

## Paradigmas e Revoluções Científicas na Cosmologia: Uma Análise à luz da epistemologia da Ciência de Thomas Kuhn

### RESUMO

**Marilha Aparecida Cruz Cunha**  
[pg405448@uem.br](mailto:pg405448@uem.br)  
<https://orcid.org/0009-0002-2053-1418>

Universidade Estadual de Maringá (UEM),  
Maringá, Paraná, Brasil

**Valdete dos Santos Coqueiro**  
[valdete.coqueiro@ies.unespar.edu.br](mailto:valdete.coqueiro@ies.unespar.edu.br)  
<https://orcid.org/0000-0002-5605-8194>  
Universidade Estadual de Maringá (UEM),  
Maringá, Paraná, Brasil

**Ana Claudia Danhoni Neves**  
[anadanhoni@gmail.com](mailto:anadanhoni@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0005-3888-2349>  
Universidade Estadual de Maringá (UEM),  
Maringá, Paraná, Brasil

**Marcos Cesar Danhoni Neves**  
[macedane@yahoo.com](mailto:macedane@yahoo.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-3724-5373>  
Universidade Estadual de Maringá (UEM),  
Maringá, Paraná, Brasil

Esta é uma pesquisa qualitativa que teve como objetivo analisar as anomalias da Teoria do *Bang* apresentada no documentário *Universe: The Cosmology Quest* sob a perspectiva paradigma de Thomas Kuhn e do cenário contemporâneo marcado pelo negacionismo relação à ciência. Para tanto, realizamos a transcrição do documentário, o qual constitui *corpus* da pesquisa. A análise de dados foi pautada na análise documental. Podemos perceber que as crises do paradigma assim como o negacionismo representam uma resistência à mudança e a persistência de ideias absolutas. A epistemologia de Kuhn ajuda a compreender o negacionismo como uma tentativa de impedir o progresso científico. O documentário mostra a importância do questionamento e da busca por novas explicações na ciência cosmológica combatendo o negacionismo e promovendo a investigação contínua e a busca constante por conhecimento para questionar verdades estabelecidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Teoria do *Big Bang*. Ensino de Física. Astronomia. Ciência. Paradigma.

# Paradigms and scientific revolutions in Cosmology: an Analysis in the light of Thomas Kuhn's Epistemology of Science

## ABSTRACT

Astronomy is present in primary education, with subjects that study the celestial stars. This is a qualitative research that aimed to analyze the anomalies of the Big Bang Theory presented in the documentary Universe: The Cosmology Quest from the perspective of Thomas Kuhn's paradigm and the contemporary scenario marked by denialism in relation to science. To this end, we transcribed the documentary, which constituted the corpus of the research. Data analysis was based on documentary analysis. We can see that paradigm crises as well as denialism represent resistance to change and the persistence of absolute ideas. Kuhn's epistemology helps to understand denialism as an attempt to impede scientific progress. The documentary shows the importance of questioning and the search for new explanations in cosmological science, combating denialism and promoting continuous investigation and the constant search for knowledge to question established truths

**KEYWORDS:** Physics education. Big Bang Theory. Physics Teaching. Astronomy. Science. Paradigm.

## INTRODUÇÃO

No suposto *início de tudo*, segundo a teoria do *Big Bang*, há estimados 13 a 20 bilhões de anos, o Universo como o conhecemos irrompeu do quase nada, para usar um silogismo grosseiro da Cosmologia contemporânea denominada de singularidade inicial, em um evento expansivo de proporções inimagináveis. Essa é a síntese da Teoria do *Big Bang*, modelo cosmológico que explica a origem e a evolução do Universo. “Mas será que essa narrativa está completa? Será que tudo realmente aconteceu como nos dizem (Universe, 2004a)?”

44

Um número crescente de astrônomos, que dedicam suas vidas a desvendar os segredos do Universo, levantam questionamentos sobre a validade do *Big Bang*. Eles apresentam evidências e teorias alternativas, desafiando o consenso científico e abrindo caminho para novas perspectivas e, talvez, até a possibilidade de uma crise na Cosmologia padrão. A história do Universo é um enigma fascinante, um mistério que se desenrola diante de nossos olhos. O *Big Bang* agora torna-se um ponto de partida para novas explorações e explicações baseadas num quadro novo delineado por hipóteses não pertencentes ao seu arcabouço teórico especialmente após a descoberta da radiação cósmica de fundo na década de 1960, mas, sobretudo, do que está sendo descoberto a partir das observações do telescópio espacial James Webb. A jornada por respostas continua e cada passo nos leva mais próximos de desvendar novas possibilidades de compreender o Cosmos (Universe, 2004a).

