

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS BENTO GONÇALVES**

**Uma revisão bibliográfica sobre o ensino de Cosmologia
no Ensino Médio**

Eduardo Vignatti

Bento Gonçalves, junho de 2018

Eduardo Vignatti

**Uma revisão bibliográfica sobre o ensino de Cosmologia
no Ensino Médio**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado junto ao curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, *Campus* Bento Gonçalves, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Me. Tiago Belmonte Nascimento

Coorientador: Prof. Dr. Manuel Almeida Andrade Neto

Bento Gonçalves, Junho de 2018

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Paulo Vignatti e Nelcir Basso Vignatti, que sempre me deram e me dão tanto sem nunca pedir nada em troca...

Aos meus colegas e professores, parceiros e mestres nesta jornada.

Aos meus orientadores, Tiago Belmonte Nascimento e Manuel Almeida Andrade Neto pela dedicação, respeito e conhecimentos que compartilharam comigo: obrigado professores, sem vocês nada disso seria possível.

À Chevrolet do Brasil por fabricar um carro tão marcante quanto o Opala 6 cilindros.

RESUMO

Tópicos envolvendo Universo, Cosmos, Cosmologia, Estrelas, Planetas, Galáxias, etc. sempre despertam a atenção de todos. Obviamente que na escola não seria diferente. Entretanto, a abordagem desses assuntos no Ensino Fundamental e Médio no Brasil ainda é tímida. Nesse sentido, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem por objetivo fazer uma pesquisa bibliográfica (um levantamento bibliográfico) sobre quantos e quais artigos envolveram predominantemente o tema da Cosmologia (e seus tópicos) no Ensino Médio no Brasil dentro de seis periódicos científicos no período de 2007 a 2017. O levantamento desses dados permitiu inferir a quantidade de artigos sobre Cosmologia no Ensino Médio. Além disso, estes dados também podem auxiliar futuras pesquisas na área de ensino que tratam da inserção da Cosmologia na educação. Este trabalho permite aos pesquisadores novas interpretações no cenário educacional, abrindo possibilidades de uma maior abordagem do tema Cosmologia no Ensino Médio de forma a tornar mais qualificada e atrativa a educação praticada no Brasil, vislumbrando um possível aumento de tópicos deste tipo nos currículos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Cosmologia, Ensino Médio, Pesquisa Bibliográfica, Currículo Escolar.

ABSTRACT

Topics involving Universe, Cosmos, Cosmology, Stars, Planets, Galaxies, etc. always arouse the attention of all. Obviously school would be no different. However, the approach to these subjects in primary and secondary education in Brazil is still timid. In this sense, this Course Completion Work (TCC) aims to make a bibliographical research (a bibliographical survey) on how many and which articles have predominantly involved the topic of Cosmology (and its topics) in High School in Brazil in six popular scientific journals in the period from 2007 to 2017. The survey of these data allowed us to infer the number of articles on Cosmology in High School. In addition, these data may also help future research in the field of education that addresses the insertion of Cosmology in education. This work allows researchers new interpretations in the educational scenario, opening up possibilities for a larger approach to the topic of Cosmology in High School in order to make the education practiced in Brazil more qualified and attractive, envisaging a possible increase of topics of this type in curricula.

Keywords: Physics Teaching, Cosmology, High School, Bibliographic Research, School Curriculum.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Entalhe em osso.	10
Figura 2. Metodologia.	21
Figura 3. Representação da quantidade de periódicos por ano, linearmente apresentada, onde cada revista possui uma cor distinta.	37
Figura 4. Gráfico da quantidade total de periódicos por ano.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Artigos utilizados nesta pesquisa sobre o ensino de Cosmologia no Ensino Médio.....	30
---	-----------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. Por que Astronomia, por que Cosmologia?.....	10
1.2. Por que no Ensino Médio?.....	12
1.3. O que trata este Trabalho de Conclusão de Curso	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3. METODOLOGIA	21
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	30
5. CONCLUSÃO	41
6. REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

1.1. Porque Astronomia, porque Cosmologia?

Astronomia é a Ciência mais antiga. O céu noturno despertou o interesse dos povos há muito tempo. Sítios arqueológicos do Homem de Cro Magnon na França e na Alemanha mostram entalhes em ossos de animais com cerca de 30.000 anos, os quais ilustram as fases da Lua.

A Figura 1 abaixo¹ é um entalhe em osso de animal mostrando as fases da Lua. Entalhes como esses foram achados em cavernas na França e na Alemanha. Os sacerdotes astrônomos dessas Culturas tardias do Paleolítico Superior (Cultura Aurignaciana da Europa) entendiam conjuntos matemáticos e a interação entre o ciclo anual da lua, a eclíptica, o solstício e as mudanças sazonais na Terra.

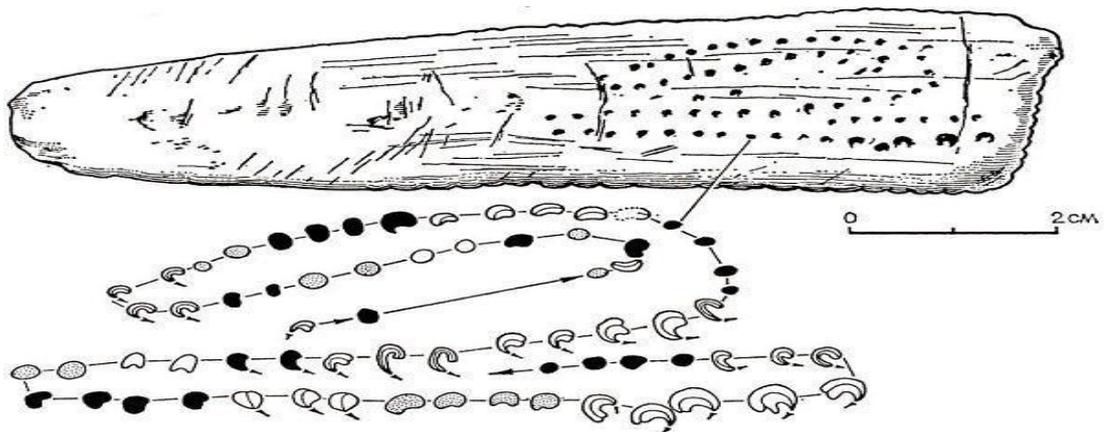


Figura 1. Entalhe em osso.

Estes calendários são os documentos astronômicos mais antigos conhecidos, 25.000 anos anteriores à própria escrita [1]. Muitos desses calendários lunares foram feitos em pequenos pedaços de pedra, ossos ou em chifres para que pudessem ser facilmente transportados. Estes calendários lunares pequenos, portáteis e leves podiam ser facilmente transportados em viagens prolongadas, como incursões longas de caça e migrações sazonais.

Esses achados mostram que:

- A Cosmologia está interligada a história do ser humano.

¹ <https://sservi.nasa.gov/articles/oldest-lunar-calendars/>.

- Nossos ancestrais eram perspicazes e já tinham uma cultura bem complexa, uma vez que evidenciam seu conhecimento sobre o ciclo lunar e suas relações com atividades de caça, pesca, rituais e previsões.
- E que, desde a antiguidade tentamos entender o universo, ou o mundo ao nosso redor, bem como perguntas sobre de onde viemos e como tudo existe.

A religião e filosofia sempre estiveram atreladas às observações e indagações do Cosmos e hoje mesmo, com toda tecnologia disponível, não podemos desvincular uma de outra. A maior parte das culturas antigas se preocupava com a origem e existência do Cosmos: os indianos tinham o conceito de Brahmanda, um ovo Cósmico que continha o universo inteiro, como todos seus elementos da matéria viva ou não viva. Nas culturas nórdicas, por outro lado, havia o conceito cosmológico de uma árvore que carregava o universo em suas raízes e galhos. Assim, a Cosmologia estuda a estrutura, evolução e composição do universo.

Durante a passagem de tempo houveram saltos que nos fizeram compreender muito melhor toda essa existência. Os primeiros conhecidos a catalogar de forma organizada e discutir suas observações e crenças foram os filósofos gregos, principalmente os pré-socráticos. Para eles a natureza passava por constantes alterações sendo isso necessário para o equilíbrio do universo. O Cosmos (do grego quer dizer organização, harmonia) era tudo que existe, desde as pequenas partículas até constelações.

Os filósofos eram indivíduos que pensavam de forma abrangente, sobre todos os ramos conhecidos da vida, diferentemente de hoje, onde eles são voltados exclusivamente para sua própria ciência, a Filosofia.

Com o tempo, o progresso dos gregos pelo avanço das rotas marítimas, invenções da escrita, moeda, calendário próprio e dos seus centros (as polis), eles deixaram de lado o pensamento baseado na mitologia, onde tudo ocorria pela vontade dos deuses, e colocaram as ações do homem como criadoras da sua própria sorte, sendo isso conhecido como o nascimento do pensamento ocidental racional. Naturalmente foram surgindo diferentes pensamentos relativos à concepção de universo, os seguidores de Aristóteles (382 – 322 a. C.) já naquela época defendiam a teoria Geocêntrica, sendo o planeta Terra o centro do Universo.

