UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE FÍSICA

MAIARA FERNANDA DA SILVA CARDOSO

UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE O ENSINO DE COSMOLOGIA NA SALA DE AULA

BELÉM
2017

MAIARA FERNANDA DA SILVA CARDOSO

UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE O ENSINO DE COSMOLOGIA NA SALA DE AULA

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Física, sob orientação do Prof. Dr. Rubens Silva.

BELÉM
2017

MAIARA FERNANDA DA SILVA CARDOSO

UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE O ENSINO DE COSMOLOGIA NA SALA DE AULA

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Física.

Conceito Final:
Aprovado em: ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

_____
Profa. Espec. Gracilene Gaia Caldas – MNPEF/UFPA

_____
Prof. MSc. Diogenes Leão Brasil – SEDUC/PA

_____
Orientador: Prof. Dr. Rubens Silva – UFPA

_____
Co-orientadora: Profa. Lizangela Maria Almeida da Silva – USP

A todos que direta ou indiretamente contribuíram na conclusão desta etapa da minha vida, mas, em especial, a minha mãe, que sempre me apoiou e nunca me fez desistir ao longo dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força e assim pude concluir esta etapa.

A UFPA por todo e qualquer ensinamento que me foi dado durante esses quatro anos.

Agradeço ao Prof. Luís Carlos Bassalo Crispino que me concedeu a oportunidade de trabalhar no projeto de extensão intitulado Núcleo de Astronomia da UFPA (NASTRO/UFPA), o qual contribui grandemente na minha formação como profissional da educação.

Agradeço ao Programa Institucional de Bolsa de Extensão (PIBEX) pela concessão de uma bolsa da qual pude usufruir e me beneficiar no decorrer de meu curso de graduação.

Ao coordenador do NASTRO, Prof. MSc. Igor José do Carmo Coimbra que me auxiliou em muitos trabalhos e situações, disponibilizando excelentes oportunidades para minha melhora acadêmica e profissional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rubens Silva, por todo o suporte, dedicação e auxílio na realização deste trabalho.

A todos os professores, desde o meu ensino fundamental até o ensino superior, que sempre acreditaram em mim e no meu potencial, mas, em especial, agradeço a dois professores do meu ensino médio, que, acima de tudo, se tornaram grandes amigos. Primeiramente ao professor Lourival Lopes, por ter aberto meus olhos para essa incrível e linda ciência que é a Física e assim eu perceber que esse era o meu destino; em segundo, a professora Lizandra Coelho que sempre esteve presente em minhas vitórias e aprovações e pôde me ceder alguns dos seus horários na escola para que esse trabalho pudesse ser realizado.

Agradeço também ao professor Gilson Rodrigues por ter me dado a oportunidade de trabalhar ao seu lado em todos os estágios obrigatórios da graduação, pelos ensinamentos que me foram repassados, bem como um conhecimento sobre a vida e como atuante na educação básica.

A professora Lizangela Almeida, que, além de uma excelente profissional, se tornou uma grande amiga e pôde me ajudar com grande parte na realização deste trabalho.

A toda a minha família, minha mãe, minha avó, minhas tias e meus tios e ao meu primo, que sempre estiveram presentes em minha vida, auxiliando, dando apoio e sempre me incentivando a continuar a minha carreira como profissional da educação.

Ao meu namorado Vanderson, que sempre me apoiou e nunca me fez desistir, mesmo nos momentos mais difíceis dessa jornada.

Aos meus inúmeros amigos do ensino médio e superior, bem como colegas de profissão que tive honra de conhecer e que pudemos atuar juntos em sala de aula.

Agradeço em especial a minha avó, que sempre me ajudou e me apoiou em toda a minha vida. Infelizmente ela nos deixou cedo e não pôde estar presente para ver este momento tão importante, mas, de onde ela estiver, sei que está muito feliz.

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”

Antoine Lovoisier

RESUMO

Neste trabalho buscou-se realizar um estudo de caso quantitativo com alunos da terceira série da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Agostinho Monteiro”, localizado na cidade de Ananindeua no Estado do Pará. O objetivo principal foi coletar em uma amostra com vinte e sete alunos concluintes do ensino médio, a possibilidade de contato com conteúdos de cosmologia, onde optou-se em aplicar a pesquisa no dia 15 de dezembro, período em que os alunos já teriam realizado o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e possivelmente já teriam visto a maior parte do conteúdo referente a disciplina de física. A pesquisa trouxe questões referentes ao contato ou conhecimento do aluno sobre Cosmologia e suas respostas deram origens a categorias que, apontavam se o aluno havia tido contato com o conteúdo de Cosmologia, se sabia do que se tratava e onde teria entrado em contato com este conteúdo. A análise das categorias apontou para uma deficiência inerente a este conteúdo, evidenciando as ausências de contato pela maioria dos alunos com o conteúdo de Cosmologia, outros não souberam identificar do que se tratava o estudo da Cosmologia e apenas uma parte conseguiu relacionar o conceito de Cosmologia com astros do sistema solar ou com o universo. Tais falhas entram em conflito com a proposta dos conteúdos exigidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e mostram que existe uma necessidade de propostas que propiciem a inserção da Cosmologia no contexto da sala de aula. Algumas dessas propostas são destacadas neste trabalho como a aproximação das instituições de ensino superior das escolas da educação básica, mas isto é apenas uma pequena parte do que ainda precisa ser feito.

Palavras-chave: Cosmologia, Ensino, Sala de Aula.

ABSTRACT

In this work, we sought to make a quantitative case study with students from the third grade of Elementary School and High School “Agostinho Monteiro”, located in the city of Ananindeua in Pará State. The main objective was to collect in a sample with twenty-seven graduating high school students, the possibility of contact of Cosmology, where we decided to apply the research the day 15 December, period in which students would have held the National High School Exam (NHSE) and possibly would have seen most of the contest related to the discipline of physics. The survey brought issues relating to the contact or knowledge of the student about Cosmology and their answers gave the origins categories, point out if the students had been in contact with the contents of Cosmology, if they knew and where it would have come into contact with this content. The analysis of categories pointed to a deficiency inherent in this content, evidencing the absence of contact for most students with the content of Cosmolgy, others didn’t know how to identify what was the study of Cosmology and only part managed to relate the concept of Cosmology with stars in the solar system or with the universe. Such failures come into conflict with the proposal of the content required in National Curricular Parameters (NCP) and show there is a need for proposals to allow the insertion of Cosmology in the context of classroom. Some of these proposals are highlighted in this work as the approach of higher education institutions of basic education schools but this is only small part of what still needs to be done.

Keywords: Cosmology, Teaching, Classroom.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Uma nebulosa planetária colorida de uma estrela tipo-Sol. Analogia para se entender a ideia de Kant, o Sol ao centro e os planetas sendo formados. Fonte: B. Balick, J. Alexander (University of Washington), et al., NASA.....16

Figura 2 - Representação artística da hipótese nebular de Laplace. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Pierre_Simon_Laplace.....17

Figura 3 - Representação de uma nebulosa do Anel. Faz-se uma analogia com a hipótese de Faye sobre os anéis em forma de elipse. Fonte: NASA & The Hubble Heritage Team (STScI/AURA).....18

Figura 4 - Ilustração de um bombardeio de meteoritos que, de acordo com Lockyer, deram origem ao sistema solar. Fonte: http://issoeofim.blogspot.com.br/2013/10/enxame-de-meteoros-e-cometas-no-sistema.html.....18

Figura 5 - Ilustração de um planeta que orbita a estrela Wasp 18 na constelação de Fênix, essa, por vez, induziria marés em sua estrela. Nessa imagem, se faz uma analogia com a hipótese de Moulton para o sistema solar. Fonte: http://diarioderiachao.blogspot.com.br/2011/08/planeta-provoca-mares-em-sua-estrela.html.....19

Figura 6 - Nebulosa espiral M101. Nessa imagem, mostra-se a luz estelar na tonalidade azul e as nuvens de poeira da galáxia em vermelho. Analogia com a hipótese de Arrhenius, onde toda a matéria sempre descreverá um ciclo e qualquer uma nebulosa espiral pertencerá ao mesmo. Fonte: NASA, JPL-Caltech, K. Gordon (STScI) et al.....20

Figura 7 - Ilustração da hipótese do impacto gigante, no qual acredita-se ter formado a Lua. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tese_do_grande_impacto.....21

Figura 8 - Representação do modelo geocêntrico proposto por Cláudio Ptolomeu no século II d.C.. Fonte: http://brasilescola.uol.com.br/geografia/geocentrismo-heliocentrismo.htm.....21

Figura 9 - Representação do modelo heliocêntrico proposto por Nicolau Copérnico no século XVI. Fonte: http://www.qsl.net/py4sm/universo.htm.....22