As anomalias na Cosmologia são observações ou resultados experimentais que não se encaixam perfeitamente nas previsões do *Modelo Cosmológico Padrão* (MCP), que é o modelo mais aceito para descrever a origem e evolução do Universo. Essas discrepâncias entre o que observamos e o que a teoria prevê são como quebra-cabeças que não se encaixam perfeitamente, desafiando os cientistas a encontrar novas peças ou a repensar a imagem completa (Neves, 2000a).

Este trabalho apresenta três principais anomalias que serão discutidas, **(a) redshift**: trata-se do fenômeno pelo qual a luz proveniente de galáxias distantes apresenta raias de absorção deslocadas para o vermelho do espectro eletromagnético, muito similar ao efeito Doppler-Fizeau (para ondas sonoras). Essa observação é fundamental para a Teoria do *Big Bang*, pois indica que o Universo pode estar em expansão. No entanto, algumas observações de *redshift* não se encaixam perfeitamente nas previsões do modelo padrão, sugerindo que a expansão do Universo pode não ser tão uniforme quanto se pensava (Neves, 2000a). **(b) síntese dos elementos leves**: a nucleossíntese primordial, ocorrida nos primeiros momentos após o *Big Bang*, é responsável pela produção dos elementos mais leves, como hidrogênio, hélio e lítio. As abundâncias observadas desses elementos concordam de forma geral, com as previsões teóricas, mas existem algumas discrepâncias que ainda não foram totalmente explicadas. **(c) radiação cósmica de fundo (RCF ou CBR, em inglês: *cosmic background radiation*)**: é uma radiação eletromagnética que preenche todo o Universo e é considerada um resquício do *Big Bang*. A análise da RCF tem fornecido evidências cruciais para o modelo padrão, mas algumas pequenas flutuações na sua temperatura e polarização não são totalmente compreendidas (Neves, 2000b).

De acordo com Neves (2000a), o *Big Bang* se estabeleceu como o modelo central da Cosmologia Moderna. Essa posição pode ser analisada por meio da ideia

de paradigma de Thomas Samuel Kuhn (1998), que define paradigma, como um resultado científico fundamental que reúne teoria e aplicações, abre caminho para novas pesquisas e é amplamente aceito pela comunidade científica.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar as anomalias na Teoria do *Big Bang* apresentadas no documentário *Universe: The Cosmology Quest*, sob a perspectiva do paradigma de Kuhn (1998) e do cenário contemporâneo marcado pelo negacionismo em relação à Ciência.

## APORTE TEÓRICO

A transição da Cosmologia do estado estacionário para o modelo do *Big Bang* é um caso clássico de mudança de paradigma, de forma totalmente disruptiva, conforme descrito por Kuhn (1998). Essa mudança radical na compreensão do Universo demonstra como a Ciência progride por meio de revoluções, e não apenas por acúmulo gradual de conhecimento. A resistência inicial à teoria do *Big Bang*, que competia com o modelo do estado estacionário, exemplifica a dificuldade de romper com paradigmas estabelecidos, conforme argumentado por Kuhn (1998). A comunidade científica frequentemente demonstra resistência a novas ideias que desafiam o consenso vigente. Essa dificuldade de romper paradigmas científicos é também tema central tanto na Filosofia da Ciência de Thomas Kuhn quanto no documentário *Universe: The Cosmology Quest*, só que neste caso, o rompimento do MCP para a ideia de um Universo infinito no espaço e no tempo.

Kuhn (1998) argumenta que a Ciência não avança apenas por acumulação de conhecimento, mas através de revoluções que substituem paradigmas antigos por novos. Para Kuhn (1998), a ciência está dividida, sinteticamente, nas seguintes fases: ciência normal, crise/revolução, nova ciência normal. Para o autor, a pré-ciência é baseada na observação e questionamento de aspectos da realidade, sem um paradigma estabelecido, indicando uma ausência de conhecimento e problematização inicial.

Segundo Kuhn (1998), um paradigma representa um conjunto de novos compromissos da comunidade científica que interpreta a natureza e a define segundo um novo regramento após um período de crise do quadro teórico/observativo/experimental anterior. Ele fornece os fundamentos teóricos, metodológicos e conceituais sobre os quais as pesquisas se desenvolvem. A ciência normal, termo cunhado por Kuhn (1998), refere-se à atividade científica que se dedica a aprofundar e ampliar o conhecimento dentro dos limites estabelecidos pelo paradigma vigente.

Um paradigma se estabelece na ciência normal, pois a sociedade científica só considera como ciência aquilo que cumpre os requisitos impostos pela comunidade científica. Em alguns momentos, ocorre uma mudança de paradigma: uma revolução científica. A ciência não se preocupa imediatamente com a verdade, mas sim com seu desenvolvimento de acordo com a visão de pensamento predominante. A aceitação de uma nova teoria pela comunidade científica não significa necessariamente que a teoria é verdadeira, mas que representa melhor os novos (ou velhos) dados à luz de uma nova compreensão de um conjunto de fenômenos a partir das anomalias que se avolumam, tal qual os epíclis dos velhos sistemas planetários geocêntricos gregos e árabes.