No século I depois de Cristo, o geógrafo Alexandrino Estrabão escreveu: “Aqueles que retornam de uma tentativa de circunavegação não relatam impedimentos por terras opostas, pois os mares permanecem sempre abertos; provavelmente o impedimento é a escassez de alimentos ou água (...) nos diz Eratóstenes (filósofo e matemático que calculou o raio da Terra na época da Grécia antiga [2]) que se a extensão do Atlântico não é um obstáculo, a passagem do mar da Ibéria para a Índia deve ser feita facilmente (...). Sendo bem provável que na zona temperada haja uma ou duas terras habitadas (...). E realmente se esta ou outra parte do mundo é habitada, não o é por homens como os daqui, e deveremos considerá-la como um outro mundo habitado”.

Ao longo da história da humanidade, o estudo da Astronomia (e Cosmologia) se mostra útil e necessário em várias situações [3], deixando de lado aquela visão ingênua e romântica de que “*é bacana ficar observando um céu estrelado*”, embora, de fato, seja uma atividade muito prazerosa. Assim, investimos uma parcela de nossos impostos em estudos desse tipo porque nos traz benefícios, nos dá prazer e por questões de evolução e sobrevivência da espécie humana [4].

1.2. Por que no Ensino Médio?

Melhor seria perguntar, por que não? Por que não no Ensino Médio uma vez que se trata de uma ciência que além de atraente aos estudantes pode ser ensinada qualitativamente com bons resultados [5]. Apesar disso, tanto no exterior [6] quanto no Brasil, muito pouco é feito nesse sentido como mostra esta pesquisa. Vamos discutir um pouco mais este aspecto.

A motivação mais relevante para se pesquisar sobre o ensino de Cosmologia nas escolas vem da observação em sala de aula como aluno e da discussão com colegas que estão lecionando há um bom tempo: o estado pouco motivador da educação no Brasil (baixos salários, carga horária de trabalho excessiva, pouca valorização dos profissionais da educação no país como um todo) [7,8] e também pelo fato deste tema despertar a atenção e a curiosidade dos alunos desde as séries iniciais do Ensino Básico. Além disso, Astronomia e Cosmologia são temas

importantes, inclusive filosoficamente, sendo que estão renegados, esquecidos, parecendo distantes e obtusos.

Como descrito acima, na antiguidade a Cosmologia (Astronomia) era uma necessidade. Mas também era parte da religião dos povos. Ela os fazia refletir sobre sua própria existência e do mundo ao seu redor. Registros históricos [3] mostram de forma clara e evidente que foi muito importante o homem fazer tais questionamentos, pois dessa busca muitas tecnologias que facilitam nossa vida surgiram [4], inclusive alterando o próprio ser humano e as relações entre eles. O estudo da Cosmologia (e da Astronomia) também se reflete inclusive nas Ciências Humanas, logo, a redundância é proposital, a Cosmologia (e a Astronomia) é interdisciplinar, com reflexos em vários campos do conhecimento humano.

Se no passado tal tema teve alto grau de importância, e sabemos que ainda hoje o tem, porque não vemos a abordagem deste tópico no Ensino Médio, onde – quando aparece – são pequenos textos e imagens com conhecimentos básicos sobre Astronomia. É sensato e recomendável que se dê atenção a grandes questões, grandes temas, apresentando-os para os alunos desde a época que eles possam entender e julgar argumentos e sínteses para si mesmos, não privando de forma equívoca matérias mais profundas e elaboradas como Cosmologia que é um tópico importante e atraente para os estudantes.

Cosmologia é parte da Astronomia, uma ciência. Vejamos o que diz Carl Sagan [9], cientista e divulgador científico, sobre ciência:

"A ciência é muito mais do que um corpo de conhecimento. É uma maneira de pensar. E isso é fundamental para o nosso sucesso. A ciência nos convida a aceitar os fatos, mesmo quando eles não estão de acordo com nossos preconceitos. Ela nos aconselha a levar hipóteses alternativas em nossas cabeças e ver quais são as que melhor correspondem aos fatos. Impõe-nos um equilíbrio perfeito entre a abertura sem obstáculos a novas ideias, por mais heréticas que sejam, e o mais rigoroso escrutínio cético de tudo – estabelecendo novas ideias e sabedoria. Precisamos da ampla apreciação desse tipo de pensamento. Funciona. É uma ferramenta essencial para uma democracia em uma era de mudança. Nossa tarefa não é apenas treinar mais cientistas, mas também aprofundar a compreensão pública da ciência".

A Cosmologia abre portas para o ensino da Física Moderna e Contemporânea nas escolas, o que hoje é uma necessidade, tanto curricular, quanto para o que se percebe que é necessário para sociedade. Ou seja, melhora o entendimento do aluno nas demais áreas da Física, mostrando a Física como uma ciência dinâmica, fortemente atrelada aos avanços da humanidade.

Embora em uma aproximação qualitativa para o Ensino Médio a Cosmologia é de fácil entendimento e compreensão, para os alunos que nunca tiveram esta abordagem é uma matéria que parece difícil, distante da sua realidade e seu cotidiano, não trazendo interesse, pois eles não têm ideia do que trata. Portanto, ensinar Cosmologia no Ensino Médio desfaz o mito “daquela coisa difícil, que só cientistas com óculos espessos e quadrados têm condições de praticar”.

Finalmente, como educadores devemos transformar esses obstáculos em degraus mais “leves” de serem superados, trazendo como consequência benefícios pessoais para os alunos. Os professores também devem se aperfeiçoar em Cosmologia, pois com um maior estudo, fica mais fácil preparar aulas descomplicadas, onde pode ser possível apresentar muitos outros temas, inclusive inserindo na Física Clássica do Ensino Médio, deixando de lado a noção de aula apática, repetitiva, utilizando-se de temas mais modernos e rebuscados, filosóficos inclusive, aumentando consequentemente na sociedade uma maior desmistificação da noção de conhecimentos muito difíceis que a Física Moderna passa.

Junto com as motivações citadas acima já há embasamento jurídico para ensinar Cosmologia no ensino médio, bastando apenas iniciarmos. O próprio PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) cita diretamente:

“A possibilidade de um efetivo aprendizado de Cosmologia depende do desenvolvimento da teoria da gravitação, assim como de noções sobre a constituição elementar da matéria e energética estelar. Essas e outras necessárias atualizações dos conteúdos apontam para uma ênfase à Física Contemporânea ao longo de todo o curso (também chamada de Física Moderna e Contemporânea), em cada tópico, como um desdobramento de outros conhecimentos e não necessariamente como um tópico a mais no fim do curso. Seria interessante que o estudo da Física no Ensino Médio fosse finalizado com uma discussão de temas que permitissem sínteses abrangentes dos conteúdos trabalhados. Haveria, assim,

também, espaço para que fossem sistematizadas ideias gerais sobre o Universo, buscando-se uma visão cosmológica atualizada”. Fica claro que novos caminhos devem ser abertos, novas propostas realizadas.

1.3. O que trata este Trabalho de Conclusão de Curso

As motivações descritas acima impulsionaram a ideia deste trabalho de TCC: fazer um levantamento e apresentar quais artigos envolveram predominantemente o tema da Cosmologia no Ensino Médio no Brasil dentro de seis periódicos científicos Brasileiros no período de 2007 a 2017, e sugerir através desses dados novas possibilidades para a educação brasileira.

Os artigos foram classificados em uma planilha comum, por periódico, quantidade e quantidade total por periódico e categoria.

Através de trabalhos de pesquisa deste tipo pode-se evidenciar algumas das dificuldades citadas e discutir possíveis soluções, fornecendo suporte para a melhora da educação no ensino de Física no Brasil, produzindo reflexos positivos na sociedade.

Ao ensinar Cosmologia abrimos um leque também de aproximação com outros conteúdos e matérias, tornando as tarefas interdisciplinares muito mais interessantes e aprofundadas.

É necessário que o pensamento questionador tenha espaço para crescer já na escola sendo apresentado a temas de tal relevância, onde cada aluno se torna um pequeno cientista tentando dar respostas para as maiores perguntas da humanidade: “de onde viemos”, “o que somos?”, “para onde vamos?”.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”
(Albert Einstein).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Kragh [10], conforme os estudantes avançam seus estudos em ciências, os estudantes do Ensino Básico e dos cursos de graduação das Universidades são confrontados com questões envolvendo Cosmologia. Segundo este mesmo autor, devido ao fato de que a Cosmologia se relaciona com conhecimentos prévios adquiridos pelos estudantes fora da escola, ela fornece uma maneira de diminuir a lacuna entre as disciplinas das ciências exatas e das ciências humanas.

Para Fróes [11] estudos em diversos países sobre temas científicos relacionados a astronomia, astrofísica e cosmologia são considerados muito interessantes por alunos em idade escolar. Segundo ele, é ainda mais notável que isso se verifica independentemente do sexo. Espera-se, portanto, que iniciativas para estimular o interesse por física e matemática devem envolver os temas em questão. Esse artigo apresenta sistematicamente tópicos interessantes dentro destas três áreas, com maior ênfase em cosmologia, visando orientar o professor.

Terrazan [12] cita que a prática escolar usual exclui tanto o nascimento da ciência, como a entendemos, a partir da Grécia Antiga, como as grandes mudanças no pensamento científico ocorridas na virada deste século e as teorias daí decorrentes. Dessa forma, a grande concentração de tópicos se dá na física desenvolvida aproximadamente entre 1600 e 1850. Além disso, dificilmente se cumpre toda essa programação. É comum os programas mais completos de física no ensino médio se reduzirem apenas à Cinemática, Leis de Newton, Termologia, Óptica Geométrica, Eletricidade e Circuitos Simples.