Figura 10 - Representação das Cônicas, onde, a elipse é a proposta por Kepler para descrever o movimento dos planetas ao redor do Sol. Fonte: http://laurashears.info/math122/unit4/conicsSummary/Conic_sections_3.png.....22

Figura 11 - A mais profunda imagem do universo, conhecida como o Hubble Ultra Deep Field contendo as galáxias mais antigas já observadas Fonte: HORVATH, 2008, p.182.....24

Figura 12 - Representação artística da explosão e da expansão do universo. Os pontos brilhantes seriam as galáxias e, de acordo com a expansão, elas se afastam. Fonte: http://www.sofisica.com.br/conteudos/curiosidades/bigbang2.php.....25

Figura 13 - Fotografia dos estudantes do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio Agostinho Monteiro respondendo ao questionário e a autora explicando sobre a pesquisa realizada. Fonte: Maiara Cardoso.....32
Figura 14 - Fotografia dos estudantes do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio Agostinho Monteiro respondendo ao questionário proposto pela autora. Fonte: Maiara Cardoso.....32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Componentes curriculares do curso de Licenciatura Plena em Física de uma instituição do estado do Pará.....28 e 29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Mostra-se o resultado do questionário respondido pelos alunos sobre a questão 1. Fonte: Feito pela própria autora.....33
Gráfico 2 - Mostra-se o resultado do questionário respondido pelos alunos sobre a questão 2. Fonte: Feito pela própria autora.....34

SUMÁRIO

Introdução.....14

Capítulo 1 O que é Cosmologia?.....15
1.1 Das hipóteses Cosmogônicas à Cosmologia hoje.....15
1.1.1 Hipótese de Kant.....16
1.1.2 Hipótese de Laplace.....16
1.1.3 Hipótese de Faye.....17
1.1.4 Hipótese de Lockyer.....18
1.1.5 Hipótese de Moulton.....19
1.1.6 Hipótese de Arrhenius.....19
1.1.7 Hipótese de Jeans.....20
1.2 A Cosmologia de Aristóteles.....21

Capítulo 2 Por que estudar Cosmologia?.....26
2.1 Os Parâmetros Curriculares Nacionais e o ensino de Cosmologia.....27

Capítulo 3 Metodologia.....31
3.1 Discussão dos Resultados.....34

Conclusão.....36

Referências Bibliográficas.....37

INTRODUÇÃO

O estudo da Cosmologia é sugerido nos Parâmetros Curriculares Nacionais. No entanto, entre esta sugestão e a prática existe uma grande discrepância. Isso pode ocorrer devido a diversos fatores dentre eles pode-se elencar as dificuldades dos professores em concluir o conteúdo programático em um curto período de tempo, que é o ano letivo com 200 dias, de acordo com a Secretaria de Educação do Estado do Pará (SEDUC – PA). Também pode estar relacionado à formação do professor e a outras dificuldades do dia a dia na sala de aula.

A abordagem realizada neste trabalho busca realizar um levantamento sobre o assunto de cosmologia com estudantes da educação básica, concluintes do ensino médio. Com os resultados levantados, foram feitas análises e sugeridas contribuições para a melhoria e inserção desta temática de cosmologia nas classes.

A necessidade do estudo da cosmologia transcende a grade apenas curricular e pode proporcionar aos alunos o conhecimento crítico a respeito de teorias como a de criação e evolução do Universo. Neste aspecto, acredita-se que existe uma necessidade latente de se promover esta divulgação e trabalhos que possam colaborar com o conhecimento cosmológico nas escolas.

É importante que a escola seja também um espaço difusor do conteúdo de cosmologia e encontre em fontes como projetos de extensão universitária um suporte para a efetivação desta proposta. Impedindo que informações muitas vezes deturpadas e erradas cheguem aos alunos por meios de comunicação como a internet e televisão e assim contribuam para compor seu arcabouço de conhecimento científico.

Dessa forma, acredita-se que quanto maior a difusão e inserção das escolas com propostas que abordem a temática de cosmologia, mais se poderá colaborar com uma alfabetização científica eficiente. Começando pelo professor que precisa de fomento e incentivo para esta empreitada, a qual revela-se complicada.

1 O QUE É COSMOLOGIA?

Para o dicionário Aurélio, as definições de Cosmologia e Cosmogonia são semelhantes. Segundo este, a cosmologia é uma narrativa ou doutrina a respeito dos princípios que governam o mundo, o universo. E a cosmogonia é a origem ou formação do mundo, do universo conhecido/narrativa ou doutrina sobre a origem do mundo ou do universo.

Ao se analisar as definições realizadas pelo dicionário Aurélio, pode-se observar uma confusão entre os dois conceitos e uma lacuna existente para a subjetividade humana a respeito do que vem a ser o estudo do universo, quanto a doutrina ou narrativa. Neste aspecto, cabe o espaço para a religião, os mitos e divindades que acompanham a história da humanidade.

Não obstante, podem ser citadas as divindades conhecidas pela mitologia Grega como responsáveis pelos fenômenos que ocorriam com a natureza, como o fato do planeta Marte representar o Deus da guerra e sua presença no céu estar relacionado com o início de tempos difíceis para aquela civilização.

> Como vimos, a cosmologia é a única disciplina da física que lida com questões que podem também ser legitimamente formuladas fora do discurso científico. Essa característica faz com que a cosmologia, assim como os cosmólogos, seja percebida de modo um pouco diferente do resto das disciplinas científicas ou mesmo de outros cientistas (GLEISER, 1997, p. 396).

Além das associações com divindades e mitos, existe outra construção humana, que é a científica para a cosmologia. De acordo com (GLEISER, 1997, p. 400) a Cosmologia é o estudo da evolução e das propriedades físicas do Universo. Esta construção sofreu muitas modificações desde a existência de povos primitivos como gregos, egípcios, assírios e vem sofrendo modificações até os dias atuais.

De acordo com Novello (2006, p. 38) foi somente quando a *cosmologia física* se estabeleceu, nos anos 1960, que a cosmologia passou a ser considerada ciência por parte do e*stablishment* científico. E desde então, continuam a ser realizadas descobertas nesta área como as do século passado feitas por Albert Einstein, Alexander Friedmann, Edwin Hubble, Stephen Hawking, dentre outros, os quais fizeram descobertas importantíssimas nesta área.

1.1 Das hipóteses Cosmogônicas à Cosmologia hoje

Para Gleiser (1997, p. 366), o propósito de qualquer teoria cosmogônica é buscar as condições mais simples possíveis que poderiam ter dado origem ao mundo. A partir dessas condições iniciais, a ação seguinte de forças físicas deve ser capaz de gerar toda a complexidade que observamos na Natureza.

> Uma das primeiras cosmogonias científicas foi proposta pelo cientista francês René Descartes (1596-1650), em sua obra *Principia filosophia* (1650) (...) A hipótese de Descartes considerava o aspecto turbilhonar da origem do sistema solar. Baseando-se nas leis de conservação do movimento sob uma forma puramente qualitativa, ele mostrava a

> transformação do movimento da matéria em calor e em luz; na formação do Sol, Descartes via a causa dos movimentos dos planetas e satélites, e da natureza dos planetas. Mas para Descartes, os planetas eram arrastados pela matéria do céu em movimento turbilhonar em volta do Sol (MOURÃO, 2000, p. 297).

Algumas das hipóteses cosmogônicas desenvolvidas entres os séculos XVIII e XX são apresentadas abaixo:

1.1.1 Hipótese de Kant

Para Immanuel Kant, os planetas se originaram a partir da formação de pequenas condensações de uma nuvem de gás (oxigênio, nitrogênio, hidrogênio e hélio) e poeira (ferro, ouro e urânio) fina em um movimento circular comum do sistema solar. Os satélites surgiram dessa mesma forma (ver Figura 1).

> Coube a Emmanuel Kant (1724-1804), em 1755, elaborar a primeira tentativa de explicar a formação do mundo então conhecido. Em sua opinião, a princípio, há bilhões de anos, o espaço era uma mistura de todos os elementos que entram na composição dos astros, mas sob a forma de um gás extremamente tênue. (...) Segundo Kant, a Lua oferece à Terra sempre a mesma face iluminada, em virtude da ação da maré, que diminui a velocidade de rotação do nosso globo. Efeito insignificante para a Terra, este, mas considerável para a Lua (MOURÃO, 2000, p. 304-305).

