

## **ENSINO DA COSMOLOGIA: DO ÁTOMO PRIMORDIAL AO MODELO COSMOLÓGICO PADRÃO**

*JUNIOR, Stephan Krokovsky; Universidade Católica De Pernambuco;*

*skj\_95@hotmail.com*

**Palavras-chave:** Astronomia; Cosmologia; universo

### **1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA**

Este trabalho tem como objetivo principal abordar e descrever uma linha do tempo com uma abordagem educacional sobre a evolução do pensamento humano a despeito do formato do universo e as constantes descobertas nos tempos atuais. A forma do universo é abordada neste trabalho apresentando desde o pensamento do átomo primordial as novas descobertas da astronomia moderna sempre com intuito de gerar um interesse no despertar científico de futuros pesquisadores, professores ou até mesmo de amadores e curiosos sobre o tema.

É natural que o tema desperte no ser humano um fascínio seja ele o profissional da área de cosmologia ou não e justamente por este interesse que buscamos detalhar a evolução histórica e a contribuição do pensamento filosófico e científico na construção do modelo cosmológico padrão que hoje é mais aceito no meio acadêmico e científico.

O modelo da cosmologia padrão remonta a evolução do universo a partir da interação gravitacional após a fenômeno que conhecemos como Big Bang que forneceu energia cinética suficiente para o modelo de expansão atual do universo. O modelo cosmológico padrão nos apresenta uma sequência de previsões aceitas pela comunidade científica como a presença de radiação cósmica de fundo que também é conhecida como a assinatura do próprio universo constatando que estamos em constante expansão, Aprofundando bem mais no tema temos modelos de maior abrangência como o modelo inflacionário que exploram os efeitos quânticos e interações de curto alcance que acredita-se ser predominante na fase inicial de evolução do universo que dão origem aos grandes conglomerados galácticos.

---

Entre os grandes problemas que a cosmologia moderna tenta explicar podemos citar o fato da densidade de matéria bariônica que é na ordem de 4% em relação a densidade crítica, ressaltando que o universo observável é formado pela matéria bariônica com suas interações fundamentais. Estudos também dão conta de uma matéria que não é visível que propicia uma interação que é totalmente gravitacional que representa aproximadamente 80% da massa total de uma galáxia e restando um total de 20% de matéria bariônica. descrição atual do Universo, esta energia escura pode ser identificada com a constante cosmológica, que a priori é um termo de natureza geométrica no contexto da teoria geral da relatividade

Entramos no âmbito das construções de conceito de matéria escura e na misteriosa e intrigante energia escura, toda esta composição moldam as galáxias, aglomerado galácticos e está energia escura deve estar distribuída uniforme constante no temp, conceito este necessário para explicar a expansão acelerada do universo com toda a abordagem conceitual que temos hoje que é responsável por está força gravitacional de natureza repulsiva que está totalmente associada a famosa constante cosmológica de Albert Eistein. Em contra partida temos a interação nuclear forte, de curto alcance, que é responsável pela estrutura da matéria hadrônica (bárions e mésons) que possibilitam assim a formação de núcleos atômicos e também a formação dos elementos químicos que são resultados de processos que ocorreram na expansão do universo e processos de colapso de estrelas por exemplo.

A motivação para abordagem do tema vem da ausência dessa disciplina nos cursos de formação de professores de Ciências e/ou Física, do não entendimento histórico e conceitual do surgimento do universo e de uma abordagem bastante simples e contraintuitiva do que significaria o Big Bang onde limitamos apenas a uma explosão e que por si só não desperta no jovem o interesse acadêmico e científico sobre a temática, não é comum as escolas abordarem com tanta ênfase ou que estimule a curiosidade para pesquisar sobre a temática, por muitas vezes chega a ser confuso a maneira como entendemos a formação do universo justamente por não seguir uma linha do tempo coerente e sem entender como cada evento foi surgindo e tudo que temos avançado sobre o conhecimento do universo que para muitos estudantes aparentemente é algo distante de se entender e complexo de ser respondido, obvio que existem bastante questões em aberto,

---

mas hoje falta incentivo pesquisa e busca pelo assunto, contudo a ideia central é criar uma linha do tempo que proporcione um mapa mental para o estudo e interesse da cosmologia moderna principalmente como modelo educacional.