Jindriska *et al* [13] apresentam inovações para um curso de Cosmologia, com o tópico *Introduction to Cosmology*. Este curso é desenvolvido para alunos dos cursos de graduação em Física, especialmente para os cursos que vão formar futuros professores. Segundo os autores, o curso ajudará os professores deste tópico a adquirirem uma visão cósmica do mundo e a incorporar nas suas atividades didáticas as teorias científicas, incluindo a evolução cosmológica. Fica claro que para os licenciados em física, a transposição de parte deste material para o âmbito do Ensino Médio seria uma forma de introduzir Cosmologia nesta modalidade de

ensino de forma atraente e simples, despertando nos alunos mais interesse pelas aulas e aumentando seu conhecimento.

Uma parcela significativa dos livros texto de Física dos cursos de graduação em Física (Bacharelado e Licenciatura) não definem “exatamente” o termo Cosmologia [14], [15], [16], [17]. A Cosmologia aparece nestes textos nos capítulos sobre Física de Partículas. É justificado, uma vez que o estudo das partículas e das interações entre elas – reducionismo – leva à compreensão de um sistema de grande escala como o Universo – complexidade. Ao conectar todos os tópicos destes capítulos o estudante é levado à conclusão inevitável do que é Cosmologia: Cosmologia é um ramo da astronomia que envolve o estudo da origem, evolução e destino do universo, desde o Big Bang até hoje e para o futuro. Em sites de referência, como o da NASA [18], encontramos a definição de Cosmologia: é "o estudo científico das propriedades em larga escala do universo como um todo".

O estudo de um sistema de larga escala como o Universo (Cosmologia) requer a Teoria da Relatividade Geral. Andreia *et al* [19] discutem uma proposta curricular de inserção do estudo da teoria da relatividade restrita e da teoria da relatividade geral já na primeira série do ensino médio. Tal proposta é construída a partir de uma abordagem histórico-filosófica da ciência, onde a relação entre a física com outras produções culturais constituiu-se em um viés privilegiado para se trabalhar com os adolescentes as questões científicas respondidas pelos trabalhos de Albert Einstein. Trata-se de uma abordagem qualitativa, porém útil se o aluno entender estas relações.

Embora o trabalho de Ramos e Scarinci [20] tenha sido desenvolvido apenas com 16 alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Campinas, ele mostra, segundo a perspectiva epistemológica de Gaston Bachelard [21], obstáculos epistemológicos² para o aprendizado das concepções de espaço-tempo entre estes alunos. Não é incorreto generalizar esses resultados para uma média (isto é, um comportamento geral médio dos alunos desse nível de escolaridade), com poucas diferenças. As noções de espaço e tempo dos alunos

²Epistemologia significa ciência, conhecimento, é o estudo científico que trata dos problemas relacionados com a crença e o conhecimento, sua natureza e limitações. É uma palavra que vem do grego.

nesse estágio é um tanto concreta, empírica, salientada pelo próprio artigo. Estes paradigmas começam a ser quebrados pela própria indústria cinematográfica com filmes de ficção científica como *Interstellar* [22], onde a noção de espaço se mostra unida, conectada, indissociada da noção de tempo, e onde o tempo apresenta-se não mais absoluto, mas sim relativo, uma coordenada que pode variar. Há mais exemplos de documentários, filmes e seriados de ficção científica que mostram os tópicos Cosmologia, Astronomia e Astrofísica. Eles despontam como ferramentas bastante úteis no suporte ao ensino de Cosmologia: tem efeitos visuais que impressionam, são lúdicos quando comparados a um livro texto, possuem uma linguagem mais acessível aos alunos e estão na categoria de entretenimento, não na dos deveres.

Hugo *et al* [23] apresentam na prática uma reformulação escolar do problema abordado por Hubble (a relação entre *redshift* e distância das galáxias) e exploram as principais dimensões educacionais que emergem do mesmo. Não é uma abordagem simples, uma vez que se destina a alunos do último ano do nível médio e dos primeiros anos do curso superior e a estudantes e professores de Institutos de Formação Docente. Segundo os autores, as atividades práticas realizadas mostram que a proposta é viável, que mobiliza inquietudes em torno da temática e da Astrofísica e que se fortalece ao adquirir um caráter lúdico e cooperativo.

Em 20 de dezembro de 1996 foi promulgada a nova Lei de Diretrizes e Bases para a Educação (LDB ou LDBE), Lei nº 9.394 [24]. Desde sua promulgação, ela vem promovendo os seguintes segmentos da educação no Brasil: educação infantil (agora sendo obrigatória para crianças a partir de quatro anos); ensino fundamental; ensino médio (estendendo-se para os jovens até os 17 anos). Além de outras modalidades do ensino, como a educação especial, indígena, no campo e ensino a distância. Pela nova LDB e posteriormente pela elaboração das novas Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCNEM/98) e pela elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), o objetivo da escola média passa a voltar-se a formação do estudante independente da escolaridade futura. Assim, busca-se desenvolver na educação básica uma formação voltada para a atuação do estudante na sociedade, conforme destacam Kawamura e Hosoume [25].

Desde então, a inserção de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC na educação básica) – incluídos ai Astronomia, Astrofísica e Cosmologia como parte do conteúdo da Física Moderna – tem sido debatida sob diferentes enfoques em diversas pesquisas relativas ao ensino e educação em Física. Nesse sentido, trabalho de Figueira e Pierson [26] identifica nas justificativas para a incorporação de conteúdos de FMC no currículo da educação básica apresentadas pelos autores em Teses e Dissertações, sua consonância, ou não, com a nova perspectiva apontada para a educação básica brasileira. Estas justificativas destacam a importância na atuação no meio social, contribuições à estrutura do pensamento da física e ausência de aspectos que reconheçam a tecnologia como uma forma de conhecimento com características próprias e em relação direta com questões econômicas, sociais e culturais, destacando exclusivamente aparatos tecnológicos como “ciência aplicada”.

A maioria dos autores inclui o tópico Física Moderna nos livros do Ensino Médio. Este tópico, em média, ocupa cerca de um terço de todo o conteúdo do equivalente ao volume três de uma série de três volumes. No total do conteúdo varrendo desde a Mecânica (volumes 1), passando pela Termodinâmica (volumes 2) até a Física Moderna (volumes 3) o conteúdo de Física Moderna compõe aproximadamente de 10% a 20% [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33]. Embora a Radiação de Corpo Negro apareça em todos eles, sua abordagem inicial (correta) é relacionada à Antiga Teoria Quântica, onde se buscava uma solução para o espectro de emissão de um corpo quente. Entretanto é mencionado em apenas dois deles que é um espectro relacionado à Radiação de corpo Negro que permeia todo o Universo na temperatura de 2,7 K (a chamada Radiação Cósmica de Fundo), um remanescente do Big Bang³. Conteúdo versando sobre ou relacionado com Cosmologia (Lei de Hubble, Big Bang, As Quatro Forças Fundamentais da Natureza, Medidas Astronômicas, Modelos Cosmológicos, Astrofísica, Energia Escura, Matéria Escura, Partículas, Lentes Gravitacionais, Evolução Estelar, Buracos Negros, Cosmologia, Radioastronomia, Galáxias e Estrelas, Radiação Cósmica de Fundo) é encontrado em [27], [29], [30], [31], [32] e [33].

³A Teoria do Big Bang é a Teoria Cosmológica que prevalece como modelo Cosmológico para o Universo.

Os parágrafos acima permitem inferir que a inserção de Cosmologia como parte do conteúdo da FMC no Ensino Básico não se trata meramente de abordar um tema atual, atraente aos alunos, que envolve a utilização de aparelhos de ponta (alta tecnologia) e imagens com grande apelo visual e estético. As implicações e a importância da Cosmologia e demais tópicos dentro do conteúdo de FMC ultrapassa as fronteiras da sala de aula com implicações positivas no campo histórico, social e cultural. Discutiremos isso novamente, com um pouco mais de detalhes, na conclusão.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada consistiu na revisão bibliográfica sobre artigos que envolveram predominantemente o tema da Cosmologia (e seus tópicos) no Ensino Médio dentro de seis populares periódicos científicos no período de 2007 a 2017. Num primeiro momento desenvolvemos uma revisão teórica sobre a inserção do Ensino de Cosmologia/Física Moderna no Ensino Médio.

Para realizarmos esta revisão bibliográfica selecionamos as Coleções Didáticas (Livros Didáticos) mais utilizadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul *Campus* Bento Gonçalves (IFRS-BG), bem como, os artigos publicados nos principais periódicos nacionais de Ensino de Física e Ensino de Ciências, que abordam a inserção da Cosmologia no Ensino Médio.

Esta revisão bibliográfica tem por objetivo desenvolver uma revisão teórica sobre a inserção do Ensino de Cosmologia no Ensino Médio, apresentar e acrescentar ao panorama da educação brasileira novas informações sobre a quantidade de publicações sobre Cosmologia no ensino médio, o que servirá de base para futuros estudos sobre o ensino de Física no Brasil.

A Fig. 2 abaixo mostra um resumo das etapas realizadas neste Trabalho de Conclusão de Curso.

