha Esticada	Proposta Teórica	Internalista	2014	Textos e experimentos utilizando de um análogo mecânico simples (gominha), para explicar a Lei de Hubble
6	Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio	Proposta Teórica	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2014	Textos

7	Software MUFCosm como ferramenta de estudo dos modelos da cosmologia padrão	Proposta Teórica	Inexistente	2014	Textos e software
8	A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos: Recepção de um texto para graduandos em física	Ensino Superior	Internalista	2013	Relata uma experiência através de um texto com estudantes de graduação
9	Os fundamentos físico-matemáticos da cosmologia relativista	Proposta Teórica	Internalista	2013	Textos e equações
10	O universo estático de Einstein	Proposta Teórica	Internalista	2012	Textos e equações
11	Observações sobre as soluções clássicas da equação de Friedmann	Proposta Teórica	Internalista	2011	Textos, equações e gráficos
12	Princípio Antrópico Cosmológico	Proposta Teórica	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2011	Textos
13	Cem anos de descobertas em cosmologia e novos desafios para o Século XXI	Proposta Teórica	Internalista	2005	Textos
14	Modelos Cosmológicos e a Aceleração do Universo	Proposta Teórica	Internalista	2002	Textos

Quadro 7 - Categorização dos artigos da Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	A Teoria Do Big Bang E A Natureza Da Ciência	Proposta Teórica	Internalista	2015	Textos
2	Tópicos De Astronomia, Astrofísica e Cosmologia Na 1ª Série Do Ensino Médio Como Parte Integrante De Um Projeto Curricular Diferenciado De Física	Ensino Médio	Não tratou de história da cosmologia	2018	Aulas expositivas e discussões

Quadro 8 - Categorização dos artigos da revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	Astronomia Cultural: Análise De Materiais E Caminhos Para A Diversidade Nas Aulas De Ciências Da Natureza	Proposta Teórica	Inexistente	2020	Textos
2	Narrativas E Desenhos No Ensino De Astronomia/Geociências Com O Tema “A Formação Do Universo”: Um Olhar Das Geociências	Ensino Fundamental	Internalista	2010	Narrativas e desenhos

Quadro 9 - Categorização dos artigos da Revista Ciência e Educação

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	O que revelam os mapas conceituais dos meus alunos? Avaliando o conhecimento declarativo sobre a evolução do universo	Ensino Superior	Abordagens pontuais da história da cosmologia	2019	Mapas conceituais

Quadro 10 - Categorização dos artigos da Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	O projeto de lei “Escola sem Partido” e o Ensino de Ciências	Proposta Teórica	Externalista	2017	Textos

Quadro 11 - Categorização de artigos da Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	Episódios Históricos E Natureza Das Ciências Na Formação De Professores	Proposta Teórica	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2017	Textos
2	Edwin Hubble E O Enigma Do Redshift: Uma Proposta De Trabalho Baseada Na Whole Science	Pós-graduação	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2017	Narrativas
3	O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física	Ensino Médio	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2005	Textos
4	Científicos que cuestionan los paradigmas dominantes: algunas implicaciones para la enseñanza de las ciencias	Proposta Teórica	Breve abordagem externalista	2004	Textos

Quadro 12 - Categorização dos artigos da Revista da Sociedade Brasileira de História das Ciências

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático	Ensino Médio	Externalista	2014	Jogos

Quadro 13 - Categorização dos artigos do Simpósio nacional de Educação em Astronomia (SNEA)

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	Noções De Astrofísica E De Cosmologia Moderna Nas Aulas De Física Do Ensino Médio: Uma Sequência Didática A Partir Do Paradoxo De Olbers	Ensino Médio	Internalista	2016	Questões norteadoras, debates e discussões
2	Adaptação E Encenação Da Atividade Big Bang Brasil: Análise De Uma Prática Para Levar A História Da Cosmologia Às Escolas	Ensino Médio e Superior	Externalista	2012	Teatro
3	Big Bang Brasil: Uma Peça Teatral Com Abordagem Histórico - Filosófica Para O Ensino De Cosmologia	Ensino Superior e Pós graduação	Mista	2011	Teatro
4	A Cosmologia Em Teses E Dissertações Sobre Ensino De Astronomia No Brasil	Proposta Teórica	Não trabalha história da cosmologia	2011	Textos