A cosmologia é a parte da astronomia que procura estudar o universo em sua totalidade, ou seja, como um todo. Na antiguidade as observações e o próprio universo estão restringidos ao mundo totalmente observável e é daí que surgem as diferentes teorias que procuram explicar todos os sistemas do mundo. Nestas teorias podemos citar as ideias do Geocentrismo e heliocentrismo, e com o desenvolvimento dos estudos da astrofísica podemos dizer que o mundo observável se tornou mais complexo e novas teorias tiveram que ser desenvolvidas para poder se explicar as novas descobertas. Contudo algumas perguntas continuaram a ser feitas e que precisavam ser respondidas como por exemplo: O que é o universo? Qual o seu tamanho? Qual a origem do universo? Como o universo evolui com o passar do tempo? O universo vai acabar um dia? Estas e outras perguntas fazem parte do trabalho desafiador da cosmologia em responder todas estas questões e para isso é utilizado todo o conhecimento científico disponível, podemos dizer que a cosmologia trabalha sempre no que há de mais preciso e inovador tecnologicamente falando. Disseminar este conhecimento de maneira clara para os jovens sejam nas escolas ou até mesmo por curiosidade científica é de fundamental importância, pois só assim que podemos despertar este interesse e quem sabe estimular futuros pesquisadores e cientistas. Estamos vivendo hoje uma época fantástica com todos os dias sendo produzidos novos dados observacionais que fazem grandes revelações sobre o nosso universo, por isso quando limitamos nosso conhecimento do Big Bang á apenas uma explosão deixamos de entender o que hoje é estudado sobre esta temática que embora sejam questões bastante complexas passam ser fundamentais, afinal desde a origem do homem como civilização principalmente, o universo é objeto de curiosidade e conhecimento.

---

## **2. OBJETIVO**

Apresentar uma linha do tempo do modelo de evolução do universo que seja aplicado em um modelo educacional de apresentação do universo observável.

## **3. METODOLOGIA**

A proposta didática é que numa aula expositiva acerca da evolução do conhecimento da cosmologia desde a Antiguidade aos dias atuais, seguida da exibição de um vídeo da National Geographic (HUBBLE – A ÚLTIMA MISSÃO, 2008) apresentando as descobertas realizadas pelo telescópio Hubble. Uma curadoria com exposição de fotos molduradas em formato de linha do tempo sobre a história da cosmologia.

Será ministrada uma palestra durante o dia abordando toda parte histórica e à medida que avançamos na palestra a exposição fotográfica vai contar toda a história do átomo primordial ao modelo cosmológico padrão. Brevemente e de maneira superficial apresentamos aos alunos os passos dados no século XX, como a Teoria da Relatividade e o modelo cosmológico de Einstein

Para apresentação do vídeo escolhido, “Hubble – A Última Missão” da National Geographic, produzido e dirigido por Dana Berry, os alunos tomam conhecimento de características do telescópio que está em órbita em torno da Terra obtendo imagens incríveis do Universo ao nosso redor.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Enumeradas pesquisas sobre a História da Astronomia mostram que as observações de fenômenos astronômicos, não é algo recente e remete ao início da civilização. Para Oliveira Filho e Saraiva (2003, p.): “As especulações sobre a natureza do Universo devem remontar aos tempos pré-históricos, por isso a astronomia é frequentemente considerada a mais antiga das ciências”. Isso mostra que o homem pré-histórico se deparava constantemente com esses fenômenos astronômicos. Itokazu (2009, p.42), descreve que: Ainda na pré-história, o domínio da agricultura dependeu da compreensão do ciclo das estações do ano, determinado pelo movimento aparente do Sol. Esse conhecimento, indispensável na identificação do momento ideal para a preparação da terra, o plantio ou a colheita, aparece cristalizado nos monumentos de pedra de diversas culturas, de