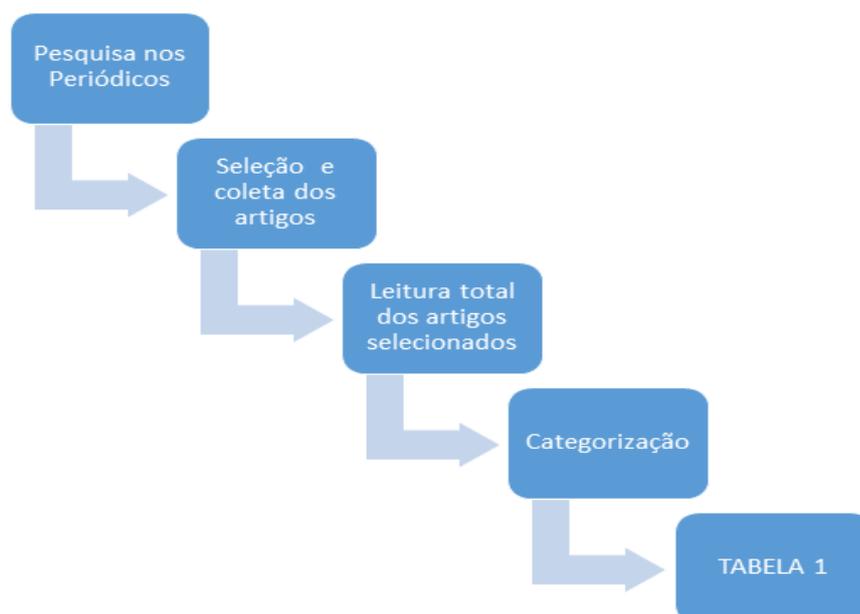


Figura 2. Metodologia.

De acordo com Tasca et al. (2010) [34], a análise do contexto, a definição de um problema e das questões direcionadoras dão início ao processo de pesquisa científica, motivando assim os pesquisadores a procurarem informações sobre determinada temática em bases bibliográficas.

Os artigos foram localizados dentro de seis periódicos científicos populares no período de 2007 a 2017, consistindo numa revisão bibliográfica que envolveu predominantemente o tema da Cosmologia (e seus tópicos) no Ensino Médio, onde foram verificados os resumos e os temas, o que levou a uma seleção destes, e após foi feita uma leitura onde foram categorizados e incluídos numa tabela.

Critérios para seleção dos Artigos

Fonte dos dados

A pesquisa foi realizada em seis conceituados periódicos brasileiros de educação em Física e Ciências, que serviram de base de dados para coleta de artigos que tratassem do ensino de Cosmologia no Ensino Médio, sendo eles:

- Caderno Brasileiro de Ensino de Física (UFSC);
- Revista Latino Americana de ensino de Astronomia;
- Ciência & Educação (UNESP – Bauru);
- Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF);
- Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC);
- Investigações em Ensino de Ciência (UFRGS).

Seleção dos artigos

Podendo existir uma quantidade grande de artigos, foi estipulado o intervalo de tempo do ano 2007 até 2017 dos periódicos, também com o intuito de apresentar o que está acontecendo mais recentemente na educação. Ao apresentar uma linha temporal mais curta, há a possibilidade de maior concisão.

Eles foram selecionados ao apresentar trabalhos, pesquisas, sobre o ensino de Cosmologia no ensino médio, ou que servissem como ferramentas para auxiliar, ou facilitar este aprendizado.

Foi utilizado o domínio virtual de cada periódico, onde através suas edições dentro do tempo limite, foram lidos todos títulos e resumos dos artigos, fazendo assim uma primeira seleção, que posteriormente passariam por mais critérios que serão descritos a seguir.

Além da pesquisa unitária em cada artigo, foi realizada através do mecanismo de busca de cada revista uma outra forma de pesquisa, utilizando-se por palavras pré-definidas nos títulos ou no seu conteúdo, que neste caso foram: “Cosmologia, Universo, Big Bang, Relatividade, Gravidade, Hubble, Matéria, Energia escura, Teoria das Cordas, Ensino de Física Moderna, Einstein, Buracos Negros, Viagem no Tempo, Quarks”.

Critérios de inclusão e exclusão

Foram escolhidos os artigos que tivessem tópicos da matéria como foco e não como temas aderentes dentro de trabalhos de outras matérias como, por exemplo, Astronomia, logo foram excluídos os que apenas continham partes da Cosmologia.

As pesquisas realizadas em ensino fundamental, superior, ou somente sobre Cosmologia em si também foram não foram utilizadas.

Classificação dos artigos

Depois de selecionados os artigos, foi lido integralmente seu conteúdo, onde através de uma análise minuciosa estes foram categorizados por tópicos da Cosmologia em formato de ordem alfabética, apenas para melhorar a visualização dos resultados.

A. Evolução do Universo

B. O Paradoxo de Olbers

C. Lei de Hubble

- D. Big Bang**
- E. Inflação**
- F. Teoria de Relatividade**
- G. Radiação do Fundo do Universo**
- H. Densidade Crítica - Matéria e Energia Escura**
- I. Resultados do WMAP e Planck**
- J. Quarks**
- K. Teoria de Cordas**
- L. Microlentes Gravitacionais**

Descrição sumarizada dos itens selecionados nos artigos

A. Evolução do Universo

A cronologia da evolução do Universo trata desde o Big Bang até os possíveis futuros, com todos eventos ocorridos no passado, suas fases e modelos [1].

B. O Paradoxo de Olbers

O Paradoxo de Olbers (ou paradoxo da noite escura) explica que a escuridão do céu noturno está em contradição a hipótese de um universo infinito, estático e com infinitas galáxias e estrelas. Se o universo fosse infinito, estático e populado por uma quantidade infinita de estrelas qualquer linha de visão partindo da Terra coincidiria provavelmente com uma estrela suficientemente luminosa, de forma que o céu seria completamente brilhante, como se fosse dia, em contraponto à observação do céu predominante escuro [1].

C. Lei de Hubble

A chamada lei de Hubble, determinada em 1923, mostra a velocidade de afastamento entre as galáxias que compõem o universo. Foi captado um deslocamento das linhas espectrais da galáxia Andrômeda para os comprimentos de onda que indicavam a cor azul para a luz. Essa observação foi possível graças ao efeito Doppler aplicado à luz. No afastamento mútuo entre fonte luminosa e observador, há diminuição das frequências percebidas pelo observador; se houver aproximação, as frequências percebidas tornar-se-ão cada vez maiores. Depois de analisar o comportamento de estrelas denominadas

Cefeidas e da galáxia Andrômeda por meio de imagens capturadas pelo telescópio de Monte Wilson, Edwin Hubble e Milton Humason determinaram a distância estimada entre Andrômeda e outras galáxias e o comparar as distâncias entre elas e suas velocidades de afastamento, os astrônomos perceberam que as mais distantes estavam afastando-se com velocidade maior [1].

D. Big Bang

A teoria mais aceita sobre a origem do universo pela comunidade científica é baseada na teoria da Grande Explosão, em inglês *Big Bang*. Ela apoia-se, em parte, na teoria da relatividade de Albert Einstein e nos estudos dos astrônomos Edwin Hubble e Milton Humason, os quais demonstraram que o universo não é estático e se encontra em constante expansão, ou seja, as galáxias estão se afastando umas das outras. Portanto no passado elas deveriam estar mais próximas que hoje, e, até mesmo, formando um único ponto, uma singularidade [1].

E. Inflação

A teoria da inflação cósmica afirma que o universo passou por uma fase de expansão ultra acelerada durante uma minúscula fração de segundo depois do *Big Bang*. Essa fase produziu um universo extremamente homogêneo e espacialmente plano, além de ter gerado as pequenas flutuações de densidade que deram origem às galáxias e outras estruturas visíveis no universo [1].

F. Teoria da Relatividade

Teoria da relatividade geral é uma teoria geométrica da gravitação publicada por Albert Einstein em 1915 e a descrição atual da gravitação na física moderna. É um conjunto de hipóteses que generaliza a relatividade especial e a lei da gravitação universal de Newton, nos dando uma descrição unificada da gravidade como um elemento geométrico do espaço e do tempo, ou espaço-tempo. Em particular, a "curvatura do espaço-tempo" está diretamente relacionada à energia e ao momento de qualquer matéria e radiação presente. A relação é apresentada pelas equações de campo de Einstein, um sistema de

equações diferenciais parciais. A Relatividade especial é uma teoria também proposta por Albert Einstein que descreve a propagação da matéria e luz a altas velocidades e foi utilizada para explicar o comportamento observado de campos elétricos e magnéticos, que concilia em um único campo eletromagnético, e também para resolver uma série de paradoxos que surgem quando se considera a viagem em grandes velocidades. A relatividade especial reduz a mecânica newtoniana no limite de pequenas velocidades [1].

G. Radiação de Fundo do Universo

A Radiação Cósmica de fundo é uma forma de radiação eletromagnética e uma evidência muito grande da teoria do *Big Bang*, tal radiação possui um espectro de corpo negro e é uma prova consistente de que o universo no passado era muito mais denso e quente do que é hoje. Foi prevista por George Gamov, Ralph Alpher e Robert Herman em 1948 e descoberta em 1965 por Arno Penzias e Robert Woodrow Wilson dos laboratórios Bell. A radiação cósmica de fundo foi produzida quando o universo tinha cerca de 380 mil anos de idade, resfriou-se por causa da expansão e hoje sua temperatura é cerca de 3 K [1].