Quadro 14 - Categorização dos artigos Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)

Nº	Nome do artigo	Público alvo	Historiografia	Ano	Estratégias de ensino
1	A Cosmologia Em Artigos Das Principais Revistas De Ensino De Física Do Brasil	Proposta Teórica	Não tratou da história da cosmologia	2017	Textos
2	Aplicação De Uma Proposta Didática Utilizando A História E Filosofia Da Ciência Para Auxiliar A Transposição Do Tema “Galáxias Com Núcleos Ativos” Para O Ensino Médio	Ensino Médio	Não tratou da história da cosmologia	2017	Seminários
3	Divulgação Científica Com Temas De Etnoastronomia, Cosmologia E Astrobiologia	EJA, Ensino Médio e Fundamental	Internalista	2017	Seminários/palestras usando recurso audiovisual
4	Oficinas Para O Ensino De Astronomia E Cosmologia No Ensino Básico	Ensino Superior	Não tratou da história da cosmologia	2017	Oficina
5	Um jogo para debater cosmologia em seu contexto social: experiências em um curso para professores de Física	Ensino Superior	Não tratou da história da cosmologia	2017	Jogo
6	Caracterização De Estudantes Do Ensino Médio De Escolas Da Rede Pública Federal E Estadual De Minas Gerais Sobre Conceitos Contemporâneos De Astronomia E Cosmologia	Ensino Médio	Não tratou da história da cosmologia	2015	Textos

7	Concepções alternativas e abordagens em sala de aula sobre cosmologia e movimento dos astros: Uma revisão da literatura do contexto brasileiro	Proposta Teórica	Abordagens pontuais de história da cosmologia	2013	Textos
8	O Grande Erro De Einstein, A Descoberta Da Expansão Do Universo E As Reconstruções Racionais Da Cosmologia	Proposta Teórica	Internalista	2013	Textos
9	Um Curso Sobre História Da Cosmologia Na Formação Inicial De Professores	Ensino Superior	Externalista	2011	Seminários, teatro, recurso audiovisual debates e textos
10	Ensinando Física Moderna E Contemporânea: Cosmologia Em Vídeos E Imagens	Formação de Professores	Externalista	2011	Audiovisual
11	Abordagens Epistemológicas No Ensino De Física: A Cosmologia Como Tema Motivador	Proposta Teórica	Internalista	2009	Textos
12	Discutindo a Natureza Da Ciência A Partir De Episódios Da História Da Cosmologia: O Grande Debate	Proposta Teórica	Internalista	2009	Textos
13	Modelos Cosmológicos: Uma Apresentação Introdutória	Ensino Superior	Internalista	2005	Textos
14	Dos Mitos Ao Big Bang: Investigando As Concepções De Universo Dos Alunos Da 5ª Série Do Ensino Fundamental De Uma Escola Da Periferia Da Cidade De Natal - RN	Ensino Fundamental	Internalista	2005	Textos

15	O passado, o presente e o cotidiano: uma tentativa de ensinar Física	Ensino Médio	Internalista	2003	Textos
16	Revisitando a existência do inexistente: o “nada” na física	Proposta Teórica	internalista	2003	Textos

APÊNDICE B - LISTA COM TRABALHOS NA NORMA ABNT

● Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

1. AGUIAR, Ricardo Rechi. **Tópicos de astrofísica e cosmologia: Uma aplicação de física moderna e contemporânea no ensino médio**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
2. ARTHURY, Luiz Henrique Martins; PEDUZZI, Luiz O.Q. A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos: recepção de um texto para graduandos em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 1-14, 2013.
3. BATISTA, Arian Rodrigues. **O uso da sequência didática como um instrumento para o Ensino de Astronomia: a radiação cósmica de fundo em micro-ondas e a expansão do universo**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.
4. BEZERRA, Jônatas Costa et al. **A realidade virtual como ferramenta didática para o ensino de astronomia e cosmologia na educação básica**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.
5. DOPICO, Sabrina Isis Bruganarotto. **Como o ensino de cosmologia pode contribuir para o desenvolvimento de atitudes transdisciplinares nos alunos?**. 2019. Dissertação (Mestrado Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
6. GARCIA, Danylo Semim. **O conceito de espaço em física moderna: um estudo a partir de objetos da cosmologia**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2015.
7. BAGDONAS, Alexandre . **Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre cosmologia**. 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
8. HENRIQUE, Alexandre Bagdonas. **Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
9. JUNIOR, Egnaldo Pinheiro Vidal. **A utilização do jogo “Big Bang: a batalha da criação” como ferramenta auxiliar no ensino de cosmologia**. 2018. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Estadual do Ceará, Quixadá, 2018.