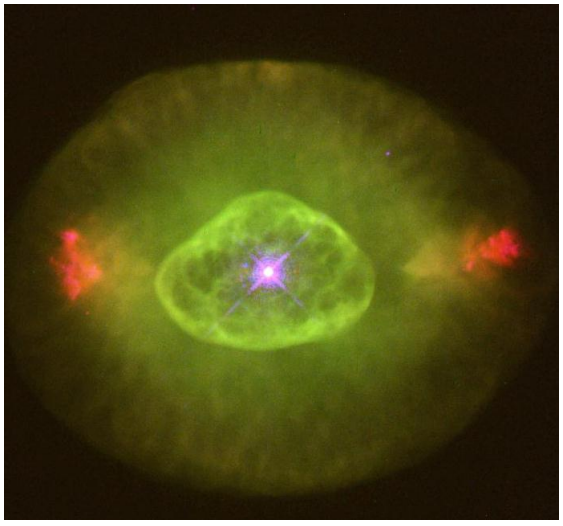

Figura 1: Uma nebulosa planetária colorida de uma estrela tipo-Sol. Analogia para se entender a ideia de Kant, o Sol ao centro e os planetas sendo formados.
Fonte: B. Balick, J. Alexander (University of Washington), et al., NASA.

1.1.2 Hipótese de Laplace

Pierre Laplace explicou que a nossa estrela, o Sol, não poderia ter tido outra origem a não ser oriunda da condensação gradual de matéria nebulosa primitiva, assim como ocorreu com todas as outras estrelas do universo (ver Figura 2).

Ele se baseou na hipótese de Kant para melhor estudá-la e desenvolvê-la. A hipótese de Laplace se tornou uma das mais conhecidas das teorias evolucionárias.

> Segundo o marquês de Laplace (1749-1827), o sistema solar nasceu da condensação de uma nebulosa, de uma única massa nebulosa e esférica, que se estendia no espaço infinitamente grande e girava em redor de si por toda a parte, com a mesma velocidade angular (MOURÃO, 2000, p. 306).

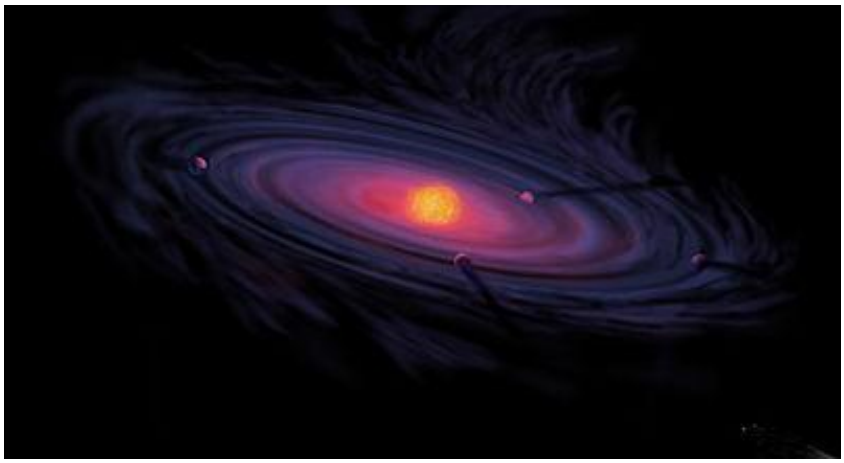

Figura 2: Representação artística da hipótese nebular de Laplace.
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Pierre_Simon_Laplace.

1.1.3 Hipótese de Faye

Para Hervé Faye, tendo como base a teoria kantiana, os planetas se formaram a partir da condensação progressiva de fragmentos da massa de uma poeira cósmica, onde cada um possuía suas próprias características (ver Figura 3). Faye também observou um cometa periódico.

> O astrônomo francês Hervé Auguste Etienne Albans Faye (1814-1902), em sua obra *Sur l'origine du Monde* (Sobre a origem do mundo), 1884, baseou-se em Kant para expor sua hipótese cosmogônica. (...) Para explicar o caso muito especial do sistema solar, com órbitas planetárias quase circulares, Faye admitiu serem oriundos de uma nebulosa esférica homogênea, da qual importante fração se achava animada de um movimento turbilhonar lento. As partículas da massa restante descreviam elipses ou circunferências da mesma duração. Em virtude do equilíbrio da força centrífuga e da atração existente no plano equatorial, formaram-se anéis interiores e exteriores que, com a continuação, se tornaram instáveis, e deram origem dos planetas (MOURÃO, 2000, p. 307-308).

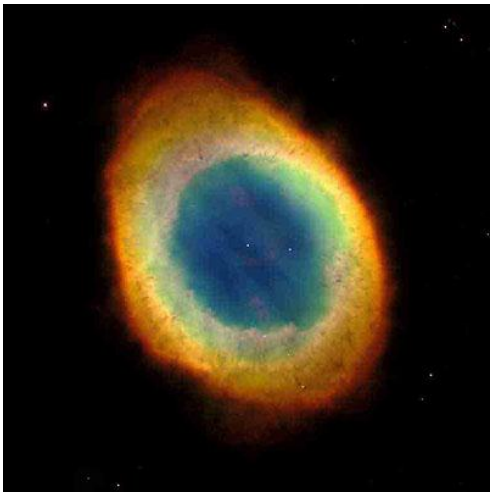

Figura 3: Representação de uma nebulosa do Anel. Faz-se uma analogia com a hipótese de Faye sobre os anéis em forma de elipse.
Fonte: NASA & The Hubble Heritage Team (STScI/AURA).

1.1.4 Hipótese de Lockyer

Segundo Joseph Lockyer, quando a condensação se acentuava, a nebulosa, por contração, convertia-se numa estrela e essa aumentava gradualmente de temperatura. Após o término dessa fase, os planetas se formaram.

O problema dessa hipótese é estabelecer a existência de um enxame de meteoritos, algo pouco provável (ver Figura 4).

> Com base no fato de se encontrar no universo um número sem conta de meteoritos isolados ou reunidos em enxames ou nuvens cósmicas, o astrônomo inglês Joseph Norman Lockyer (1836-1920) sugeriu que os astros se formavam por conglomerações de tais nuvens. As nebulosas representavam o estágio primário da evolução. Os movimentos em todas as direções dos meteoritos davam origem a choques, e deles resultavam condensação, aumento de calor e a liberação de gases (MOURÃO, 2000, p. 308).

Figura 4: Ilustração de um bombardeio de meteoritos que, de acordo com Lockyer, deram origem ao sistema solar.
Fonte: http://issoeofim.blogspot.com.br/2013/10/enxame-de-meteoros-e-cometas-no-sistema.html.

1.1.5 Hipótese de Moulton

Forest Moulton explica que, o que se formou a partir dos gases emitidos do fenômeno das marés, deram origem aos planetesimais, cujo estes giravam em órbitas elípticas em torno do Sol. Esses astros foram cada vez mais acumulando matéria e transformaram-se em planetas. O problema dessa hipótese é que tal processo não poderia ter acontecido devido um cometa não ser capaz de causar uma catástrofe ao colidir com o Sol (ver Figura 5).

> Em 1900, o geólogo norte-americano Thomas Chowder Chamberlin (1834-1928) reviveu a ideia de Buffon ao sugerir que uma estrela, ao passar muito próximo do Sol, teria provocado uma maré que se fragmentou em pequenos planetesimais. Levando em conta o fato de as nebulosas terem quase sempre forma espiral, o astrônomo norte-americano Forest Ray Moulton (1872-1952), em 1905, admitiu que o nosso sistema solar se desenvolveu a partir de uma dessas nebulosas (MOURÃO, 2000, p. 308).

Figura 5: Ilustração de um planeta que orbita a estrela Wasp 18 na constelação de Fênix, essa, por vez, induziria marés em sua estrela. Nessa imagem, se faz uma analogia com a hipótese de Moulton para o sistema solar.
Fonte: http://diarioderiachao.blogspot.com.br/2011/08/planeta-provoca-mares-em-sua-estrela.html.

1.1.6 Hipótese de Arrhenius

Segundo Svante Arrhenius, quando dois sóis se chocam, resulta em achatamento e aderência na zona de contato. A partir disso, no ponto do céu onde eles se encontram, passa a brilhar uma estrela nova. Ele também descreveu que o Sol teve um encontro com duas nebulosas, essas possuíam as seguintes características: uma era constituída de grãos não-voláteis que formaram os planetas interno e a outra era constituída de hidrogênio o qual deu origem aos planetas gigantes.

> Segundo o que o físico e químico sueco Svante August Arrhenius (1859-1927) expôs em seu livro *Worlds in the making* (Mundos em construção), 1907, toda a matéria universal descreveu, descreve e descreverá eternamente um ciclo: sóis extintos, choques de sóis, estrelas novas, nebulosas espirais, aglomerados estelares, sóis quentes, sóis em arrefecimento, sóis extintos. Vagueiam pelo espaço muitos sóis em que se vem processando arrefecimento há milhões de anos (MOURÃO, 2000, p. 306-307).