H. Densidade Crítica – Matéria e Energia Escura

A densidade crítica do universo é um conceito onde a densidade do universo é tal que a velocidade de escape é igual à velocidade de expansão do universo. O universo colapsará novamente somente se a atração da matéria e energia contida nele for grande o suficiente para a expansão, isto é, atingir o valor da densidade crítica. Entretanto, a densidade observada é menor que a densidade crítica estimada pelo um fator de 10^2 . Isso significa que a velocidade de expansão é menor que a velocidade de escape (ambas utilizadas no cálculo da densidade crítica) e dessa forma o universo está se expandindo, ou seja, o universo não tem massa crítica para barrar a expansão e colapsar. A matéria escura e a energia escura são soluções propostas para explicar alguns fenômenos gravitacionais, e aparentemente, são coisas distintas. Embora juntas respondam por mais de 95% do nosso universo, só sabemos de sua existência por meios indiretos, observando seus efeitos sobre o universo e tentando deduzir suas propriedades a partir deles. A matéria escura foi proposta nos anos 1930

por Fritz Zwicky para explicar a diferença entre a massa gravitacional e a massa luminosa de aglomerados de galáxias. A massa gravitacional de um objeto é determinada pela medida da velocidade e raio da órbita de seus satélites, um processo igual à medição da massa do sol usando a velocidade e distância radial dos planetas. A massa luminosa é determinada pela soma de toda luz e convertendo este número em uma estimativa de massa, baseado na nossa compreensão sobre como as estrelas brilham. Esta comparação de massa-para-luz indica que a energia na matéria luminosa contribui com menos de 1% da densidade média de energia do universo. A energia escura tem sua origem nos trabalhos para tentar entender a expansão acelerada do universo. A teoria atual não consegue explicar essa aceleração. Uma das especulações é que a aceleração é consequência de uma nova forma de matéria, apelidada “energia escura”, que também não foi detectada até agora. Ela é chamada de “escura” porque deve interagir muito fracamente com a matéria, como a matéria escura, e é chamada de energia porque uma das coisas de que estamos certos é que ela contribui com cerca de 70% da energia total do universo [1].

I. Resultados do WMAP e Planck

WMAP e Planck são satélites lançados ao espaço para estudar a radiação cósmica de fundo (CMB - *Cosmic Microwave Background*), de microondas, a relíquia do *Big Bang*, formada quando universo tinha 400 mil anos de idade. O principal objetivo deles é medir anisotropias da CMB, isto é, temperatura da radiação em função da posição do espaço, com uma precisão de uma parte em um milhão (Planck). Estas anisotropias contem informação sobre o universo primordial, que deu origem às galáxias e demais objetos cósmicos conhecidos [1].

J. Quarks

Em 1964 o americano Murray Gell-Mann, do CALTECH, e George Zweig independentemente sugeriram que a complexidade da interação forte poderia ser explicada assumindo-se que os mais de cem bárions e mésons conhecidos, inclusive os prótons e nêutrons, eram compostos de três partículas fundamentais,

chamadas de quarks por Gell-Mann. Na proposta, um quark tinha carga elétrica $2/3$ da carga do próton, e os outros dois $-1/3$. Na década de 70, usando o Acelerador Linear de Stanford, Jerome Isaac Friedman, Henri W. Kendall, e Richard E. Taylor notaram que o espalhamento de elétrons por prótons e nêutrons indicava que estes eram compostos por partículas menores, com cargas consistentes com a teoria dos quarks. Os três receberam o prêmio Nobel de física em 1990 pela descoberta. Os quarks interagem pela troca de glúons, dentro da teoria da interação forte chamada de Cromodinâmica Quântica (QCD). A QCD é uma teoria de gauge: uma teoria com simetria de gauge pode ser escrita em termos de potenciais em que somente diferenças de potenciais são significativas, isto é, podemos adicionar uma constante sem alterar os valores. A QCD tem a propriedade da liberdade assintótica, isto é, a interação entre as partículas diminui com o aumento de energia. Como o próton tem baixa energia, os quarks dentro do próton estão fortemente ligados uns aos outros, e os físicos teóricos estão convencidos que a teoria levará ao confinamento, que diz que os quarks não podem existir independentemente, pois estão confinados pela interação forte. O quark charm, predito por James D. Björken e Sheldon Lee Glashow em 1964, foi descoberto em 1974 independentemente por Samuel Chao Chung Ting e Burton Richer, com a descoberta da partícula J/ψ , com 3,105 GeV, que é um charmônio, isto é, composto por um quark e um antiquark charm. Em 1976 Ting e Richer receberam o prêmio Nobel pela descoberta [1].

K. Teoria de Cordas

A Teoria das Cordas descreve os Quarks (componentes fundamentais da matéria) como sendo formados por pequenos filamentos de energia semelhantes a pequenas cordas brilhantes, daí o nome dado a “teoria”. Essas cordas estariam vibrando em diferentes padrões, com frequências distintas, produzindo as diferentes partículas que compõem nosso universo. A Teoria das Cordas, no seu desenvolvimento, mostra que tudo que forma o universo é constituído de uma única forma. Desse modo a teoria consegue unificar todas as teorias da Física, já que todas as partículas que constituem a matéria são formadas por apenas uma entidade e todas elas podem ser explicadas por apenas uma teoria. É devido

esse fato que a Teoria das Cordas também pode ser chamada de teoria de todas as coisas. (Theory of Everything – TOE) [1].

L. Microlentes Gravitacionais

O efeito de microlente gravitacional é um fenômeno astronômico derivado do efeito de Lente gravitacional. Ele pode ser usado para detectar objetos que vão da massa de um planeta até massa de uma estrela, independentemente da luz que emitem. Normalmente, os astrônomos só podem detectar objetos brilhantes que emitem muita luz como estrelas ou grandes objetos que bloqueiam a luz de fundo como nuvens de gás e poeira. Esses objetos representam apenas uma pequena fração da massa de uma galáxia. As Microlentes permitem estimar a massa bariônica em matéria não luminosa, pois os remanescentes de estrelas velhas emitem pouca radiação [1].

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos na pesquisa estão inclusos na Tabela 1 dispostos por Periódico, Título dos artigos, quantidade, quantidade total por periódico, ano e categoria, além da quantidade total de artigos. Pode-se verificar alguns dos principais periódicos sobre o Ensino de Física e Ciências.

Estes dados mostram que houve um aumento na quantidade de publicações de 2007 até 2017, principalmente a partir do ano de 2015.

Tabela 1

PERIÓDICO	ARTIGOS	QUANTIDADE	QTD POR PERIÓDICO	ANO	CATEGORIA
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	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, ago. 2015)	1		2015	A
	Einstein e a Relatividade entram em cena: diálogos sobre o teatro na escola e um ensino de Física criativo (Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 3, p. 943-961, dez. 2016)	1		2016	F
	Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da Ciência (Cad. Bras. Ens. Fís., v. 32, n. 1, p. 99-141, abr. 2015)	1	3	2015	A
Revista Latino Americana de ensino de Astronomia	ASTROFÍSICA ESCOLAR: JUGANDO CON DATOS OBSERVACIONALES (Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA, n.11, p. 81-93, 2011)	1	1	2011	C

PERIÓDICO	ARTIGOS	QUANTIDADE	QTD POR PERIÓDICO	ANO	CATEGORIA
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Análise de concepções de tempo e espaço entre estudantes do ensino médio, segundo a epistemologia de Gaston Bachelard (Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 13, No. 2, 2013)	1		2013	F
	Discursos sobre Física Contemporânea no Ensino Médio a partir da Leitura de Textos de Divulgação Científica (RBPEC 17(1), 45–74. Abril 2017)	1		2017	A
	O ensino de estrutura da matéria e aceleradores de partículas: uma pesquisa baseada em design (RBPEC v. 16. n. 2. pp. 361- 388. agosto 2016)	1	3	2016	H
Revista Brasileira de Ensino de Física	A matéria escura no universo - uma sequência didática para o ensino médio (Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 4, e4504 (2017))	1		2017	H
	A teoria da relatividade restrita e os livros didáticos do Ensino Médio: Discordâncias sobre o conceito de massa (Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 2, 2506 (2015))	1		2015	F

PERIÓDICO	ARTIGOS	QUANTIDADE	QTD POR PERIÓDICO	ANO	CATEGORIA
	Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio (Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 3, 3504-2014)	1		2014	A
	Design, analysis and reformulation of a didactic sequence for teaching the special theory of relativity in high school (Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 3, 3401 (2015))	1		2015	F
	Michell, Laplace e as estrelas negras: uma abordagem para professores do Ensino Médio (Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 38, nº 2, e2314-2016)	1		2016	F
	Resenha - Buracos negros: palestras da BBC Reith Lectures Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 4, e4801 (2017)	1		2017	A
	Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem (Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 4, p. 575-583-2007)	1	7	2007	F
Investigações em Ensino de Ciência			0		

PERIÓDICO	ARTIGOS	QUANTIDADE	QTD POR PERIÓDICO	ANO	CATEGORIA
Ciência & Educação (UNESP – Bauru)			0		
Somatório total de Artigos			14		

Destaca-se a Revista Brasileira de Ensino de Física, que publicou sete artigos sobre a matéria foco, e contrariamente os periódicos. 'Investigações em Ensino de Ciência' e 'Ciência e Educação' que não tiveram nenhum trabalho encontrado.