10. KANTOR, Carlos Aparecido. **Educação em Astronomia sob uma perspectiva humanístico-científica: a compreensão do céu como espelho da evolução cultural.** 2012. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
11. MENDONÇA, Marcos de Oliveira. **Proposta de construção de uma sequência didática abordando tópicos de cosmologia no ensino médio.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
12. OLIVEIRA, Jorge Henrique Lopes de. **Noções de cosmologia no ensino médio: o paradigma criacionista do Big Bang e a inibição de teorias rivais.** 2006. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.
13. OLIVEIRA, Sinuê Klak. **Espectroscopia para o ensino de física moderna e cosmologia.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.
14. PREDIGER, Thaisa Laiara et al. **Spinoza, universo e ensino de ciências: análise crítica dialética da concepção spinozista da natureza na abordagem do surgimento do universo para o ensino de ciências.** 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
15. RODRIGUES, Danilo Miranda. **O conceito de espaço e a evolução das distâncias astronômicas: construção de um material didático.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Astronomia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
16. SEFERIN, Ádila Motta. **Cosmologia e atividades investigativas no Ensino Médio: um estudo sobre efeitos dessa abordagem sobre a aprendizagem dos estudantes.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2016.
17. SKOLIMOSKI, Kellen Nunes. **Cosmologia na teoria e na prática: possibilidades e limitações no ensino.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
18. STREHL, Paulo Ludwig et al. **Ciência e religião: implicações do diálogo entre duas visões de mundo no Ensino da Cosmologia.** 1996. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
19. ZEQUIM, Eliana Cristina. **Ideias sobre o começo: Igreja Católica e a cosmologia contemporânea (1936-2014).** 2018. Dissertação (Mestrado em História). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

- **Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC)**

1. ARTHURY, Luiz Henrique Martins et al. **A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
2. GURGEL, Ivã et al. O Ensino sobre a Natureza da Ciência através de Tópicos de Cosmologia: Análise de uma Proposta Didática Utilizando Jogos. *In: Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 2013. Águas de Lindóia. Anais [...]
3. HENRIQUE, Alexandre B.; SILVA, Cibelle Celestino. Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia: o universo teve um começo ou sempre existiu. *In: VII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC*, 2009. Florianópolis. Anais [...]
4. HENRIQUE, Alexandre Bagdonas; SILVA, Cibelle Celestino. Comparando os objetivos e métodos da ciência e religião na formação de professores. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS*, v. 8, 2011.
5. NEVES, Marcos Cesar Danhoni et al. Uma Discussão Sobre O Mapeamento Conceitual Da Relatividade e Da Cosmologia Para o Ensino De Física Moderna e Contemporânea. *In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*. 2006. Bauru. Anais [...]
6. PINTO, SABRINE LINO et al. Análise da história da ciência da astronomia em livros didáticos de ciências nas séries finais do ensino fundamental. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências*. 2013. Águas de Lindóia. Anais [...]
7. SEFERIN, Ádila Motta Leite; ALVARENGA, Flávio Gimenes; AMBRÓZIO, Rosa Maria. Tópicos de Cosmologia no Ensino Médio: uma abordagem a partir de atividades investigativas. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. 2015. Águas de Lindóia. Anais [...]

- **Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física (EPEF)**

1. BAGDONAS, Alexandre, ZANETIC, João, GURGEL, Ivã. Críticas à visão consensual Da Natureza Da Ciência e a ausência de controvérsias na Educação Científica: O que é Ciência afinal?. *In: XIV: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. 2012. Maresias. Anais [...]