Figura 6: Nebulosa espiral M101. Nessa imagem, mostra-se a luz estelar na tonalidade azul e as nuvens de poeira da galáxia em vermelho. Analogia com a hipótese de Arrhenius, onde toda a matéria sempre descreverá um ciclo e qualquer uma nebulosa espiral pertencerá ao mesmo.
Fonte: NASA, JPL-Caltech, K. Gordon (STScI) et al.

1.1.7 Hipótese de Jeans

Para Sir James Jeans, imensas erupções de gases inflamados ascenderam-se à medida que se aproximavam de alguma estrela, até que, em um determinado instante, fragmentava-se e se convertia em planetas (ver Figura 7). Ele explicou que, quando uma estrela passou pelo Sol extraiu uma espécie de fio comprido de material gasoso e isto formou os nove planetas do sistema solar.

> O astrônomo inglês George Howard Darwin (1809-1882) explicava a formação da Lua como consequência da ação solar sobre a Terra ainda em estado fluido. Disso, resultaram marés enormes que, acrescidas do movimento de rotação, teriam projetado matéria a distância. Em 1930, o astrônomo inglês Sir James Jeans (1877-1946), em *Astronomy and Cosmogony* (Astronomia e Cosmogonia, 1928), sugeriu que marés cósmicas desse gênero tiveram grande influência na origem do sistema solar (MOURÃO, 2000, p. 309).

Figura 7: Ilustração da hipótese do impacto gigante, no qual acredita-se ter formado a Lua.
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tese_do_grande_impacto.

1.2 A Cosmologia de Aristóteles

Dentre os vários estudos sobre as órbitas planetárias, sóis, luas, satélites, o universo como um todo, Aristóteles (384 a.C. - 322 a.C.), em 340 a.C. acreditava que a Terra era o centro do universo e todos os planetas do sistema solar, incluindo o Sol, orbitavam ao redor dela circularmente. Vários séculos se passaram e a teoria não foi aperfeiçoada, quando, no século II d.C., o cientista grego Cláudio Ptolomeu (90-168) a completou afirmando que o planeta Terra estava cercado por oito esferas que incluíam a Lua, o Sol, as estrelas e os cinco planetas conhecidos na época: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. De tal forma que os planetas se moviam em círculos menores ligados as suas respectivas esferas, esses ciclos foram denominados de *epiciclos* (HAWKING, 2015, p. 12-13). Esta teoria ficou conhecida como modelo geocêntrico (ver Figura 8).

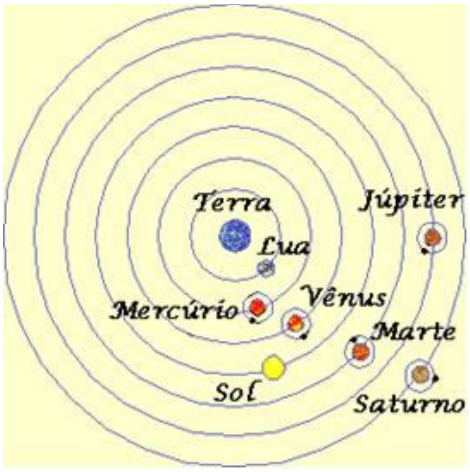

Figura 8: Representação do modelo geocêntrico proposto por Cláudio Ptolomeu no século II d.C..
Fonte: http://brasilescola.uol.com.br/geografia/geocentrismo-heliocentrismo.htm.

O geocentrismo foi aceito durante 14 séculos até que, em 1514, o astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) desenvolveu o modelo heliocêntrico (ver Figura 9) no qual a Terra deixa de ser o centro do universo, passando, então, o Sol a

ser o centro dos movimentos conhecidos. Dessa forma, a Terra e todos os outros planetas do sistema solar orbitavam em torno do Sol (SCHROEDER, 2012, p. 4).

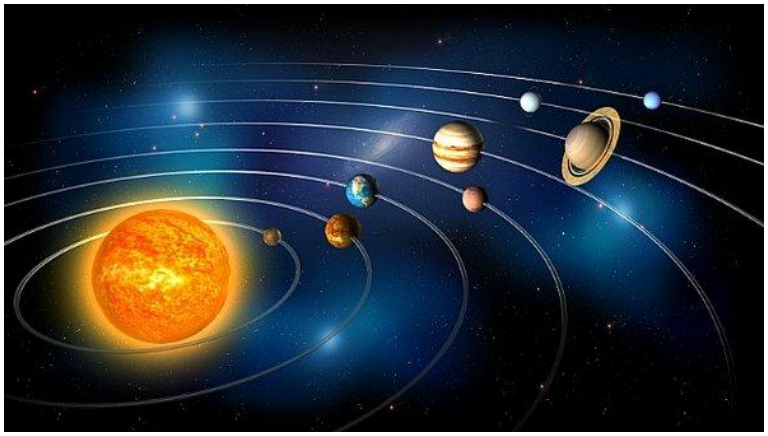

Figura 9: Representação do modelo heliocêntrico proposto por Nicolau Copérnico no século XVI.
Fonte: http://www.qsl.net/py4sm/universo.htm.

O heliocentrismo demorou um pouco a ser levado em consideração na sociedade daquela época. Isso ocorreu devido a Igreja possuir seus princípios e ter aceitado o modelo de Ptolomeu como a imagem do universo, considerando herege aquele que falasse o contrário sobre esta teoria.

Após um século do desenvolvimento do modelo heliocêntrico, o astrônomo italiano Galileu Galilei (1564-1642) começou a apoiar esta ideia depois de observar o céu com auxílio de um telescópio, objeto que tinha acabado de ser inventado. Um outro astrônomo, conhecido por Johannes Kepler (1571-1630), começou seus estudos sobre esta mesma teoria, modificando-a, onde sugeriu que os planetas se moviam em elipses (um círculo alongado) (ver Figura 10). A esta afirmação, Kepler denominou-a de Lei das Órbitas ou Primeira Lei de Kepler (HAWKING, 2015, p. 15).

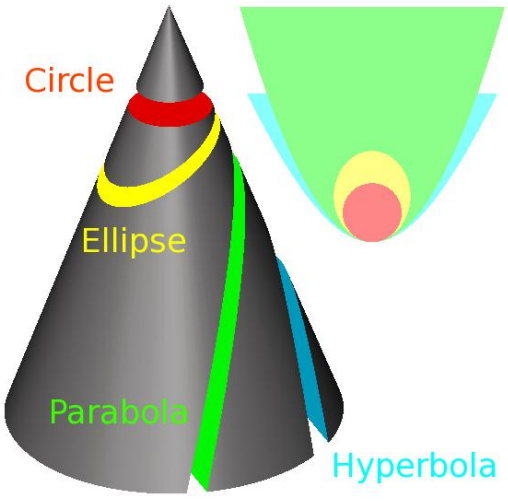

Figura 10: Representação das Cônicas, onde, a elipse é a proposta por Kepler para descrever o movimento dos planetas ao redor do Sol.
Fonte: http://laurashears.info/math122/unit4/conicsSummary/Conic_sections_3.png.

Kepler não trabalhou sozinho, ele contou com a ajuda do astrônomo Tycho Brahe (1546-1601), este, por vez, dispunha de excelentes dados observacionais sobre os planetas do sistema solar, tais como o do planeta Marte, a quem ele deu a Kepler o trabalho de encontrar o movimento desse planeta.

Depois de ter acesso a essas informações, Kepler descobriu que a velocidade do movimento planetário era inversamente proporcional à distância do planeta ao Sol, que resultou na Segunda Lei de Kepler ou Lei das Áreas.

Outra descoberta importantíssima de Kepler, foi de que o período da órbita de cada planeta apresentava uma relação com a distância média do planeta ao Sol ($T^2 \sim R^3$), isto é, guardava uma razão entre o quadrado do período da órbita do planeta e o cubo da distância entre o mesmo planeta e o Sol. Esta relação é válida para todos os planetas do sistema solar (PORTO, 2015, p. 10).

Ao descobrir tal relação e utilizando como base para os cálculos 1 (um) ano terrestre, Kepler encontrou valores aproximados para todos os planetas do sistema solar, assim, a razão entre o período e a distância tornou-se uma constante. Kepler denominou esta descoberta de Lei dos Períodos ou Terceira Lei de Kepler.