---

Stonehenge, na Grã-Bretanha, a pedra Intihuatana em Machu Picchu, no Peru. (ITOKAZU, 2009,p.42) E mais adiante o mesmo complementa que: O conhecimento do movimento do Sol também tinha implicações práticas para os habitantes das cidades: na antiga Roma, esperava-se que um cidadão educado fosse capaz de planejar a construção de sua casa tendo em vista a incidência do Sol, de modo a obter conforto térmico ao longo do ano. (ITOKAZU, 2009, p.42) Porém os registros astronômicos mais antigos são datados de aproximadamente 3000 a.C. Eles são atribuídos aos povos chineses, babilônios, assírios e egípcios. Naquela época, o movimento dos astros era estudado com objetivos práticos. Pois, entender tais fenômenos foi fundamental para sua sobrevivência. O homem antigo precisa saber quando plantar, quando estocar comida para o inverno, a época de cheia de rios, etc. Para os povos antigos a astronomia tinha objetivos relacionados até á astrologia para fazer previsões do futuro, já que, não tendo qualquer conhecimento das leis da natureza, eles acreditavam que os deuses do céu tinham o poder da colheita, da chuva e mesmo da vida. (Oliveira Filho e Saraiva, 2003)

2.2.A astronomia da Grécia antiga. Um dos grandes apogeu da astronomia antiga se deu na Grécia, durante o período de 600 a.C. a 400 d.C., com os esforços gregos em conhecer a natureza do cosmos, e com o conhecimento herdado dos povos mais antigos, surgiram os primeiros conceitos sobre o nosso universo (Oliveira Filho e Saraiva, 2003). Durante todo esse período na Grécia, grandes pensadores tentaram de alguma forma explicar o nosso universo. Dentre eles podemos citar: Tales de Mileto (~624 - 546 a.C.) que introduziu os fundamentos da geometria e da astronomia, trazidos do Egito; Pitágoras de Samos (~572 - 497 a.C.) que acreditava na esfericidade da Terra, da Lua e de outros corpos celestes. Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.) cuja contribuição será descrita mais adiante; Aristarco de Samos (310-230 a.C.) foi o primeiro a propor a Terra se move em volta do Sol, antecipando Copérnico em quase 2000 anos; Eratóstenes de Cirênia (276-194 a.C.) que foi o primeiro a medir o diâmetro da Terra; Hiparco de Nicéia (160 - 125 a.C.), considerado o maior astrônomo da era pré-cristã, compilou um catálogo com a posição no céu e a magnitude de 850 estrelas e Ptolomeu (85 d.C. - 165 d.C.) foi o último astrônomo importante da antiguidade. Estabeleceu o modelo geocêntrico que viria a perdurar até a renascença. Ele compilou o conhecimento e os trabalhos dos astrônomos anteriores (Oliveira Filho e Saraiva, 2003).

2.3. O geocentrismo e o domínio das ideias

---

filosóficas de Aristóteles. Durante o período que vai desde o século IV a.C., até o século XVI d.C., as ideias filosóficas de Aristóteles permaneceram como os únicos pensamentos sistemáticos formulados a respeito dos fenômenos físicos e da estrutura do Universo. (PORTO & PORTO). Esse pensamento de Aristóteles sobre a região celeste que dominou o pensamento ocidental até o Renascimento. Em sua ideia geocêntrica, a Terra é esférica e ocupa o centro de um universo organizado em camadas esféricas concêntricas, em uma estrutura semelhante a uma cebola. (NOGUEIRA, 2009) Esse modelo geocêntrico grego teve outros aperfeiçoamentos. Erastóstenes (c.276-c.194 a.C., escritor grego, nascido na atual Líbia) mediu a circunferência da Terra por método experimental, obtendo um valor cerca de 15% maior do que o valor real. Já Ptolomeu (Claudius Ptolomeus, segundo século a.C., astrônomo e geógrafo egípcio) modificou o modelo de Aristóteles, introduzindo os epiciclos, isto é, um modelo no qual os planetas descrevem movimentos de pequenos círculos que se movem sobre círculos maiores, esses centrados na Terra. (STEINER, 2006, p.235) O novo modelo Conhecido com Aristotélico – ptolomaico era compatível com os dados experimentais disponíveis então, em que adotava uma série de hipóteses a respeito do movimento dos planetas, admitindo para cada planeta a composição de um movimento de revolução (epiciclo) em torno de um certo ponto, que, por sua vez, descrevia uma trajetória circular (deferente) em torno de um outro centro. (PORTO & PORTO). Ptolomeu chega a conclusão, partindo de fatos observáveis, que o céu e a Terra são esféricos, estando esta imóvel no centro geométrico do céu; e admite serem os corpos celestes esferas sólidas homogêneas compostas de éter que se movem circular e regularmente, pois, naturalmente, os matemáticos que faziam astronomia estavam submetidos a certos princípios físicos que não eram de sua competência questioná-los. Estes princípios tão só delimitavam o marco no qual se desenvolvia a investigação astronômica"(BARROS-PEREIRA, 2011, p. 2602-4) O modelo cosmológico de Aristóteles e Ptolomeu prevaleceu durante quase quatorze séculos. O pensamento medieval ocidental, de natureza cristã, adotou sua estrutura, porém transformando o Universo de eterno em criado pela Vontade Divina. (PORTO & PORTO, 2008, p. 4601-3) Esse modelo geocêntrico Aristotélico-ptolomaico que reinou absolutamente durante muito tempo, só foi definitivamente aposentado no advento da mecânica de Newton. Pois o mesmo, apesar de bastante complexo, dava conta dos