2. BASILIO, Sofia. POLATI, Flávia, CARDOSO, Danilo. Em busca da pluralidade da natureza da ciência em sala de aula: o caso “Arthur Stanley Eddington e a expedição do eclipse solar de 1919”. *In: XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. 2018. Anais [...]
3. HENRIQUE, Alexandre Bagdonas; SILVA, Cibelle Celestino. Relações entre Ciência e Religião na formação de professores: estudo de caso sobre uma controvérsia cosmológica. *In: XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. 2010. Águas de Lindóia. Anais [...]
4. MARTINS, Milene Rodrigues, NEVES, Marcos Cesar Danhoni. O ensino da Cosmologia Contemporânea na concepção de professores e investigadores. *In: XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. 2016. Natal. Anais [...]
5. RAMOS, João Eduardo; BAGDONAS, Alexandre. George Gamow, um cientista fanfarrão e suas contribuições para o Ensino De Física. *In: XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. 2014. Maresias. Anais [...]
6. SOARES, Lucio A. R., CORRÊA, Hamilton P. S. Ensino da Cosmologia e a sua inserção na pesquisa em educação em ciências. *In: XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. 2020. Anais [...]

- **Revista Física na Escola**

1. MEDEIROS, Alexandre, AGRA, João Tertuliano Nepomuceno. A astronomia na literatura de cordel. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010.
2. ROSENFELD, Rogério. A cosmologia. **Física na Escola**, v. 6, n. 1, 2005.
3. VANZELLA, Daniel Augusto Turolla. Teoria da relatividade geral: 100 anos encurvando como vemos o universo. **Física na Escola**, v. 14, n. 1, 2016.

- **Revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física**

1. BAGDONAS, Alexandre. A favor e contra o método: a tensão entre racionalismo e anarquismo epistemológico na controvérsia entre Big Bang e Estado Estacionário. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1250-1277, 2020.
2. BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, João; GURGEL, Ivã. O maior erro de Einstein? Debatendo o papel dos erros na ciência através de um jogo didático sobre cosmologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 97-117, 2018.
3. DE SOUZA OLIVEIRA FILHO, Kepler. O Universo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 698-722, 2010.

4. DE SOUZA, Carlos Alexandre Wuensche et al. Arqueologia Cósmica com a radiação cósmica de fundo em microondas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, p. 647-671, 2010.
5. GUTTMANN, Gustavo Antonio Montenegro; BRAGA, Marco. A origem do universo como tema para discutir a Natureza da Ciência no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 442-460, 2015.
6. MARTINS, Roberto Andrade. Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 2-Física moderna. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 15, n. 3, p. 265-300, 1998.
7. NEVES, Marcos Cesar Danhoni. A QUESTÃO CONTROVERSA DA COSMOLOGIA MODERNA: HUBBLE E O INFINITO parte. **CADERNO CATARINENSE DE ENSINO DE FÍSICA**, p. 189, 2000.
8. NEVES, Marcos Cezar Danhoni. A questão controversa da cosmologia moderna: Uma teoria e suas incongruências parte 2. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 205-228, 2000.
9. SODRÉ JR, Laerte. O lado escuro do Universo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, p. 743-769, 2010.

● **Revista Brasileira de Ensino de Física**

1. ARTHURY, Luiz Henrique Martins; PEDUZZI, Luiz OQ. A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos: recepção de um texto para graduandos em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 1-14, 2013.
2. BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, João; GURGEL, Ivã. Quem descobriu a expansão do universo? Disputas de prioridade como forma de ensinar cosmologia com uso da história e filosofia da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, 2017.
3. COMITTI, V. Princípio antrópico cosmológico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 01-06, 2011.
4. CUZINATTO, R. R.; DE MORAIS, E. M. Software MUFCosm como ferramenta de estudo dos modelos da cosmologia padrão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 1-7, 2014.
5. FAGUNDES, Helio V. Modelos Cosmológicos e a Aceleração do Universo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 247-253, 2002.