De acordo com Hawking (2015, p. 15) Kepler acreditava que os planetas orbitavam ao redor do Sol devido a presença de forças magnéticas. Porém, havia um detalhe, Kepler não explicou o porquê de ocorrerem forças magnéticas entre esses objetos celestes. Eis que, em 1687, Sir Isaac Newton publica uma das obras mais importantes para a ciência, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica.*

> (...) Nela, Newton não apenas apresentou uma teoria de como os corpos se movem no espaço e no tempo, mas também desenvolveu a complexa matemática necessária para analisar esses movimentos. Além disso, Newton postulou uma lei da gravitação universal, segundo a qual todo corpo no universo seria atraído para todos os outros corpos por uma força que se intensificava quanto maior fosse a massa dos corpos e quanto mais perto estivessem uns dos outros. (...) a gravidade faz a Lua se mover em uma órbita elíptica em torno da Terra e faz todos os planetas seguirem trajetórias elípticas em torno do Sol (HAWKING, 2015, p. 15-16).

> Newton mostrou que corpos sob a ação de uma força inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles e o corpo que os atrai descrevem órbitas que têm a forma de curvas cônicas. Quando as órbitas são fechadas, elas têm a forma elíptica. Estava solucionado então o problema das órbitas elípticas de Kepler (PORTO E PORTO, 2009, p. 7).

Segundo Porto e Porto (2009, p. 8), a mecânica newtoniana deu origem à ciência moderna, na qual revolucionou o Cosmo aristotélico. Esta também transformou o conceito de movimento, abandonando a ideia de Aristóteles pela ideia do deslocamento físico.

Tal teoria foi aceita por mais de dois séculos, quando, no início do século passado, Albert Einstein (1879-1955) revolucionou a Física, descobrindo inconsistências na mecânica newtoniana, como, por exemplo, não explicar quando partículas são submetidas a altas velocidades, a existência de um referencial absoluto e a ausência de uma velocidade limite.

A essa publicação Einstein denominou de Teoria da Relatividade Especial (TRE) ou Teoria da Relatividade Restrita (TRR). A ideia inicial era ter uma visão

mais ampla sobre o eletromagnetismo, entretanto, Einstein generalizou a mesma para a mecânica newtoniana (RESNICK, 1971, p. 4).

Einstein continuou seus estudos e, em 1915, publicou a Teoria da Relatividade Geral (TRG), onde ele explicou que “o espaço-tempo é distorcido pela presença da matéria que ele contém” (DE OLIVEIRA, 2013, p. 638).

> A cosmologia moderna iniciou-se com Einstein, em 1917, pouco tempo após ele haver publicado seu trabalho sobre a teoria do campo gravitacional, a relatividade geral. O primeiro modelo cosmológico relativista proposto por ele, além de espacialmente homogêneo, isotrópico e infinito (com curvatura espacial constante e positiva), possui a propriedade de ser estático. Acreditava-se naquela época ser esta uma característica do universo. (WAGA, 2005, p. 2).

Um fato importante, revelado por Horvath (2008, p.175) é que o trabalho de Einstein, Friedmann, Hubble e outros, explica que os modelos cosmológicos desses físicos teóricos incorporaram observações sem que a explosão tenha tido um “centro”, isto é, cada observador, em cada galáxia vê a mesma expansão.

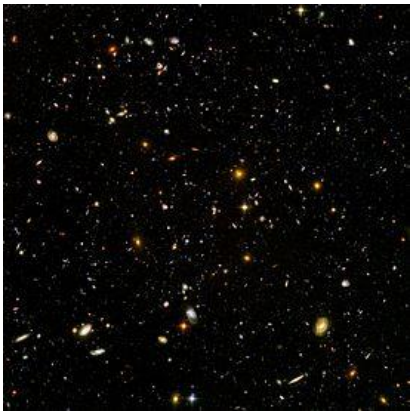

Figura 11: A mais profunda imagem do universo, conhecida como o Hubble Ultra Deep Field contendo as galáxias mais antigas já observadas.
Fonte: HORVATH, 2008, p.182.

Alexander Friedmann (1888-1925), acreditava que não existiam razões para o universo ser estático, como Einstein havia proposto. Após algumas investigações ele descobriu que, se a organização do universo não for estática, a geometria do mesmo também não o será. Para ele, o universo tornou-se algo dinâmico (GLEISER, 1997, p. 253).

Na década de 20, Edwin Hubble (1889-1953) observou o desvio para o vermelho da luz emitida por galáxias distantes. Interpretando este fato como uma consequência da expansão sofrida pelo universo. Em 1929, mais precisamente, Hubble observou que todas as outras galáxias estão se afastando de nós, ou seja, o universo está em expansão (ROSENFELD, 2005, p. 3).

Se o universo está em expansão, desde quando ele surgiu o seu aspecto mudou, evoluiu. Logo, em algum momento, todas as galáxias estavam juntas. Tendo como base a Teoria da Relatividade Geral (TRG) de Albert Einstein e dados observacionais obtidos por diversos cientistas, estima-se que o universo possua cerca de 13 bilhões de anos.

> (...) E por último também ficou claro que esta expansão implicava que, no passado, as galáxias estavam muito mais próximas umas das outras, possivelmente sendo formadas a partir de gás quente e denso. Este estado denso e quente do Universo, anterior à formação das galáxias, foi chamado pelo astrônomo inglês por F. Hoyle (1915-2001) – que não acreditava nele! – de *Big Bang* ou “Grande Explosão” (HORVATH, 2008, p.175).

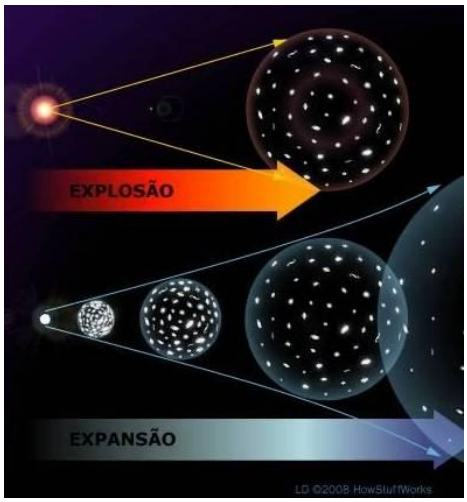

Figura 12: Representação artística da explosão e da expansão do universo. Os pontos brilhantes seriam as galáxias e, de acordo com a expansão, elas se afastam.
Fonte: http://www.sofisica.com.br/conteudos/curiosidades/bigbang2.php.

2 POR QUE ESTUDAR COSMOLOGIA?

A Física, a Astronomia e a Cosmologia caminharam juntas durante muito tempo na história da humanidade e muitas questões que surgiram há séculos atrás como de onde viemos e para onde vamos, continuam a serem investigadas até os dias de hoje. Segundo Porto e Porto (2009, p. 2), “durante todo o período que se estendeu desde seu aparecimento, no século IV a.C., até o século XVI d.C., a física e a cosmologia de Aristóteles permaneceram como os únicos pensamentos sistemáticos formulados a respeito dos fenômenos físicos e da estrutura do Universo”.

A importância da cosmologia como objeto de estudo está relacionada com a importância dos questionamentos feitos pela humanidade a respeito de sua existência, origem e evolução. E sua compreensão pode possibilitar aos estudantes a oportunidade de entrar em contato com as hipóteses cosmológicas e como estas evoluíram até os dias atuais.

> Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida, de forma a poder situar a Terra, a vida e o ser humano em suas dimensões espaciais e temporais no universo (BRASIL, 2002, p. 66-67).
> Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Compreender, por exemplo, a transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, relacionando-a às transformações sociais que lhe são contemporâneas, identificando as resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa mudança. Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas. (BRASIL, 2002, p.67).

Uma compreensão do que é a cosmologia e como ela se desenvolveu pode oportunizar as pessoas a possibilidade de lançar mão de modelos para a surgimento do universo que não seja apenas o criacionista, aumentando as condições de criticidade e reflexão a respeito do modelo que quer adotar como justificativa para a situação atual do universo.

A compreensão da cosmologia também é importante para reduzir o temor do que, por muito tempo, foi desconhecido pela humanidade e que causava verdadeiros transtornos para determinadas civilizações. É o caso da ocorrência de eventos astronômicos como os eclipses que para muitos eram consequências da vontade divina e que até hoje ainda persistem em regiões dos interiores do estado do Pará, onde as pessoas batem panelas para expulsar os dragões que estão invadindo a Lua (SILVA, 2007, p. 23).

O medo era algo frequente nas civilizações antigas, não se sabia uma justificativa lógica pra situações como eclipses ou mesmo as mudanças climáticas. Estes fatos causavam instabilidade e insegurança quando ocorriam e só puderam ser previstos com o advento da Física Newtoniana. No entanto, mesmo a Física Newtoniana não seria suficiente quando a escala em questão fosse de dimensões astronômicas e cosmológicas, seria preciso algo mais.