Descrição sumarizada do que tratam os artigos selecionados

- 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, ago. 442 2015):
O artigo é uma proposta de introdução de questionamentos sobre a Natureza da Ciência a partir da confrontação de duas teorias distintas sobre a origem do universo, desenvolvido em turmas de Ensino Médio de uma escola do Rio de Janeiro. As teorias são divergentes, pois uma é defensora de um universo com uma origem definida, o Big Bang, e a outra de um Universo Eterno.
- Einstein e a Relatividade entram em cena: diálogos sobre o teatro na escola e um ensino de Física criativo (Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 3, p. 943-961, dez. 2016):
Um trabalho que utilizou o teatro como ferramenta de ensino, através da formação de um grupo de teatro científico em uma escola de Brejo Santo, no interior do Ceará, com a encenação de peças teatrais e a elaboração de um site.

Nela existem dois protagonistas, os personagens “Ensino Tradicional” e “Física Nova”. Teve o objetivo de trazer uma visão diferenciada sobre a Física, motivando o aprendizado dessa ciência.

- Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da Ciência (Cad. Bras. Ens. Fís., v. 32, n. 1, p. 99-141, abr. 2015):

Este artigo apresenta um conjunto de narrativas históricas para utilização no Ensino Médio, empregando considerações sobre os recortes históricos mostrando a predileção dos temas e as escolhas implementadas no seu desenvolvimento.

- ASTROFÍSICA ESCOLAR: JUGANDO CON DATOS OBSERVACIONALES (Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA, n.11, p. 81-93, 2011):

Utilizando registros observacionais na construção de sequências didáticas em Astrofísica Escolar, uma forma não comumente utilizada no ensino médio, este artigo busca apresentar novas propostas que estimulem a utilização do computador como um laboratório para estudar a natureza abordando o problema apontado por Hubble da relação entre redshift e distância das galáxias.

- Análise de concepções de tempo e espaço entre estudantes do ensino médio, segundo a epistemologia de Gaston Bachelard (Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 13, No. 2, 2013):

Este artigo é uma pesquisa que investigou quais são as concepções de tempo e espaço de alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Campinas evidenciando a presença de algumas características que eram possíveis obstáculos epistemológicos existentes para a aprendizagem. Os dados da pesquisa empírica foram analisados tendo como referencial teórico a obra de Gaston Bachelard.

- Discursos sobre Física Contemporânea no Ensino Médio a partir da Leitura de Textos de Divulgação Científica (RBPEC) 17(1), 45–74. Abril 2017:

Esta pesquisa empírica e qualitativa investigou o uso de textos de divulgação científica (TDC) para abordar temas controversos relacionados à física contemporânea no ensino médio. O objetivo principal é analisar os sentidos construídos pelos estudantes a partir da leitura dos TDC, através de roteiros.

- O ensino de estrutura da matéria e aceleradores de partículas: uma pesquisa baseada em design (RBPEC v. 16. n. 2. pp. 361- 388. agosto 2016):
O trabalho apresenta um estudo sobre aspectos didáticos relacionados com o ensino do tópico “Estrutura da matéria e os aceleradores de partículas”. Através de uma pesquisa que envolveu o desenho de um curso segundo princípios teóricos, e a sua implementação na educação secundária catalã (Espanha) e no ensino médio paulista.
- A matéria escura no universo - uma sequência didática para o ensino médio (Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 4, e4504 (2017):
É uma proposta pedagógica para introduzir o tema da matéria escura no universo para alunos do ensino médio discutindo temas como o movimento de sistemas planetários e estrelas em galáxias e as relações entre as diferentes formas de energia no movimento desses e outros objetos astronômicos.
- A teoria da relatividade restrita e os livros didáticos do Ensino Médio: Discordâncias sobre o conceito de massa (Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 2, 2506 (2015)):
Este trabalho apresenta uma análise dos conceitos de massa relativística e de massa de repouso no contexto da teoria da relatividade restrita (TRR) em 14 livros didáticos do Ensino Médio.
- Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio (Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 3, 3504-2014):
Esse artigo apresenta de forma sistemática tópicos interessantes sobre Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, com maior ênfase para esta última, visando orientar o professor do Ensino Médio.

- Design, analysis and reformulation of a didactic sequence for teaching the special theory of relativity in high school (Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 3, 3401 (2015)):
O trabalho traz um planejamento, implementação e avaliação de uma sequência didática para ensinar aspectos básicos da teoria especial da relatividade (TER) no Ensino Médio. A sequência propõe um conjunto de situações planejadas para que os aspectos centrais da TER surjam, utilizando a teoria dos campos conceituais de Vergnaud.
- Michell, Laplace e as estrelas negras: uma abordagem para professores do Ensino Médio (Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 38, nº 2, e2314-2016):
Neste trabalho apresentam-se as abordagens de John Michell e Pierre Simon Laplace, cientistas renomados, utilizando-se o estudo das estrelas negras e buscando dar ao professor do ensino médio subsídios para a compreensão das ideias precursoras do buraco negro moderno da teoria de Einstein da gravitação.
- Resenha - Buracos negros: palestras da BBC Reith Lectures Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 4, e4801 (2017):
Esta resenha crítica do livro Buracos Negros: palestras da BBC Reith Lectures, de autoria de Stephen Hawking visa dar uma introdução adequada sobre o tema, adequada para leigos e estudantes de ensino médio.
- Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem (Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 4, p. 575-583-2007):
Esse artigo traz uma proposta curricular para inserção do estudo das teorias da relatividade restrita e geral na primeira série do ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica da ciência, com uma relação entre a física e outras produções culturais, trabalhando com os adolescentes as questões científicas respondidas pelos trabalhos de Albert Einstein.

Na Figura 3 abaixo verificamos os dados coletados na forma de quantidade de artigos por periódicos a cada ano.

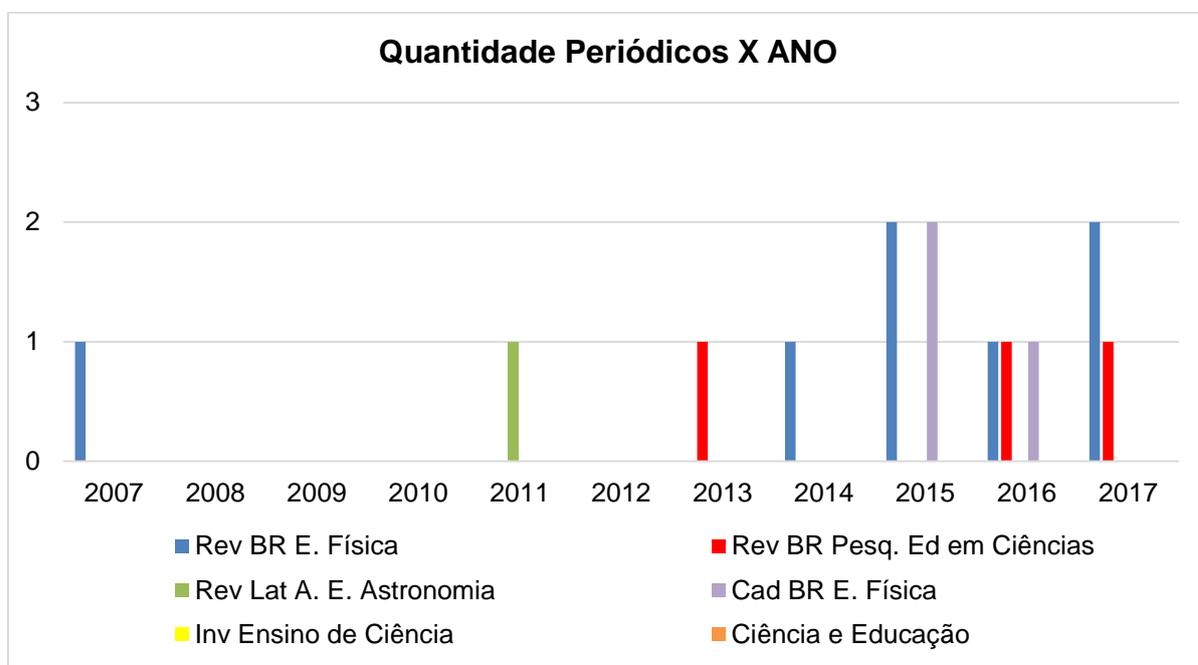


Figura 3. Representação da quantidade de periódicos por ano, linearmente apresentada, onde cada revista possui uma cor distinta.

Na Figura 3 as barras representam a quantidade de publicações, onde notadamente houve um aumento a partir do ano de 2015, tendo os anos de 2008 a 2010 e 2012 sem nenhuma publicação.

Esta revisão bibliográfica permitiu verificar que o número de artigos encontrados, conforme Tabela 1, é pequeno (para o período realizado), ficando acima de uma dezena. Esse resultado se mostra insuficiente para um país que almeja uma educação de qualidade, com melhor exploração e conhecimento sobre as práticas envolvendo Cosmologia. Mesmo tendo um ar de modernidade o tema nos remete a questões de fundamental importância para humanidade, tais como: de onde viemos? O que somos? Para onde vamos?

Conforme os PCNs [35] a Cosmologia é um tema obrigatório, devendo constar nas ementas dos planos de ensino. Assim, fomentos para esse tipo de atividade de pesquisa/ensino são bem vindas a fim de aumentar o número de pesquisadores trabalhando nessa área do conhecimento humano.