6. FRÓES, André Luís Delvas. Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 1-15, 2014.
7. LIMA, J. A. S.; SANTOS, R. C. 100 anos da cosmologia relativística (1917–2017). parte i: Das origens à descoberta da expansão universal (1929). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 1, 2018.
8. ROCHA, V. R.; TORT, A. C. Redescobrimo a lei empírica de Hubble em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, 2019.
9. SOARES, Domingos. O universo estático de Einstein. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 1-4, 2012.
10. SOARES, Domingos. Os fundamentos físico-matemáticos da cosmologia relativista. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 1-6, 2013.
11. SOARES, Domingos. UGE, Universo da Gominha Esticada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 4, p. 4301, 2014.
12. VIEIRA, Frederico et al. Habitabilidade cósmica e a possibilidade de existência de vida em outros locais do universo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 4, 2018.
13. VIGLIONI, Arthur; SOARES, Domingos. Observações sobre as soluções clássicas da equação de Friedmann. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4702-4702, 2011.
14. WAGA, Ioav. Cem anos de descobertas em cosmologia e novos desafios para o século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 157-173, 2005.

- **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**

1. AGUIAR, Ricardo Rechi; HOSOUME, Yassuko. Tópicos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia na 1ª série do ensino médio como parte integrante de um projeto curricular diferenciado de Física. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 25, p. 51-70, 2018.
2. ARTHURY, Luiz Henrique Martins; PEDUZZI, Luiz OQ. A Teoria do Big Bang e a natureza da ciência. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 20, p. 59-90, 2015.

- **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**

1. COMPIANI, Maurício. Narrativas e desenhos no ensino de astronomia/geociências com o tema "a formação do universo": um olhar das geociências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 12, n. 2, p. 257-278, 2010.

2. RODRIGUES, Marta de Souza; LEITE, Cristina. Astronomia Cultural: Análise de materiais e caminhos para a diversidade nas aulas de ciências da natureza. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 22, 2020.

- **Revista Ciência e Educação**

1. CORREIA, Paulo Rogério Miranda; NARDI, Adriano. O que revelam os mapas conceituais dos meus alunos? Avaliando o conhecimento declarativo sobre a evolução do universo. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, n. 3, p. 685-704, 2019.

- **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**

1. BAGDONAS, Alexandre; AZEVEDO, Hernani Luiz. O projeto de lei “Escola sem Partido” e o Ensino de Ciências. **Alexandria: Revista de Educação Em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 259-277, 2017.

- **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**

1. CAMPANARIO, Juan Miguel. Científicos que cuestionan los paradigmas dominantes: algunas implicaciones para la enseñanza de las ciencias. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 3, p. 257-286, 2004.
2. CYRINO DE MELLO FORATO, Thaís; BAGDONAS, Alexandre; TESTONI, Leonardo. Episódios históricos e natureza das ciências na formação de professores. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 3511-3516, 2017.
3. PONTES LEAL, Karel; ALCANTARA, Marlon C; CYRINO DE MELLO FORATO, Thaís. Edwin Hubble e o enigma do Redshift: uma proposta de trabalho baseada na Whole Science. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 3729-3734, 2017.
4. SILVA, HC da; ALMEIDA, M. J. P. M. O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 1-25, 2005.

- **Revista da Sociedade Brasileira de História das Ciências**

1. BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, João; GURGEL, Ivã. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014.

- **Simpósio nacional de Educação em Astronomia**

1. BAZETTO, Maria Cecília Queiroga; BRETONES, Paulo Sergio. A Cosmologia em teses e dissertações sobre ensino de Astronomia no Brasil. *In: I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*. 2011. Rio de Janeiro. Anais [...]
2. GINEBRO, Tiago Nadim; BRETONES, Paulo Sergio. Adaptação e encenação da atividade Big Bang Brasil: Análise de uma Prática para levar a história da cosmologia às escolas. *In: II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*. 2012. São Paulo. Anais [...] São Paulo: 2012. p. 47-53.
3. HENRIQUE, Alexandre Bagdonas; JÚNIOR, Pedro D. Colombo. Big Bang Brasil: uma peça teatral com abordagem histórico-filosófica para o ensino de cosmologia. *In: I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*. 2011. Rio de Janeiro. Anais [...] Rio de Janeiro: 2011. p 47-53.
4. SANTOS, Ramissés Feld. **Noções de astrofísica e de cosmologia moderna nas aulas de física do ensino médio: uma sequência didática a partir do Paradoxo de Olbers**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