O conhecimento em Cosmologia leva a compreensão da composição humana, de sua matéria e onde surgiram os elementos que formam os serem vivos. Elementos que surgiram em processos físicos de altas energias e que vem sofrendo modificações e recombinações para manterem a manutenção de um sistema do qual a humanidade faz parte.

Conforme Gleiser (1997, p. 21), quando se questiona sobre a origem do Universo, “os cosmólogos atuam, ao menos na percepção popular, como criadores de mitos universais, capazes de transpor barreiras de credo e raça. Quando refletimos sobre a origem do Universo, imediatamente percebemos que devemos nos defrontar com problemas bem fundamentais. Como podemos compreender qual é a origem de “tudo”?”

Os questionamentos foram aumentando e ganhando dimensões cada vez maiores até atingirem o que hoje chama-se cosmos (universo). Questões como para onde vamos, de onde viemos, o que irá acontecer com o mundo, entre outras, relatam o pensamento de cientistas e até mesmo entra em vigor no senso comum.

> O problema do fim do mundo tem preocupado o homem desde o momento que ele tomou consciência de que o futuro imprevisível infundia um terror e um medo muito análogos à ideia de morte (MOURÃO, 2000, p. 399)

O estudo da astronomia e da cosmologia no ensino básico pode ser usado como um incitador (estímulo) da curiosidade e introdutor (elemento para aprendizagem da construção do conhecimento científico) do método científico, um conteúdo que pode ser trabalhado de forma interdisciplinar, de maneira que ele pode atrair a atenção de estudantes com diferentes interesses, ou seja, aqueles que dominam matemática, biologia, história, geografia, artes ou qualquer outra disciplina (BRASIL, 1998, p. 41).

2.1 Os Parâmetros Curriculares Nacionais e o ensino de Cosmologia

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) foram elaborados para os professores na busca de novas abordagens, quanto ao significado do conhecimento escolar, quanto a interdisciplinaridade e também com o intuito de difundir os princípios da reforma curricular. O currículo deve ser sempre compreendido como um processo contínuo (em construção), eles devem ser revistos e atualizados (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)).

No que diz respeito ao ensino de Cosmologia, este assunto faz parte dos Parâmetros Curriculares Nacionais no tema Universo, Terra e vida, onde é sugerido ao professor que dê condições ao aluno do terceiro ano do ensino médio de compreender qual seu lugar no tempo e no espaço.

> Finalmente, será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que

> pretende transformar. Assim, **Universo, Terra e vida** passam a constituir mais um tema estruturador. (BRASIL, 2002, p.70-71)
> Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra. (BRASIL, 2002, p.78)

Fazendo uma reflexão a respeito de tal sugestão presente nos PCNs (BRASIL, 2002), pode-se surgir desafios maiores, no que diz respeito ao trabalho do professor, uma vez que o curso de cosmologia ou mesmo de relatividade restrita e geral não fazem parte das disciplinas obrigatórias nos cursos de licenciatura em física. Abaixo está apresentada a grade curricular do curso de licenciatura plena em física de uma Universidade do Estado do Pará.

Componente Curricular	Carga Horária
Introdução a Educação	68h
Cálculo I	102h
Álgebra Linear	68h
Física Elementar Conceitual	68h
Psicologia da Educação	68h
Cálculo II	102h
Física Básica I	102h
Probabilidade e Estatística	68h
Cálculo III	68h
Laboratório Básico I	68h
Física Básica II	102h
Física Básica III	102h
Cálculo IV	68h
Física Básica IV	102h
Métodos da Física Teórica I	68h
Laboratório Básico II	34h
Química geral Teórica I	68h
Física Computacional I	68h
Mecânica Clássica I	68h
Desenvolvimento da Física	68h
Física Moderna I	102h
Laboratório Básico III	34h
Química Geral e Experimental	51h
Didática Geral	68h
Física Moderna II	68h
Eletromagnetismo Clássico I	68h
Instrumentação para o Ensino da Física I	68h
Estrutura e Funcionamento da Educação Básica	68h

Metodologia Específica de Física	68h
Técnicas de preparação de Trabalhos Científicos	34h
Metodologia de Projetos	34h
Instrumentação para o Ensino da Física II	68h
Eletrônica Experimental	85h
Estágio Supervisionado em Física I	102h
Estágio Supervisionado em Física II	102h
Estágio Supervisionado em Física III	102h
Estágio Supervisionado em Física IV	102h
Física Estatística I	68h
Tecnologia do Ensino da Física I	68h
Trabalho de Conclusão de Curso	34h

Tabela 1: Componentes curriculares do curso de Licenciatura Plena em Física de uma instituição do Estado do Pará.
Fonte: Feito pela própria autora.

Nesta grade é possível observar o curso de física moderna, onde de alguma forma, possa ser visto o conteúdo de relatividade, mas a sua discussão quanto teoria e componente de um modelo cosmológico precisaria ser vista separadamente como uma disciplina de carga horária própria.

Talvez esse seja um dos motivos pelos quais os professores não abordam o conteúdo de cosmologia com seus alunos. Além de claro, existirem outros contratempos como a falta de tempo para fechar todo o conteúdo, durante o ano letivo, excesso de turmas na carga horária do professor, falta de planejamento, disponibilidade de recursos na escola, como data show, notebooks, computadores, internet, falta de treinamento do professor com os instrumentos básicos de observação, informática.

Assim, essas solicitações dos PCNs (BRASIL, 2002) tornam-se cada vez mais difíceis de serem atingidas:

> Nessa abordagem, ganha destaque a interação gravitacional, uma vez que são analisados sistemas que envolvem massas muito maiores que aquelas que observamos na superfície da Terra. Ao mesmo tempo, evidenciam-se as relações entre o mundo das partículas elementares, assim como os métodos para investigá-lo, com o mundo das estrelas e galáxias. Lidar com modelos de universo permite também construir sínteses da compreensão física, sistematizando forças de interação e modelos microscópicos. Esses assuntos podem permitir reconhecer a presença da vida humana no Universo como uma indagação filosófica e também das condições físicas, químicas e biológicas para sua existência, evidenciando as relações entre ciência e filosofia ao longo da história humana, assim como a evolução dos limites para o conhecimento dessas questões (BRASIL, 2002, p. 78-79).

Apesar das dificuldades evidenciadas acima, neste trabalho busca-se apresentar algumas alternativas que possam contribuir para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem referente ao conteúdo de cosmologia. E assim, são propostas discussões e alternativas que possam reduzir estas falhas, de maneira que se disponibilize ao professor condições de fato para efetuar esta abordagem de forma segura e eficaz.

Uma proposta que pode ser realizada pelos professores e que já existe na Universidade Federal do Pará, é o projeto *Física para escola,* o qual disponibiliza uma série de palestras que levam o tema de física para as escolas da educação básica, difundindo temas de Física dentre os quais existe o de Cosmologia, aproximando a universidade da educação básica paraense.

Outro projeto ainda de extensão, existente na UFPA, é o *Núcleo de Astronomia*, o qual possui um espaço físico destinado a reuniões e recepções de escolas para discussões de temáticas referentes à Astronomia, Cosmologia e afinidades, que popularizam a ciência e a tornam mais palatável ao público não apenas das escolas, mas para a população de modo geral.

3 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho pode ser caracterizada como quantitativa, pois de acordo com (OLIVEIRA, 2014, p. 61) apresenta uma análise da quantidade de dados obtidos durante a aplicação da pesquisa.

> As pesquisas quantitativas são aquelas que se propõem a explicar, por meio de dados quantificáveis, as causas, as consequências e as inter-relações entre os fenômenos. Em geral, uma pesquisa quantitativa se pauta pela busca da comprovação ou da negação de uma hipótese assumida quando há o delineamento do trabalho por meio da coleta, do levantamento de dados, a fim de que estes possam ser sistematizados com o objetivo de descobrir padrões e tendências que possam confirmar ou não essa hipótese. (VIEIRA, 2012, p. 55).

Conforme (OLIVEIRA, 2014, p. 61), a abordagem quantitativa se caracteriza em quantizar dados obtidos através de questionários, conversação (diálogo, entrevista), nota escrita (observações, considerações), bem como a aplicação de práticas estatísticas desde a mais fácil, a mais difícil, buscando explicar conceitos que são considerados relativos aos objetivos, assim é definida como abordagem.

Neste trabalho, desenvolveu-se uma prática metodológica quantitativa, com 27 alunos de uma turma de terceiro ano do ensino médio da educação básica, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Agostinho Monteiro, localizada no município de Ananindeua, Pará, no dia 15 de dezembro do ano de 2016, no turno da manhã. Esta metodologia foi dividida em etapas, as quais serão descritas abaixo:

1ª Etapa

Nesta etapa foi realizado um levantamento teórico sobre o conteúdo cobrado aos estudantes do ensino médio da educação básica, observando-se documentos como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, PCNEM e PCN+), Matriz de Referência do Exame Nacional do Ensino Médio e Livros Didáticos utilizados pelos professores de física.