O progresso científico, conforme discutido por Kuhn (1998), não acontece de forma linear e contínua, mas sim por meio de rupturas e revoluções. O conhecimento científico é acumulado/inventado ao longo do tempo, construindo-se sobre descobertas anteriores, o que Kuhn (1998) denomina de ciência normal. No entanto, as revoluções científicas podem gerar descontinuidades nesse processo, levando ao esquecimento de certos aspectos bem resolvidos pela ciência anterior. Isso cria uma forma de incomensurabilidade em que a nova ciência, com seu novo paradigma, pode mudar ou abandonar muitos conceitos antigos e focar em novos problemas, não abordando todos os tópicos anteriores.

Na segunda etapa, a ciência normal é apresentada uma teoria que sugere respostas para o fenômeno em questão. Nessa fase, um grupo de cientistas desenvolve conhecimento em um campo específico, acumulando informações que ajudam a desenvolver novas teorias por meio de estudos e experimentos. Quando um paradigma é estabelecido, surgem problemas paradigmáticos ou anomalias que os cientistas tentam resolver. Se as anomalias se tornam grandes demais para serem explicadas, pode ocorrer uma crise e, eventualmente, uma revolução científica, levando a um novo paradigma. Na história da Física, por exemplo a transição da teoria de Newton para a relatividade geral de Einstein ou a aceitação da teoria heliocêntrica de Copérnico exemplificam essas revoluções científicas. A aceitação de novos paradigmas é desafiadora, pois sempre haverá resistência (Kuhn, 1998).

A resistência à mudança é um fenômeno observado em diversos campos do conhecimento, desde questões complexas como a origem do Universo, até em áreas como a da saúde. A aceitação do conhecimento científico também é observada na contemporaneidade. Neves (2018), argumenta que a nossa contemporaneidade é caracterizada por uma midiotização massiva da sociedade, intensificada pelas mídias digitais como *WhatsApp*, *Facebook* e *Telegram*. Essa midiatização, por vezes, tem facilitado a disseminação de desinformação de notícias falsas (*fake news*), além de contribuir para a polarização política e o discurso de ódio. No contexto brasileiro, essa questão se acentuou durante o governo de Jair Messias Bolsonaro (2019-2022), com políticas e discursos anticientíficos e contrários aos direitos de minorias. Durante esse período, o país enfrentou diversas crises sanitárias, incluindo a pandemia de COVID-19, que foram agravadas pela disseminação de informações falsas e pela resistência a medidas de saúde pública baseadas em evidências científicas. Esse ideário político disseminado na sociedade gerou o negacionismo científico que, de acordo com Vilela e Selles (2020), embora não seja um fenômeno recente, ele tem ganhado atenção no Brasil nos últimos anos.

[...] a negação de conceitos e teorias consensualizados pela ciência passou a ganhar força e visibilidade, sobretudo a partir da ascensão mundial do conservadorismo de ultra-direita. Tal fenômeno emerge recrudescido com o advento da internet e das redes sociais que agregam e fortalecem grupos identitários e o consumo acrítico de desinformação (Vilela; Selles, 2020, p. 1724-1725).

Vilela e Selles (2020) destacam que este cenário impõe desafios significativos para a Ciência na sociedade atual, especialmente para a Educação em Ciências, historicamente fundamentada no pensamento crítico, construtivista e relativista. O avanço do negacionismo científico e da propagação de notícias falsas sublinham a urgência de abordar questões complexas. Em consonância com essa perspectiva, as notícias falsas na área da saúde, como apontam Ribeiro e Maricato (2021, p. 4-5),

[...] tem um grande impacto na vida das pessoas. Elas são preocupantes porque podem influenciar a tomada de decisão e causar mudanças nos cenários social, político e econômico, principalmente em um contexto de pandemia. A desinformação muitas vezes se utiliza de apelos emotivos e, ao mexer com as crenças e sentimentos das pessoas, podem influenciá-las a tomar alguma atitude irrefletida, como deixar de participar de uma campanha de vacinação.

Assim, a negação da eficácia das vacinas representa uma ameaça à saúde pública e demonstra a dificuldade de mudar paradigmas, mesmo quando há evidências científicas. Portanto, a transição de um paradigma científico não se limita apenas à esfera da pesquisa e da produção de conhecimento empírico. Esse processo requer a aceitação de diversos setores da sociedade, incluindo a comunidade científica, instituições educacionais, meios de comunicação e o público em geral. A mudança de um paradigma exige não apenas a apresentação de evidências, mas também a compreensão e discussão dessas novas ideias por parte da sociedade como um todo.