Os dados da Figura 3 também corroboram o panorama da educação científica e tecnológica do país: que a política educacional brasileira apresenta pouco interesse na promoção de cursos das Ciências Básicas (Biologia, Física e Química). São cursos difíceis, pouco valorizados e não são vinculados ao desenvolvimento científico e tecnológico do país. Isso é reforçado tanto pelo pequeno número de cursos de Física, tanto na modalidade de Bacharelado quanto Licenciatura bem como pela produção tecnológica do país que se mostra pífia. Importamos tudo no que se refere a tecnologia: carros, celulares, equipamentos de medicina, remédios, etc. Os cursos das Ciências Básicas existem majoritariamente em instituições de Ensino Superior públicas, sendo praticamente ausentes nas Universidades privadas [36].

Para os professores de física interessados e que buscam se instruir e se atualizar no assunto, além da quase inexistência de extensões nesse tópico (Cosmologia), ficam mais vagos ainda os objetivos, pois na maioria das vezes trabalhos mais conceituais do que matemáticos são os que trazem resultados satisfatórios no aprendizado conforme Guttman e Braga [37]. Mas mesmo assim, a utilização de projetos que envolvam questões histórico-filosóficas faz com que o currículo se enriqueça e permite que os alunos, mesmo nos estágios iniciais do aprendizado, percebam de forma concreta o processo de construção do conhecimento científico, corroborando a ideia de que existe um método científico que auxilia na busca por fatos concretos que conduzem à verdade.

Em ciência, na maioria das vezes, novos questionamentos surgem pelos resultados experimentais encontrados. Recentes avanços na tecnologia espacial de países avançados (EUA, Japão, etc.) permitiram a construção de satélites como o satélite norte americano Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) da NASA⁴. Este satélite, lançado em Junho de 2001, realizou uma série de medidas cosmológicas permitindo o estudo das propriedades de larga escala do Universo. Estas medidas expandiram e consolidaram o Modelo Padrão da Cosmologia – A Teoria do Big Bang. Programas como este têm impulsionado o estudo da Cosmologia nos países desenvolvidos em todos os níveis de ensino.

⁴<https://map.gsfc.nasa.gov/>

Entretanto, no Brasil, inexistem experimentos avançados sobre Cosmologia, conseqüentemente ela é pouco estudada. Isto se reflete em todos os níveis de ensino. O reflexo disto no Ensino Médio pode ser visto pela falta de pesquisas e maior estudo sobre sua inserção no conteúdo, levando professores a um maior desconhecimento sobre a matéria, o que acaba refletindo também nos livros do próprio Ensino Médio. Essa carência levanta a questão sobre se o pouco que ensinamos sobre Cosmologia, será que o estamos fazendo de forma adequada no colégio (Ensinos Fundamental e Médio)?

A Figura 4 a seguir nos traz mais evidências da distribuição das publicações através do período pesquisado.

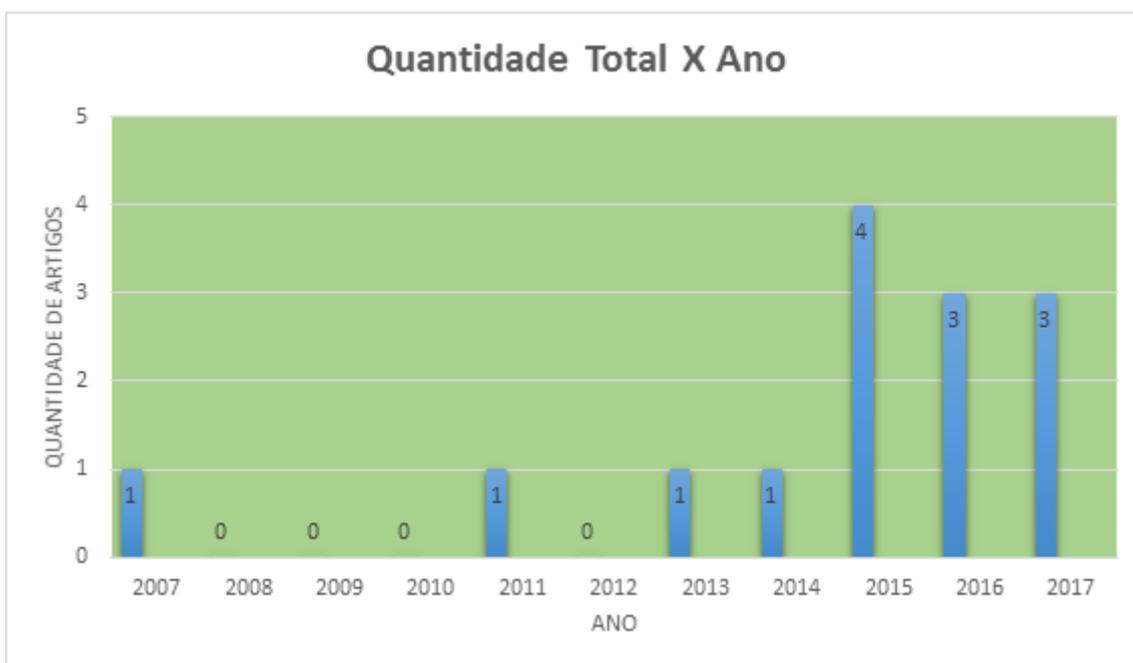


Figura 4. Gráfico da quantidade total de periódicos por ano.

A Figura 4 acima revela a quantidade total de periódicos por ano, onde até 2015 tivemos uma ou nenhuma publicação a cada ano.

A realidade brasileira nos mostra o que presenciamos nas salas de aula, como alunos, estagiários e professores: que a Física Moderna e Contemporânea e a Cosmologia estão sendo pouco aproveitadas e provavelmente mal lecionadas também. Isso reflete no desconhecimento dos alunos sobre o tema, que ao se formar continuam sem saber muito sobre este, mesmo se tratando de um dos assuntos mais recentes e fundamentais para a humanidade. Isso se reflete também

em professores no âmbito acadêmico que se omitem de aulas clássicas (conteudistas), com um volume satisfatório de informações deixando a cargo do próprio aluno fazer uma pesquisa sobre o assunto (as famosas aulas interacionistas). Cosmologia e Física Moderna são tópicos avançados até mesmo no Ensino Superior, requerendo um conhecimento de várias áreas da Física bem como uma intensa capacidade de abstração por parte do estudante, fugindo, na maioria das vezes, do lúdico concreto. Assim, este tipo de conteúdo deve ser ministrado preferencialmente de forma clássica, com a maior parte do material fornecida pelo professor, que por sua vez não deve se omitir de desenvolver este conteúdo. Muitas vezes esta omissão do professor se deve por falta de capacidade, de paciência em desenvolver o conteúdo ou mesmo má vontade.

Analisando por revistas, tivemos um hiato entre o ano de 2008 a 2010, onde não foram publicados artigos sobre o ensino Cosmologia no Ensino Médio. Duas delas nem sequer tem algum artigo relacionado a Investigações em Ensino de Ciência (UFRGS) e Ciência & Educação (UNESP – Bauru), isso no período que foi estipulado de 2007 a 2017. Isso traz a tona o quanto é necessário apresentar estes dados, para que possamos sugerir novas perspectivas para a educação, onde não dependamos somente do que já está sendo ensinado há muitos anos, tendo assim uma renovação no pensamento tanto dos professores que devem buscar se aperfeiçoar, como dos alunos que estarão imbuídos de entender e descobrir os novos horizontes que se apresentam para a sociedade.

Assim, inferimos a partir dos dados deste trabalho que a Cosmologia foi renegada na educação Básica (Ensino Fundamental e Médio). Até mesmo depois da detecção das ondas gravitacionais⁵, que foram imensamente divulgadas, a situação ainda está se modificando vagarosamente. Há um aumento significativo de artigos em 2015 e se mantendo a partir disso. Esse aumento se deve aos artigos sobre a reinterpretação da constante cosmológica e ao “Big Rip”⁶ – morte do Universo por uma aceleração na sua expansão.

⁵<https://www.ligo.org/detections.php>

⁶ A partir da revisão de medidas da expansão do Universo em 2014, cálculos mostram que a energia escura (*dark energy*) estaria ocasionando uma aceleração na expansão do Universo, fazendo com que suas estruturas como galáxias, estrelas, até as menores como átomos e quarks sejam destruídas por cisalhamento, não sobrando matéria coesa, apenas radiação. Seria a morte do Universo, chamada de “Big Rip”.

5. CONCLUSÃO

Num total de quatorze artigos encontrados, sete foram na mesma revista (Revista Brasileira de Ensino de Física), com duas revistas não publicando nenhum artigo sobre este assunto (Investigações em Ensino de Ciência- UFGRS, Ciência e Educação UNESP – Bauru) nesse período de 2007 a 2017.

A maior parte dos artigos trataram de utilizar a Relatividade, que é um dos tópicos da Cosmologia, o que evidencia uma predileção por partes dos autores sobre a matéria, outros dois tópicos que apareceram com mais frequência, foram Evolução do Universo e Densidade Crítica- Matéria e Energia Escura.

Inicialmente esperava-se achar uma maior quantidade relacionada a Evolução do Universo, tendo em vista as possibilidades de narrativas para as aulas, a inserção conceitual e filosófica mais fácil e interdisciplinaridade já existente com matérias como Filosofia por exemplo.

Houve um aumento expressivo de artigos sobre Cosmologia no Ensino Médio a partir do ano de 2015, coincidentemente em fevereiro de 2016 houve a divulgação das detecções de ondas gravitacionais pelo Ligo (Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferometria a Laser, na sigla em inglês), que trouxe para grande mídia a Cosmologia novamente.