---

fenômenos observados com grande precisão. (PONCZEK, 2002). 2.4. O heliocentrismo e a grande revolução científica. A idéia de que o Sol está no centro do universo e de que a Terra gira em torno dele, conhecida como a teoria heliocêntrica, já havia sido proposta por Aristarco de Samos (c.320 – c.250 a.C., matemático e astrônomo grego); ele propôs essa teoria com base nas estimativas dos tamanhos e distâncias do Sol e da Lua. Concluiu que a Terra gira em torno do Sol e que as estrelas formariam uma esfera fixa, muito distante. Essa teoria atraiu pouca atenção, principalmente porque contradizia a teoria geocêntrica de Aristóteles, então com muito prestígio e, também, porque a ideia de que a Terra está em movimento não era muito atraente (NOGUEIRA, 2009). O astrônomo Nicolau Copérnico (1473-1543), trouxe em suas concepções sobre o universo ideias que representaram as primeiras rupturas com a antiga visão Aristotélica de mundo dando início aos primeiros passos da Revolução Científica denominada revolução Copernicana. (PONCZEK, 2002) O abalo definitivo do modelo cosmológico aristotélico-ptolomaico veio no século seguinte, com a teoria heliocêntrica proposta por Nicolau Copérnico. Segundo Copérnico, o Sol passava a ocupar o centro do Universo, enquanto a Terra e os demais planetas giravam ao seu redor. Copérnico, no entanto, manteve, ainda sob influência do antigo modelo cosmológico, a idéia de um Universo finito, fechado por esferas, onde os planetas descreviam órbitas circulares perfeitas. (PORTO & PORTO, 2008, p. 4601-4) O termo “abalo definitivo” na citação acima, deve ser encarado como uma ruptura com a antiga visão aristotélica de mundo. Pois a revolução de Copérnico representa apenas um primeiro marco na queda definitiva dessa teoria. Essa nova visão do universo astronômico não obteve imediatamente uma aceitação total. Pelo contrário, a mesma encontrou vários opositores entre pensadores e estudiosos como o filósofo Francis Bacon e o astrônomo Tycho Brahe. E por outro lado, encontrou também grandes adeptos como Giordano Bruno, Johannes Kepler e Galileu Galilei, entre outros personagens que muito contribuíram para toda a revolução do pensamento científico. (PORTO & PORTO, 2008). A revolução astronômica de Copérnico teve dois grandes problemas de aceitação. O primeiro problema é que a mesma apresentou ideias que em geral eram contrárias à convicção religiosa da época. O planeta Terra nada mais era do que um pequeno planeta girando, como muitos outros, em torno do Sol, que representa o centro de gravitação de todo o sistema. O modelo copernicano apesar de