## PERCURSO METODOLÓGICO

Esta é uma pesquisa qualitativa, que teve como objetivo analisar as anomalias da Teoria do *Big Bang* apresentada no documentário *Universe: The Cosmology Quest*, sob a perspectiva do paradigma de Kuhn (1998) e do cenário contemporâneo marcado pelo negacionismo em relação à Ciência. Para tanto, realizamos a transcrição do documentário, o qual constituiu o *corpus* da pesquisa. O documentário é uma produção audiovisual, lançada em 2004, dividida em duas partes de aproximadamente cinquenta minutos cada. A primeira parte contextualiza a Teoria do *Big Bang*, a partir da análise perspectiva do brilhante cientista Halton Arp, iniciando com os limites do conhecimento em 1905, quando o Universo era conhecido apenas a partir da Via Láctea (Universe, 2004a). Somente em 1924, com o trabalho de Hubble é que se ampliariam os limites do Universo por um reconhecimento de estruturas extragalácticas. A segunda parte explora a formação do Universo a partir do plasma, apresentando uma perspectiva alternativa à cosmologia tradicional (Universe, 2004b).

Para Denzin e Lincoln (2006), a pesquisa qualitativa caracteriza-se por uma abordagem interpretativa do mundo, buscando compreender os fenômenos em seus contextos naturais e através dos significados que as pessoas lhes atribuem. Nesta mesma perspectiva, Creswell (2007) destaca que, no contexto da pesquisa qualitativa, o ambiente natural é a fonte direta de dados e o pesquisador é o principal instrumento de coleta. Os dados coletados, predominantemente descritivos, fornecem uma rica compreensão dos fenômenos estudados.

A análise de dados se pautará na análise documental, a qual, segundo Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009, p. 5), consiste em “[...] um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos”. Conforme Lima Junior *et al* (2021), a análise documental pode ser desenvolvida a partir de uma variedade de fontes, indo além do texto escrito tradicional. A pesquisa documental pode ser realizada a partir de diversos materiais, como leis, fotografias, vídeos, jornais e outros, possibilitando uma compreensão mais ampla e diversificada do objeto de estudo.

A partir da transcrição do documentário foi realizada uma análise comparativa das anomalias apresentadas pelos cientistas a respeito da Teoria do *Big Bang* com a ideia do paradigma de Kuhn (1998) e com a ciência contemporânea. As anomalias residem na interpretação do *redshift*, na síntese dos elementos leves e na radiação cósmica de fundo (CBR).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A construção do conhecimento científico é um processo dinâmico e complexo, marcado por debates, resistências e revoluções. O documentário *Universe: The Cosmology Quest* ilustra essa trajetória, explorando a história da cosmologia e as lutas enfrentadas por cientistas que ousaram questionar paradigmas dominantes. Neves (2000a) destaca que, com base em todas as evidências experimentais e na confirmação de previsões teóricas, a Teoria do *Big Bang* consolidou-se à condição de paradigma da Cosmologia Moderna. O termo paradigma, aqui, é utilizado conforme a concepção de Kuhn (1974).

(Paradigma) é um resultado científico fundamental que inclui ao mesmo tempo uma teoria e algumas aplicações tipo aos resultados das experiências e da observação. Mais importante ainda é um resultado cuja conclusão está em aberto e que põe de lado toda uma espécie de investigação ainda por fazer. E, por fim, é um resultado aceite no sentido de que é recebido por um grupo cujos membros deixam de tentar opor-lhe rival ou de criar-lhe alternativas (s/p).

A Filosofia da Ciência de Kuhn (1998) postula que o progresso científico não ocorre exclusivamente através do acúmulo linear de conhecimento, mas também por meio de rupturas e revoluções que substituem paradigmas antigos por novos. Os paradigmas, entendidos como modelos mentais que moldam a visão de mundo da comunidade científica, são profundamente enraizados e resistentes à mudança. Desafiar um paradigma estabelecido demanda coragem, persistência na busca por novas evidências e, muitas vezes, sacrifícios pessoais e profissionais por parte dos cientistas que propõem novas ideias.

Embora a Teoria do *Big Bang* seja um modelo cosmológico amplamente aceito, a existência de anomalias observáveis, que serão descritas, levanta questionamentos sobre sua completude e validade. Essas anomalias, evidenciadas no documentário *Universe: The Cosmology Quest*, podem indicar a necessidade de um novo paradigma cosmológico.

A primeira parte do documentário relata que o modelo do *Big Bang*, atualmente aceito, explica que quase todo mundo na astronomia assumia que



todo o Universo coincidia com que se podia ver, de que o Universo era maior do que as estrelas que se vê no céu, associada com a nossa própria Via Láctea.