2ª Etapa

Nesta etapa foram formulados questionamentos a respeito do conteúdo de Cosmologia como ***Você já estudou Cosmologia? O que foi visto?*** e ***Para você, o que é Cosmologia?***. Estas questões são de caráter fechado e deram as opções de resposta aos alunos nos próprios questionamentos.

3ª Etapa

Nesta etapa, foi solicitada à direção da escola a autorização e posteriormente a aplicação do questionário em uma turma de terceiro ano da educação básica da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Agostinho Monteiro. Os estudantes

cursavam o segundo semestre do ano de 2016, no qual já haviam prestado o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), ocorrido em novembro, no município de Ananindeua e que praticamente, já teria visto a maior parte do conteúdo de física.

Figura 13: Fotografia dos estudantes do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio Agostinho Monteiro respondendo ao questionário e a autora explicando sobre a pesquisa realizada.

Fonte: Maiara Cardoso.

Figura 14: Fotografia dos estudantes do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio Agostinho Monteiro respondendo ao questionário proposto pela autora.

Fonte: Maiara Cardoso.

4ª Etapa

Após a aplicação do questionário e análise do mesmo, criou-se categorias de classificação para as respostas dadas pelos estudantes, as quais serão discutidas e analisadas a seguir.

Para a questão 1 ***Você já estudou Cosmologia? O que foi visto?***, criou-se as seguintes categorias:

Categoria 1 - *Nunca estudou ou não teve aula sobre o assunto;*

Categoria 2 - *Não sabe;*

Categoria 3 - *Outros* para as respostas que não se encaixavam nas categorias 1 e 2.

Assim, essa distribuição foi realizada por meio do gráfico 1, disponível abaixo:

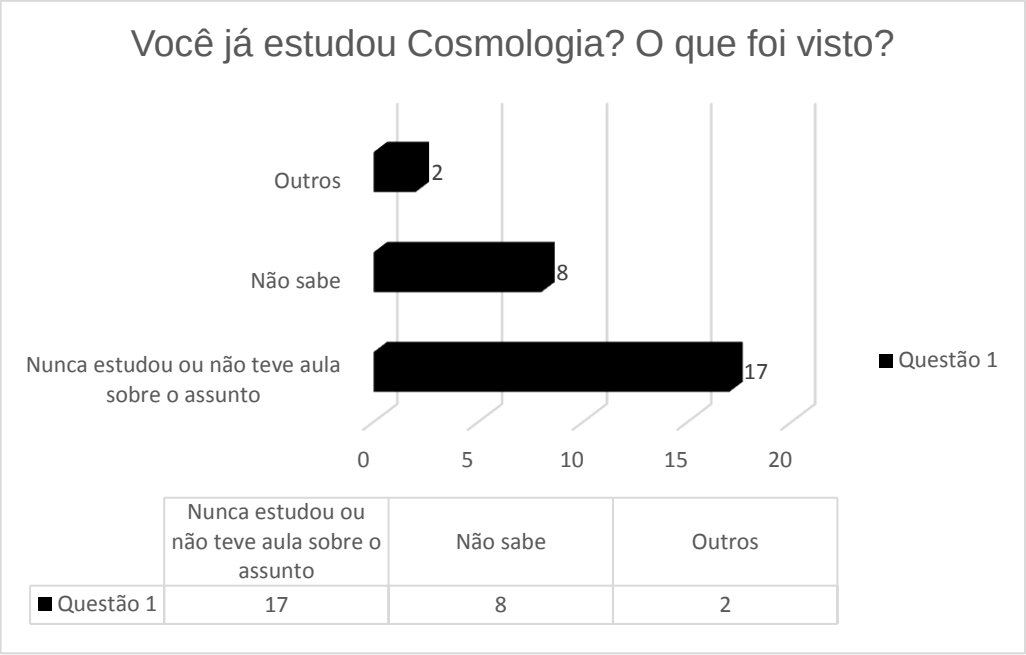

Gráfico 1: Mostra-se o resultado do questionário respondido pelos alunos sobre a questão 1.
Fonte: Feito pela própria autora.

Para a questão 2 ***Para você, o que é Cosmologia?***, criou-se as seguintes categorias:

Categoria 1 - *Não sabe;*

Categoria 2 - *Estudo do Universo*;

Categoria 3 - *Estudo do Cosmo, estudo dos Astros ou Planetas;*

Categoria 4 - *Outros* para as respostas que não se encaixavam nas categorias 1 e 2.

Assim, essa distribuição foi realizada por meio do gráfico 2, disponível abaixo:

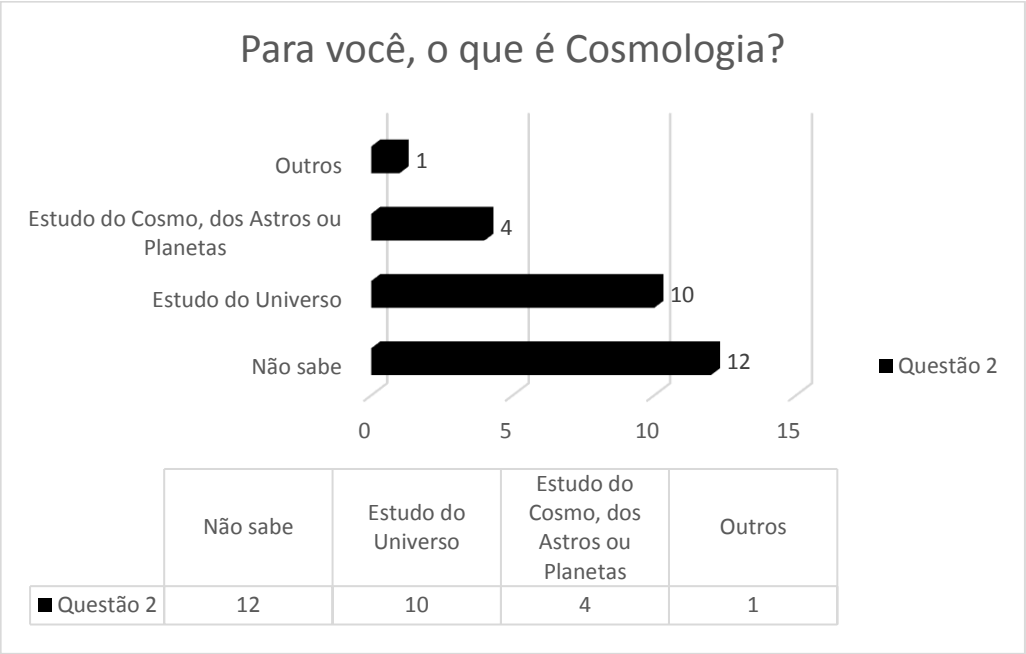

Gráfico 2: Mostra-se o resultado do questionário respondido pelos alunos sobre a questão 2.
Fonte: Feito pela própria autora.

3.1 Discussão dos Resultados

Para a questão 1 (***Você já estudou Cosmologia? O que foi visto?)***, obtivemos as seguintes estatísticas: 62,96% dos estudantes estão enquadrados na categoria 1, ou seja, nunca estudaram ou não tiveram aula sobre o assunto; 29,63% dos estudantes estão enquadrados na categoria 2, ou seja, não sabem ou não recordam se já viram algo e 7,41% estão enquadrados na categoria 3, onde suas respostas não contemplavam as categorias 1 e 2, os quais deram respostas irrelevantes para esta análise.

O que se pode extrair de tal informação é que, para uma turma de terceiro ano, finalizando o ensino médio e, após terem realizado o Exame Nacional do Ensino Médio, mais de 50% da mesma nunca estudou algo sobre cosmologia ou mesmo teve contato com o assunto. Isso se torna um fator preocupante, pois, como já fora discutido, é um assunto cobrado pelos PCN e pela matriz de referência do ENEM.

> Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo; Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra; Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações; Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual; Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a

> cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa. (BRASIL, 2002, p. 79)

Para a questão 2 (***Para você, o que é Cosmologia?***), obtivemos as seguintes estatísticas: aproximadamente 44,45% dos estudantes estão enquadrados na categoria 1, ou seja, não sabem do que se trata a cosmologia; 37,04% estão enquadrados na categoria 2, ou seja, acreditam que a cosmologia esteja ligada ao estudo do universo; 14,81% estão enquadrados na categoria 3, ou seja, acreditam que o estudo da cosmologia esteja ligado ao estudo de astros, planetas ou ao estudo do cosmo e 3,7% estão enquadrados na categoria 4, onde suas respostas foram diferentes das categorias citadas anteriormente. Nesse questionamento, voltado para o intuito da pesquisa, percebe-se que quase metade dos alunos que se submeteram a pesquisa, não tem a mínima ideia de qual seja o objeto de estudo da cosmologia.