---

matematicamente genial, não era aceito fisicamente porque não respondia os problemas básicos do heliocentrismo: Por que os corpos insistem em cair para o centro da terra e não para o Sol, já que este é o centro do universo? Por que não somos atirados para fora da terra, como ocorre num carrossel em rotação? Por que uma pedra atirada para cima, volta para nossas mãos? Por que as estrelas parecem não se mover? (PONCZEK, 2002) Ainda que com essas lacunas teóricas, as ideias de Nicolau Copérnico representaram uma das grandes revoluções da história das ciências. Mas a substituição da teoria aristotélica passaria por Kepler, recaindo nos ombros de Galileu e sendo concluída por Newton. Nesse período a astronomia passa a ser chamada de astronomia moderna. Na astronomia moderna, Kepler e Galileu acreditavam que o Universo estava matematicamente organizado e que a ciência se fazia comparando-se hipóteses com dados observados experimentalmente (PONCZEK, 2002). Em seu trabalho de divulgação científica, Nogueira e Canalle (2009, p.38) corrobora com o parágrafo acima no que diz respeito a importância do Modelo de Copérnico, relatando a longa trajetória da passagem do modelo geocêntrico para o Heliocentrismo: Com sua obra, o polonês abriu uma porta que jamais voltaria a ser fechada. De fato, o seu modelo heliocêntrico parecia concordar mais com as observações do que o de Ptolomeu, e logo muitos cientistas se entusiasmaram pela novidade. Entre eles, dois dos mais importantes foram o alemão Johannes Kepler (1571-1630) e o italiano Galileu Galilei (1564-1642). Mas o geocentrismo ainda tentaria uma última cartada com o maior astrônomo de seu tempo, o dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601). O dinamarquês Tycho Brahe, de família muito rica, construiu seu próprio observatório numa ilha doada pelo rei Frederico II, da Dinamarca. Com esse observatório, Brahe fez registros muito precisos das posições dos planetas durante anos seguidos. O modelo construído por Tycho Brahe, que foi a última cartada para o geocentrismo. Ele era uma combinação do modelo de Ptolomeu e do de Copérnico. Nele a Terra ocupa o centro do universo e o Sol girava ao redor da Terra e os planetas, giravam ao redor do Sol (CANALLE, 2010). Mais adiante, alemão Johannes Kepler, um importante personagem na revolução da astronomia do século XVII, a partir de suas concepções místico-filosóficas, defende o modelo Heliocentrista. Ele acreditava que o modelo de Copérnico seria capaz de descrever matematicamente um Universo ordenado e harmonioso (CANALLE, 2010). E usando dados coletados por Tycho Brahe sobre as oposições de

---

Marte, Kepler descobriu que o sistema de Copérnico funcionava perfeitamente, desde que fossem usadas elipses ao invés dos círculos da trajetória dos planetas, com o Sol em um de seus dois focos. Com isso, Kepler chegou a partir da primeira lei e novamente confrontando com os dados Ticho Brahé segunda lei e conseqüentemente na terceira lei. (PONCZEK, 2002). As leis de Kepler são descritas da seguinte maneira: Todos os planetas do sistema solar executam trajetórias elípticas tendo o sol como um dos focos; A linha que liga o sol aos planetas varre áreas iguais em tempos iguais; O quadrado dos períodos das órbitas dos planetas é proporcional ao cubo de suas distâncias médias ao sol. (PONCZEK, 2002). Com a conclusão de seu trabalho sobre o movimento planetário, Kepler deu fim a uma busca por uma explicação para os movimentos vistos no céu que teve início nos tempos antigos. Mas um contemporâneo seu, Galileu, deu um novo rumo à astronomia moderna (NOGUEIRA & CANALLE, 2009). Galileu deu uma grande contribuição à ciência moderna e ao modelo heliocêntrico. Considerado o pai da física experimental e da astronomia telescópica. Os experimentos de Galileu foram bastante importantes para o desenvolvimento da nossa atual mecânica. Uma série de observações feitas por Galileu ao planeta Vênus, que mostrou que o Sol, e não a Terra, era o centro do Sistema Solar. Com relação às observações feitas por Galileu, podemos destacar descobrimentos das manchas solares, as montanhas da Lua e as fases de Vênus (Oliveira Filho e Saraiva, 2003). Em seu trabalho sobre o Fascínio do Universo Damineli e Steiner trazem ideias que complementam a tese de que Galileu com suas observações astronômicas comprovou que a teoria do Heliocentrismo era verdadeira. ...Galileu Galilei (1564-1642), que foi um dos primeiros a examinar o céu com ajuda de um telescópio – e a desenhar, a mão, o que tinha visto na Lua, no Sol, em Júpiter e em Saturno, espantando a sociedade de sua época. (DAMINELI & STEINER, 2010, p.18) Estas evidências teve um forte impacto, atingindo fortemente o geocentrismo. A Igreja Católica, começa a discordar das interpretações dadas aos dados observados por Galileu. Suas ideias duramente criticadas, o levou a mira da Inquisição, onde teve de se explicar perante a Igreja. Foi acusado de ensinar “má ciência” e advertido de que a teoria heliocêntrica deveria ser ensinada apenas como uma hipótese por ser contrária ao que a Bíblia propunha. (Oliveira Filho e Saraiva, 2003) Os princípios e as leis da dinâmica concebidos por Newton constituem o passo fundamental para o desenvolvimento da ciência moderna.