De acordo com o documentário *Universe: The Cosmology Quest* (2004a), quando Einstein apresentou sua teoria da Relatividade Geral em 1915, seu objetivo era descrever o funcionamento de todo o Universo, onde a gravidade é a força dominante. Ao tentar aplicar essa teoria à estrutura da Via Láctea, vista na época como um sistema imóvel, ele se deparou com um impasse: suas equações matemáticas indicavam que um Universo estático era incompatível com a nova teoria da gravidade, sendo, assim, a ideia refutada pela comunidade científica, encontrando forte resistência, pois a Teoria de Einstein contrasta com o paradigma então vigente. De acordo com Kuhn (1998, p. 168):

Os leigos que zombavam da Teoria Geral da Relatividade de Einstein porque o espaço não poderia ser “curvo” - pois não era esse tipo de coisa - não estavam simplesmente errados ou enganados. Tampouco estavam errados os matemáticos, físicos e filósofos que tentaram desenvolver uma versão euclidiana da teoria de Einstein. O que anteriormente se entendia por espaço era algo necessariamente plano, homogêneo, isotrópico e não afetado pela presença da matéria. Não fosse assim, a física newtoniana não teria produzido resultados. Para levar a cabo a transição ao universo de Einstein, toda a teia conceitual cujos fios são o espaço, o tempo, a matéria, a força etc., teve que ser alterada e novamente rearticulada em termos do conjunto da natureza. Somente os que haviam experimentado juntos (ou deixado de experimentar) essa transformação seriam capazes de descobrir precisamente quais seus pontos de acordo ou desacordo

Diante disso, foi necessário inserir uma constante cosmológica (antigravidade) para que a teoria do Universo estático de Einstein fosse aceita (Universe, 2004a). Einstein introduziu a constante cosmológica, representada pela letra grega maiúscula  $\Lambda$ , que possui dimensões físicas de 1/comprimento. Ele atribuiu um valor positivo a essa constante, buscando um efeito cósmico repulsivo que contrabalanceasse exatamente a atração gravitacional da matéria e da radiação presentes no Universo (Soares, 2013). A introdução da constante cosmológica por Einstein, como descrito no documentário *Universe: The Cosmology Quest*, ilustra o funcionamento de um paradigma científico, como conceituado por Kuhn (1998, p. 45):

A ciência normal não tem como objetivo trazer à tona novas espécies de fenômeno; na verdade, aqueles que não se ajustam aos limites do paradigma frequentemente nem são vistos. Os cientistas também não estão constantemente procurando inventar novas teorias; frequentemente mostram-se intolerantes com aquelas inventadas por outros. Em vez disso, a pesquisa científica normal está dirigida para a articulação daqueles fenômenos e teorias já fornecidos pelo paradigma.

Dessa forma, a história da constante cosmológica exemplifica como a ciência pode às vezes ser resistente a mudanças, mesmo quando as evidências apontam para uma nova direção. Einstein não escapou dessa tendência, buscando preservar um paradigma que posteriormente se mostrou insustentável.

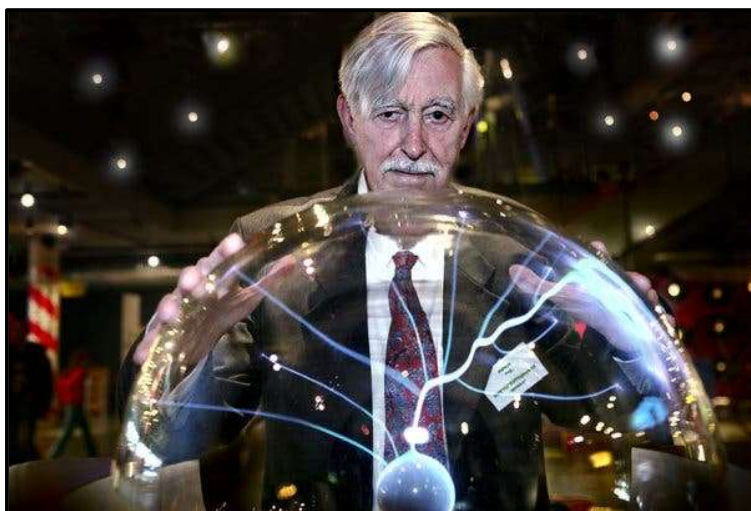


Além disso, foram apresentadas outras evidências de anomalias a respeito da teoria do *Big Bang*, como, por exemplo, a de Alexander Friedmann e Georges Lemaître, nos anos 1920, que demonstraram a possibilidade de expansão do Universo, consolidada em 1929 por Edwin Hubble, que observou o desvio para o vermelho em galáxias distantes. Essa descoberta, conhecida como Lei de Hubble, indicava que o Universo estava em expansão, mas não necessariamente em expansão acelerada. A expansão acelerada só foi confirmada no final dos anos 1990 (Universe, 2004a).