- **Simpósio Nacional de Ensino de Física**

1. CAMPOS, Fernando Custodio Cerqueira; PEREIRA, Brenda Braga. Aplicação de uma proposta didática utilizando a história e filosofia da ciência para auxiliar a transposição do tema “Galáxias Com Núcleos Ativos” para o Ensino Médio. *In: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. 2017. São Carlos. Anais [...]
2. CRUZ, Ingrid Aparecida; LIBARDI, Helena. Oficinas para o ensino de Astronomia e Cosmologia no Ensino Básico. *In: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. 2017. São Carlos. Anais [...]
3. DIAS, PMC; SANTOS, WMS. O passado, o presente e o cotidiano: uma tentativa de ensinar Física. *In: Simpósio nacional de ensino de Física*. 2003. Anais [...] p. 1615-1623.
4. DOMINGOS, Rafael Brock et al. Divulgação científica com temas de Etnoastronomia, Cosmologia e Astrobiologia. *In: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. 2017. São Carlos. Anais [...]
5. DOS SANTOS LIMA, Clara Tereza; SANTOS, Wilma Machado Soares. Modelo Cosmológicos: Uma apresentação introdutória. *In: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. 2005. Rio de Janeiro. Anais [...]
6. GAMA, L. ZANETIC, João. Abordagens epistemológicas no Ensino de Física: A Cosmologia como tema motivador. *In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. 2009 Vitória. Anais [...]

7. GLASS, Ronald David. Revisitando os fundamentos da educação para a libertação: o legado de Paulo Freire. **Educação & Realidade**, v. 38, n. 3, p. 831-851, 2013.
8. HENRIQUE, Alexandre B.; SILVA, Cibelle Celestino. Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia: o universo teve um começo ou sempre existiu. *In: VII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC*, 2009. Florianópolis. Anais [...]
9. HENRIQUE, Alexandre B.; SILVA, Cibelle Celestino. Um curso sobre história da cosmologia na formação inicial de professores. *In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2011. Manaus. Anais [...]
10. HENRIQUE, Alexandre B.; ZANETIC, João; GURGEL, Ivã. O grande erro de Einstein, a descoberta da expansão do universo e as reconstruções racionais da cosmologia. *In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*. 2013. São Paulo. Anais [...]
11. HYGINO, Cassiana Barreto; LINHARES, Marília Paixão. Concepções alternativas e abordagens em sala de aula sobre cosmologia e movimento dos astros: Uma revisão da literatura do contexto brasileiro. *In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*. 2013. São Paulo. Anais [...]
12. JARDIM, Wagner Tadeu; GUERRA, Andréia. Ensinando Física Moderna E Contemporânea: Cosmologia Em Vídeos E Imagens. **XIX Simpósio Nacional De Ensino De Física**, 2011. Manaus. Anais [...]
13. MORAIS, F. V. et al. Dos mitos ao Big Bang: investigando as concepções de universo dos alunos da 5ª série do ensino fundamental de uma escola da periferia da cidade de Natal-RN. *In: Simpósio Nacional de Ensino de Física*. 2005. Rio de Janeiro. Anais [...] Rio de Janeiro: 2005. p. 11-66, 2005.
14. PAGANOTTI, Arilson et al. Caracterização de estudantes do Ensino Médio de escolas da rede pública federal e estadual de Minas Gerais sobre conceitos contemporâneos de astronomia e cosmologia. *In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física*. 2015. São Paulo. Anais [...]
15. RIBEIRO, Marcus Vinicius et al. Um jogo para debater cosmologia em seu contexto social: experiências em um curso para professores de Física. *In: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. 2017. São Carlos. Anais [...]
16. SEABRA, Maria Emilia Faria; BAGDONAS, Alexandre; MACIEL, Antônio Marcelo Martins. A cosmologia em artigos das principais revistas de ensino de física do Brasil. *In: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. 2017. São Carlos. Anais [...]