---

Newton é considerado o fundador da mecânica clássica. Suas ideias influenciou todo o pensamento científico e filosófico do século XVIII. A citação abaixo, mostra que dentre os problemas da mecânica celeste, ele deu a explicação física para o comportamento dos planetas, deduzindo leis de Newton e a lei da gravitação universal a partir das leis de Kepler. A teoria da gravidade do físico inglês Isaac Newton (1643-1727) foi deduzida diretamente das leis de Johannes Kepler (1571-1630), que diziam como os planetas se moviam em torno do Sol. (DAMINELI & STEINER, 2010, p.21) A teoria da gravitação publicada por Newton foi o golpe final na teoria Geocentrista. Na revisão da literatura o pesquisador apresenta o que conhece sobre o tema, referenciando outros autores. Refere-se a literatura pertinente ao objeto de estudo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de tudo que foi abordado neste trabalho, destacamos a importância do desafio de abordar novos temas nas escolas com o intuito de levar ao público a cosmologia como conceito atual nos dias de hoje.

Ressalto que é um trabalho com fonte de informação básica e introdutória para alunos e professores do ensino básico e secundário, de modo que seja um motivador para futuras pesquisas.

De maneira como o assunto é abordado pode gerar uma estimulante fonte de discussão não só científica, mas também pedagógica em um momento que tanto se fala sobre ciências.

## 6. REFERÊNCIAS

BARROS-PEREIRA, Humberto Antonio de. **Astronomia islâmica entre Ptolomeu e Copérnico: tradição Maraghah**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2011, vol.33, n.4, pp. 4303-4303. ISSN 1806-1117.

---

BARROS-PEREIRA, Humberto Antonio de. **Esferas de Aristóteles, círculos de Ptolomeu e instrumentalismo de Duhem**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2011, vol.33, n.2, pp. 1-14. ISSN 1806-1117.

CANALLE, J.B.G.. *Oficina de Astronomia* (Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010)

DAMINELI, Augusto ; STEINER, João. **O Fascínio do universo**. - São Paulo: Ed. Odysseus, 2010.

ITOKAZU, Anastasia Guidi. **1609: da astronomia tradicional ao nascimento da astrofísica**. Cienc. Cult. [online]. 2009, vol.61, n.4, pp. 42-45. ISSN 2317-6660.

NOGUEIRA, S. ; CANALLE, J. B. G. . **Astronomia Ensinos Fundamental e Médio - Volume II** - Coleção Explorando o Ensino Fronteira Espacial - Parte 1. 1. ed. Brasília: Ministério da Educação, 2009. v. 11. 232p.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza, Saraiva, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**, Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

PONCZEK, R. L. . Da Bíblia a Newton: uma visão humanística da mecânica. In: Rocha J.F. M. *Origens e evolução das idéias da Física*. Salvador/BA: Edufba. 2002. Cap. I, p. 21-13.

PORTO, C.M. and PORTO, M.B.D.S.M.. **A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2008, vol.30, n.4, pp. 4601.1-4601.9. ISSN 1806-1117.

STEINER, João E.. **A origem do universo**. Estud. av. [online]. 2006, vol.20, n.58, pp. 231-248. ISSN 0103-4014.