A centralidade do desvio para o vermelho na cosmologia moderna é inegável. De acordo com a interpretação clássica, essa medida indica o afastamento das galáxias em relação à Terra, evidenciando a expansão do Universo. Esse fenômeno é um dos pilares da cosmologia contemporânea e fundamenta a Teoria do *Big Bang*, que descreve a origem e a evolução do cosmos (Neves, 2000a).

No entanto, o astrônomo Halton Arp questionou a visão tradicional da Teoria do *Big Bang*. Arp sugeriu que o desvio para o vermelho poderia ter outras origens, como a interação entre gases em galáxias próximas, desafiando a ideia de que ele é sempre um indicativo de distância cosmológica. Para substantiar suas ideias, Arp apresentou dados empíricos que contestavam a relação direta entre desvio para o vermelho e a distância cosmológica (Universe, 2004a).

**Figura 1** - Halton Christian Arp em 2005

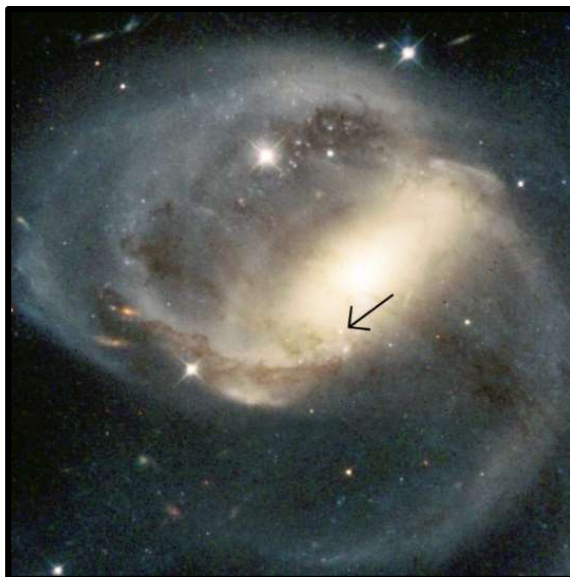


Fonte: Neves, Ramos e Silva (2019, p. 24).

Em suas observações, Arp identificou quasares (objetos extremamente luminosos e de alto desvio para o vermelho) que pareciam estar fisicamente associados a galáxias com baixo desvio para o vermelho. Essa aparente discrepância desafiava a interpretação cosmológica do desvio para o vermelho e, por extensão, o modelo do *Big Bang*, sugerindo que a distância de um objeto cósmico nem sempre poderia ser inferida unicamente a partir do seu desvio para o vermelho (Universe, 2004a).

A Figura 2 ilustra um quasar descoberto por meio de sua emissão de raios X e posteriormente identificado na luz visível utilizando o Telescópio Espacial Hubble (Figura 3).

**Figura 2** - Foto da galáxia espiral próxima NCG 7319 com quasar de alto desvio para o vermelho indicado na seta



Fonte: <https://commons.wikimedia.org1>.

**Figura 3** - Telescópio Espacial Hubble



Fonte: NASA (2020).

A galáxia espiral NGC 7319 apresenta uma estrutura com braços espirais distorcidos e regiões de formação estelar ativa. Para Halton Arp, essas características eram evidências de que a galáxia havia sofrido interações gravitacionais, o que, em sua perspectiva, contradizia a ideia de um Universo em expansão homogênea. Nessa perspectiva, Neves (2000a) apresenta que:

É discutível a questão dos "dados empíricos", de que nos fala Weinberg. Halton Arp, em duas referências (Arp, 1973; 1989), apresenta dados empíricos sobre redshifts de quasars que colocam em dúvida a questão de suas distâncias cosmológicas (nos confins do universo), ou seja, os quasars observados (de altos redshifts) parecem

<sup>1</sup> Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spiral\\_galaxies\\_NGC\\_7319.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spiral_galaxies_NGC_7319.jpg). Acesso em: 09 agos. 2024.

estar associados fisicamente a galáxias (de baixos redshifts) (p. 196-197).

[...] o redshift como sendo devido a um efeito Doppler óptico, Hubble estimou que as 'velocidades' das galáxias aumentavam de 170 km/s para cada milhão de anos-luz de distância. Se essa estimativa fosse correta, e se realmente o redshift fosse devido a um efeito Doppler, então as galáxias deveriam ter estado, num passado muito remoto, a uma distância muito menor daquela que conhecemos atualmente. O Universo, seguindo este raciocínio, deveria ter tido uma origem há aproximadamente dois bilhões de anos (p. 191).