Uma boa porcentagem também, embora seja menos da metade (37,04% - referente a categoria 2) apresentou ter uma noção do que trata a cosmologia, fazendo relação com o estudo do universo. Ainda nesta perspectiva tem-se na categoria 3 que alguns estudantes relacionam a cosmologia ao estudo dos astros e planetas. O que mostra que de alguma forma este pensamento pode ser relacionado ao desenvolvimento da cosmologia, que de certa forma começou com seus precursores com este tipo de entendimento. E para a categoria 4, estão as respostas irrelevantes para esta análise, compondo um total de 3,7%.

Estes resultados nos mostram que a maioria dos estudantes nunca tiveram acesso ao conhecimento de cosmologia nas escolas e logicamente não souberam responder o que foi visto. Apesar desta falha no repasse deste conteúdo apontado pelo questionário, pode-se verificar que grande parte dos alunos tiveram acesso ao conhecimento do assunto de cosmologia de alguma forma que pode ser a internet, livros, televisão, revistas e etc.

O problema evidente que se estabelece é que de alguma maneira estes alunos receberam informações sobre o assunto de cosmologia. A dúvida é qual a fonte e o que de fato foi compreendido, pois as fontes devem ser questionadas e discutidas em um espaço que deveria ser a escola ou mesmo um espaço de divulgação científica, dando ao estudante a oportunidade não apenas de receber as informações, mas de inferir sobre as mesmas.

CONCLUSÃO

Ao se realizar o levantamento sobre o conhecimento dos alunos e o que eles tiveram acesso sobre o assunto de cosmologia, foi possível verificar algumas lacunas sérias existentes referentes a este conteúdo. Não é um conteúdo trivial e geralmente não tem sido abordado pelos professores na sala de aula.

Além da não abordagem de cosmologia pelos professores na sala de aula, existe o fato do total desconhecimento do que seria o objeto de estudo da cosmologia, sua origem ou mesmo seus pensadores e construtores.

Alguns fatores podem ser sugeridos como justificativa para tal ausência do conhecimento de cosmologia na sala de aula e alguns destes seriam desde as difíceis condições de infraestrutura pelas quais passam a educação pública brasileira até a deficiente formação recebida pelo professor de física nas instituições de ensino superior.

Há uma grande discrepância na cobrança ou sugestão realizada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e a formação recebida pelo professor de física, em especial. E as consequências para este problema acarretam e uma série de conteúdos que não são trabalhados ou quando são trabalhados, acabam acontecendo de forma inadequada como com fontes de informações com erros como o meio de comunicação da própria televisão, a internet e até mesmo em livros onde persistem o erro didático e que pelo fato do professor não possuir o conhecimento para tal criticidade, acaba utilizando-o como fonte para suas aulas.

Algumas sugestões para que seja reduzida esta problemática seria a aproximação da universidade com as escolas por meio de projetos de extensão, onde profissionais especialistas possam colaborar com seus conhecimentos técnicos dentro das escolas. Este tipo de projeto já existe na Universidade Federal do Pará e alguns deles são: o Física e Tecnologia para a Escola, o Museu Interativo da Física, o Laboratório de Demonstrações e o Núcleo de Astronomia.

Seria muito interessante também, que os departamentos de Físicas das universidades pudessem oferecer cursos de aperfeiçoamento na área de cosmologia, por exemplo para tentar amenizar estes resultados. E assim reduzir as discrepâncias aqui apontadas. Dando ao professor maior segurança e possibilidades de desenvolverem suas aulas não apenas com o tema de cosmologia, mas com qualquer outro tema sem que este se sinta desconfortável.

Os resultados obtidos com os alunos, podem indicar certa carência no conhecimento sobre cosmologia, mas, considerando o número de pesquisados, esse resultado, no mínimo, alerta para uma possível reavaliação do ensino de Física e Ciências nas escolas e um questionamento sobre a formação de professores.

Dessa forma, verifica-se que a cosmologia é um dos assuntos que precisam ser repensados tanto quanto ao seu ensino na educação básica como ao seu ensino na educação superior. E espera-se que este trabalho possa ser uma pequena contribuição para alertar sobre esta carência e da necessidade de se pensar sobre o

assunto, uma vez que o conhecimento cosmológico está atrelado ao desenvolvimento do pensamento humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Astronomia On-line. Núcleo de Astronomia. Centro Ciência Viva do Algarve. **Tycho Brahe**. Disponível em: <http://www.ccvalg.pt/astronomia/historia/tycho_brahe.htm>. Acesso em: 10 dez 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – ciências naturais**. Brasília: MEC, 1998.

DE OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto et al. **Física em contextos:** pessoal, social e histórico. São Paulo: FTD, 2010.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Miniaurélio Século XXI Escolar:** O minidicionário da língua portuguesa. 4. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

Física e Tecnologia Para a Escola (FISESCOLA). Disponível em: <http://www.fisescola.ufpa.br/>. Acesso em: 15 dez 2016.

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.

GLEISER, Marcelo. **A dança do universo:** dos mitos de Criação ao Big Bang. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

HAWKING, Stephen William. **Uma breve história do tempo**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

HENRIQUE, Alexandre Bagdonas. **Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia.** 2011. 261 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

HORVATH, Jorge Ernesto. **O ABCD da Astronomia e da Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Disponível em: <http://provabrasil.inep.gov.br/parametros-curriculares-nacionais> Acesso em: 15 dez 2016.

Laboratório de Demonstrações da Universidade Federal do Pará (LABDEMON). Disponível em: <http://labdemon.ufpa.br/>. Acesso em: 15 dez 2016.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Educação em Astronomia:** Repensando a formação de professores. São Paulo: Escrituras Editora, 2012.

MARIOTTI, Cristiano. **Questionário para TCC**. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/58658157/Questionario-para-TCC>. Acesso em: 05 nov 2016.

Matriz de Referência para ENEM 2012. MEC. Disponível em: < http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_enem.pdf>. Acesso em: 15 dez 2016

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. **O Livro de Ouro do Universo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2000.

Museu Interativo da Física (MINF). Disponível em: <http://www.minf.ufpa.br/>. Acesso em: 15 dez 2016.

NOVELLO, Mário. **O que é cosmologia?:** A revolução do pensamento cosmológico. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

Núcleo de Astronomia da Universidade Federal do Pará (NASTRO). Disponível em: <http://nastro.ufpa.br/>. Acesso em: 15 dez 2016.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; OLIVEIRA, Maria de Fátima. **Astronomia e astrofísica**. 3. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

OLIVEIRA, Jorge Henrique Lopes de. **Noções de cosmologia no ensino médio: o paradigma criacionista do big bang e a inibição de teorias rivais.** 2006. 203 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Naturais, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

Portal do Astrônomo. **O Modelo Cosmológico Padrão**. Disponível em: <http://vintage.portaldoastronomo.org/tema_13_1.php>. Acesso em: 10 dez 2016.

PORTO, C. M.. **Panorama geral da obra de Kepler**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 3, p. 1-13, 2015.

PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M.. **A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, p. 1-9, 2009.

RESNICK, Robert. **Introdução à relatividade especial**. São Paulo: Ed. Univ. de São Paulo e Ed. Polígono, 1971.

ROSENFELD, Rogério. **A Cosmologia**. Física na Escola, v. 6, n. 1, 2005.

Schroeder, Andrei et al. A Cosmologia Contemporânea. Revista Eletrônica, v.3. Porto Alegre, 2012.

SILVA, Leonardo de Sousa. **Breve visão sobre pesquisa em ensino de astronomia no brasil a partir dos periódicos: revista brasileira de ensino de física e caderno brasileiro de ensino de física**. In: VI COLÓQUIO INTERNACIONAL “EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE”, 2012, São Cristóvão.

SILVA, Lizangela Maria Almeida da. **Práticas Atuais de Astronomia em Belém do Pará: Planetário do Pará, Núcleo de Astronomia da UFPA e Outras Iniciativas.** 2007. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

TOLMAN, Richard Chace. **Relativity, thermodynamics and cosmology**. Oxford: Claredon Press, 1934.

VIEIRA, José Guilherme Silva. **Metodologia da Pesquisa Científica na Prática**. Curitiba: Editora FAEL, 2012.

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.

WEBER, Fridolin. **Introdução à relatividade geral e à física de estrelas compactas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.