O artigo “Einstein e a Relatividade entram em cena: diálogos sobre o teatro na escola e um ensino de Física criativo” foi o grande diferencial dentre os outros pois utilizou teatro para trazer para os alunos uma visão da “Nova Física” em contrapartida saudável ao “Ensino tradicional”, que inclusive eram personagens na dinâmica apresentada no trabalho. Este trabalho mostra que é possível trabalhar o lúdico e concreto em algumas situações na Física, ligando a arte e as humanidades às chamadas ciências duras (Física, Química e Matemática).

Alguns textos eram basicamente apoio para facilitar o ensino como “Astronomia, Astrofísica e Cosmologia para o Ensino Médio” onde foram elencados tópicos interessantes para serem utilizados por professores, e outros eram pesquisas mais apuradas como “ Análise de concepções de tempo e espaço entre estudantes do ensino médio, segundo a epistemologia de Gaston Bachelard”.

Muitos artigos buscaram simplificar ou facilitar o ensino dos tópicos, de modo que pudessem ser ensinados, por exemplo, “Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem”.

Apesar de terem sido encontrados poucos artigos, ficou clara a importância deste trabalho no âmbito de apresentar a mudança que já está ocorrendo, onde Cosmologia e FMC estão sendo cada vez mais inseridas no sistema acadêmico brasileiro, inclusive no Ensino Médio, que é onde existe a possibilidade de atingir um maior número de pessoas, no sentido de compreender melhor a física mais atual, desmistificando qualquer dificuldade que demande da matemática envolvida.

6. REFERÊNCIAS

1. H. Karttunen; P. Kröger; H. Oja; M. Poutanen; K. J. Donner. Fundamental Astronomy, 3rd Ed. Springer-Verlag. Heidelberg. 2000.
2. SHU, F. H. The Physical Universe: An Introduction to Astronomy. University Science Books, 1982.
3. Krupp, Edwin C. Echoes of the Ancient Skies: The Astronomy of Lost Civilizations, Astronomy Series, Courier Dover Publications, pp. 62–72, ISBN 0-486-42882-6, 2003.
4. <https://www.universetoday.com/106302/how-astronomy-benefits-society-and-humankind/>
5. Bailey, J. M., Coble, K., Cochran, G., Larrieu, D., Sanchez, R. & Cominsky, L. (2012). A multi-institutional investigation of students' preinstructional ideas about cosmology. Astronomy Education Review, 11, 010302-1.
6. Kragh, H. (2011a). On modern cosmology and its place in science education. Science & Education, 20, 343-357.
7. <http://educacaoeuapoio.com.br/salarios-melhores-para-professores-o-ensino-precisa-de-mais/>
8. <https://observatoriosocialdotrabalho.wordpress.com/2011/02/19/48-dos-professores-estaduais-tem-problemas-com-o-estresse/>
9. SAGAN, Carl. Why We Need To Understand Science in The Skeptical Inquirer. Volume 14, 3ª edição (Primavera de 1990).
10. Kragh, H. (2012) Cosmology and Science Education: Problems and Promises. eprint arXiv:1212.1592. ARXIV. 37 pages. BibliographicCode: 2012arXiv1212.1592K
11. A.L.D. Froés. Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 3, 3504 (2014).
12. E. A Terrazan. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na Escola de 2º Grau. Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, v.9, n.3: p. 209-214, dez. 1992.
13. Jindriska Svobodova, Jan Novotny, Jana Jurmanova. How Students Learn to Teach Cosmology. New Perspectives in Science Education – International Conference. Edition 7. Florence, Italy. 22-23 March 2018.

14. BISCUOLA, G. J.; VILLAS BÔAS, N.; DOCA, R. H. Física 3, Eletricidade, Física Moderna. 3ª. Ed. Editora Saraiva. São Paulo. 2017.
15. HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. Fundamentos de Física: óptica e física moderna. Volume 4. 8ª edição. Editora LTC, 2009.
16. KNIGHT, R. D. Física: Uma Abordagem Estratégica, Vol. 4 - Relatividade Física Quântica. Editora Bookman. 2009.
17. BAUER, W.; WESTFALL, G. D.; DIAS, H. Física para universitários, volume 4. Óptica e Física Moderna. Porto Alegre: Editora AMGH, 2013.
18. <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/index.html>
19. Andreia Guerra, Marco Braga, José Cláudio Reis. Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 4, p. 575-583. 2007.
20. T.A. Ramos, A. L. Scarinci. Análise de concepções de tempo e espaço entre estudantes do ensino médio, segundo a epistemologia de Gaston Bachelard. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 13, No 2, 2013.
21. BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
22. www.interstellarmovie.net (Official site for the movie Interstellar).
23. Hugo D. Navone; Miriam Scancich; Rubén A. Vázquez. ASTROFÍSICA ESCOLAR: JUGANDO CON DATOS OBSERVACIONALES. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA, n.11, p. 81-93, 2011.
24. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. (LDB atualizada)
25. KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio. Revista Física na Escola, v. 4, n.2, p. 22-27, 2003. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a09.pdf>. Acesso em: 29 de abril de 2013.
26. Rafael Figueira; Alice Helena Campos Pierson. A inserção de Física Moderna e Contemporânea na educação básica: Uma análise sobre a consonância das justificativas com as atuais propostas curriculares. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.
27. MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. Curso de Física, volume 3. Editora Scipione. São Paulo. 2010.

28. BONJORNO, J. R.; RAMOS, C. M.; PRADO, E. P.; BONJORNO, V.; BONJORNO, M. A.; CASEMIRO, R.; BONJORNO, R. F. S. A. Física: Eletromagnetismo, Física Moderna, 3º. Ano. 3ª. Ed. FTD Editora. São Paulo. 2016.
29. VÁLIO, Adriana Benetti Marques, *et al.* Ser Protagonista: Física, 3º. Ano Ensino Médio. 3ª. Ed. Edições SM. São Paulo. 2016.
30. GASPAR, Alberto. Compreendendo a Física, Eletromagnetismo e Física Moderna. 3ª. Ed. Editora Ática. São Paulo. 2016.
31. TORRES, C. M. A. *et al.* Física, Ciência e Tecnologia v. 3. Eletromagnetismo, Física Moderna. 4ª. Ed. Editora Moderna. São Paulo. 2016.
32. PIETROCOLA, Maurício, *et al.* Física em contextos, no. 3: Ensino Médio. 1ª. Ed. Editora do Brasil. São Paulo. 2016.
33. SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. Física IV, Óptica e Física Moderna. 12ª ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley. 2009.
34. TASCA, J. E. *et al.* An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. *Journal of European Industrial Training*, v. 34, n. 7, p. 631. 655, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/03090591011070761>
35. BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.
36. Brasil, Ministério da educação. e-MEC. Disponível em: www.emec.mec.gov.br. data de acesso: 17/05/2018.
37. Guttman, G. A. M.; Braga, M. A origem do universo como tema para discutir a Natureza da Ciência no Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Vol 32, No. 2, 2015.
38. Otero, M.R.; Arlego, M. A.; F. Prodanoff, F. Proposta, análise e reformulação de uma sequencia didática para o ensino da teoria da relatividade especial no Nível Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol. 37, No 3, 2015.
39. Gusmão, T. C.; Valente, J. A.; Duarte, S. B. A materia escura no universo - uma sequencia didática. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol. 39, No 4, 2017

40. Jardim, W. T. Otoyá, V. J. V.; Oliveira, C.G.S. A teoria da relatividade restrita e os livros didáticos do Ensino Médio: Discordâncias sobre o conceito de massa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol. 37, No. 2, 2015.
41. Ramos, T.A.; Scarinci, A. L. Análise de concepções de tempo e espaço entre estudantes do ensino médio, segundo a epistemologia de Gaston Bachelard. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* Vol. 13, No 2, 2013.
42. Navone, H. D.; Scancich, M.; Vázquez, R. A. ASTROFÍSICA ESCOLAR: JUGANDO CON DATOS OBSERVACIONALES. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, No. 11, 2011.
43. Froes, A. L. D. Astronomia, Astrofísica e Cosmologia para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol. 36, No. 3, 2014.
44. Silva, W. M.; Zanotello, M. Discursos sobre Física Contemporânea no Ensino Médio a partir da Leitura de Textos de Divulgação Científica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Vol 17(1), 2017.
45. Oliveira, L. M.; Gomes, M. L. A. Einstein e a Relatividade entram em cena: diálogos sobre o teatro na escola e um ensino de Física criativo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Vol. 33, No. 3, 2016.
46. Machado, R. R.; Tort, A. C. Michell, Laplace e as estrelas negras: uma abordagem para professores do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol. 38, No. 2, 2016.
47. Drummond, J. M. H. F.; Nicácio, J. D. S.; Skeete Jr, A. W.; Silva, M. M.; Câmara, A. T. A.; Bezerra, F. V. Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Vol. 32, No. 1, 2015.
48. Pessanha, M.; Pietrocola, M. O ensino de estrutura da matéria e aceleradores de partículas: uma pesquisa baseada em design. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Vol. 16., No. 2, 2016.
49. Ribeiro, J. L. P. Resenha - Buracos negros: palestras da BBC Reith Lectures. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol. 39, No. 4, 2017.
50. Guerra, A.; Braga, M.; Reis, J. C. Teoria da Relatividade Restrita e Geral no programa de Mecânica do Ensino Médio: uma possível abordagem. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol 29, No. 4, 2007.