O caso de Halton Arp corrobora a tese de Kuhn (1998) sobre a resistência a mudanças de paradigma. A postura de Arp gerou acaloradas controvérsias na comunidade científica. A maioria dos especialistas refutou suas ideias, defendendo a robustez do *Big Bang* como a explicação mais consistente para a origem do Universo. Suas ideias heterodoxas encontraram resistência na comunidade científica, gerando críticas e pressões institucionais que culminaram em sua renúncia ao cargo no *Carnegie Institute of Washington*. Ele também teve dificuldades para publicar seus trabalhos e obter financiamento para suas pesquisas. A experiência de Arp ilustra os desafios enfrentados por cientistas que propõem teorias alternativas em um ambiente acadêmico frequentemente conservador e resistente a mudanças de paradigma (Universe, 2004a). Segundo Amorim e Neto (2011), a ciência normal, ancorada em um paradigma, tende a resistir a mudanças. Quando um cientista não consegue resolver um problema à luz de um paradigma, a tendência é culpá-lo por sua incapacidade, em vez de questionar a adequação do próprio paradigma.

[...] A emergência de novas teorias é geralmente precedida por um período de insegurança profissional pronunciada, pois exige a destruição em larga escala de paradigmas e grandes alterações nos problemas e técnicas da ciência normal. Com o ser de esperar essa insegurança é gerada pelo fracasso constante de quebra-cabeças da ciência normal em produzir os resultados esperados (Kuhn, 1998, p. 95).

A astrônoma Vera Rubin também relatou, no documentário *Universe: The Cosmology Quest*, ter enfrentado dificuldades semelhantes ao questionar teorias estabelecidas, com sua pesquisa inicial sobre a rotação de galáxias sendo desencorajada por comitês de análise (Universe, 2004a).

Verifica-se que a discussão presente no documentário permanece relevante na contemporaneidade, refletindo a necessidade do estudo epistemológico da ciência. Para Santos e Meneses (2019, p.09) “Toda experiência social produz e reproduz conhecimento e, ao fazê-lo, pressupõe uma ou várias epistemologias”. Um exemplo disso é o fenômeno do negacionismo científico que se manifesta de diversas formas. Entre estas, destacam-se a recusa de vacinas, a crença na teoria da Terra Plana por parte de alguns grupos, o descumprimento das medidas preventivas recomendadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a promoção de medicamentos sem comprovação científica, e por último, o corte no investimento na área da educação. Conforme ADUFC (2020)

A Lei de Diretrizes Orçamentárias de 2020, sancionada por Jair Bolsonaro em 18 de janeiro, **reduziu o orçamento do Ministério da Educação em R\$ 19,8 bilhões**, em comparação com 2019. No ano passado, o orçamento do ministério da Educação foi de R\$ 122,9 bilhões, passando em 2020 para 103,1 bilhões, o que significa um corte de 16,3% (s/p).

Os cortes orçamentários podem ter consequências de longo prazo para o desenvolvimento científico do país. A redução de investimentos em pesquisa básica pode limitar a capacidade de explorar novas fronteiras do conhecimento, como as enigmáticas anomalias cosmológicas. A ciência necessita de recursos adequados para prosperar. A decisão de contingenciar recursos para a educação e a pesquisa científica, portanto, coloca em risco a formação de novos cientistas.

A presença de anomalias indica que o conhecimento científico é provisório e está sujeito a revisões. As anomalias cosmológicas como, por exemplo, a da matéria escura e da energia escura, que ainda não foram totalmente explicadas, podem ser interpretadas como indícios de que o modelo atual é incompleto e necessita de aprimoramentos. Essa perspectiva demonstra que a ciência não é um conjunto de verdades absolutas, mas sim um processo contínuo de busca, construção e reconstrução do conhecimento, sempre aberto à revisões e refutações (Neves, 2000a).

No final do documentário, os pesquisadores enfatizam a natureza interdisciplinar da cosmologia, destacando como ela se conecta com outras áreas do conhecimento, como a Física e a Astronomia. É importante ressaltar que, embora a cosmologia possa suscitar questões filosóficas e até mesmo religiosas, a busca por explicações científicas sobre o Universo se baseia em evidências empíricas e métodos rigorosos (Universe, 2004a). Feyerabend (1979), em seu “tudo vale”, busca, mediante uma visão até anárquica da ciência, dialogar com visões de mundo incompatíveis com aquilo que chamamos de racionalidade. Por essa razão, diante de nossa contemporaneidade, estamos fazendo isso, inclusive com decolonizações e visões menos ocidentalizantes da ciência. Entretanto, o negacionismo da ciência baseado em princípios do fascismo deve ser posto sob combate permanente e dentro do que Popper propunha para isso: devemos ser intolerantes com a intolerância. E muitas vezes, esta intolerância aparece sob os vernizes dos patriotismos e religiões fundamentalistas.

Morin (2000) ressalta que os diferentes paradigmas científicos, com seus conceitos-mestres, moldam a forma como compreendemos o mundo, selecionando e priorizando determinados tipos de explicações. No caso da cosmologia, o paradigma dominante busca explicações naturais para os fenômenos cósmicos, utilizando as ferramentas da Física e da Matemática. Assim, as evidências para o modelo cosmológico específico são limitadas e frequentemente restritivas, pois na academia, pesquisadores muitas vezes não são incentivados a explorar temas impopulares, e a cosmologia, embora científica, também envolve especulação metafísica, especialmente em questões sobre a origem do Universo. A conformidade grupal influencia a ciência, pois os pesquisadores tendem a pensar de maneira similar para se integrar ao grupo, na assim chamada *ciência normal* (pós-revolucionária).

A adesão a paradigmas dominantes na cosmologia, como o modelo do *Big Bang*, pode restringir a exploração de outras hipóteses, como o modelo do estado

estacionário. A cosmologia contemporânea, iniciada há um século com Einstein, enfrenta o desafio de formular uma teoria abrangente do Universo em um curto período se for mantida a ideia de um Universo evolucionário (expansivo). A utilização de termos como *infinito* e estado estacionário reflete as limitações do conhecimento humano, não necessariamente a natureza da realidade cósmica. Apesar das observações detalhadas, a teoria cosmológica permanece em desenvolvimento e a ausência de um modelo definitivo pode dificultar a aceitação de novas ideias (Universe, 2004a).

Portanto, as mudanças radicais na ciência não acontecem de uma hora para outra. Elas seguem um padrão descrito por Kuhn (1998) onde a ciência normal, caracterizada pela resolução de quebra-cabeças dentro de um paradigma estabelecido, pode entrar em crise quando surgem anomalias que não podem ser explicadas dentro do arcabouço de fenômenos esperados, mas que fogem aos preceitos do conjunto de hipóteses ou teorias que sustentam o paradigma. Essa crise pode levar a uma revolução científica, na qual um novo paradigma emerge, substituindo o antigo. A nova ciência normal, então, se estabelece até que novas crises surjam, reiniciando o ciclo. Mas isso parece não estar acontecendo com a Teoria do Big Bang mesmo apresentando fortes evidências físicas contrastantes com o modelo padrão (e especialmente após as novas descobertas advindas das observações via James Webb Space Telescope – JWST e dos dados apresentados por Halton Arp, Eric Lerner, Corredoria entre outros – Neves; Silva, 2023). Esta resistência à mudança faz parte das defesas do paradigma ou do núcleo duro da ciência, seja numa análise Kuhniana ou Lakatosiana. Mas o Big Bang, o estrondão (termo corretamente traduzido pelo professor e astrônomo da UFMG, Domingos Sávio Soares, 2024).

Na segunda parte do documentário, é discutida a formação do Universo a partir de um gás ionizado, o plasma. O termo plasma, aplicado ao contexto de eletromagnetismo, foi criado em 1923 pelo ganhador do Prêmio Nobel, Irving Langmuir, para descrever as experiências que realizava na época. (Universe, 2004b).

O primeiro esforço para compreender o funcionamento do plasma no Universo foi realizado por Kristian Birkeland no final do século XIX. Ele buscava entender a natureza da aurora boreal. Birkeland tornou-se interessado nesse fenômeno e, para compreendê-lo, ele trabalhou com tubos de raios catódicos, que são câmaras de vácuo com corrente elétrica. Quando a pressão do ar é suficientemente baixa, a corrente atravessa o tubo. Na época, isso era considerado um fluxo de corrente elétrica, pois os elétrons ainda não haviam sido descobertos. Os tubos de raios catódicos são conhecidos por serem usados em televisões e telas de computadores. Os elétrons acelerados colidem com átomos fosforescentes na tela, produzindo luz (Universe, 2004b).

Birkeland acreditava que o que acontecia nos tubos de raios catódicos fosse análogo ao que acontecia entre o Sol e a Terra. Ele pensava que os raios catódicos provenientes das manchas solares incidiam na Terra, originando o espetáculo da aurora boreal. A ideia de uma conexão entre o Sol e a Terra já existia há algum tempo, pois os cientistas sabiam que grandes explosões solares, como a de 1859, resultavam em intensas tempestades magnéticas na Terra. Birkeland concluiu que os raios catódicos e as correntes elétricas entre o Sol e a Terra causavam a aurora boreal. Basicamente, ele acreditava que os elétrons vindos do Sol eram conduzidos



pelo campo magnético da Terra para a atmosfera, onde colidiam com átomos, criando o brilho fluorescente da aurora (Universe, 2004b).

Outra discussão presente na segunda parte do documentário é a questão da temperatura cósmica de fundo em micro-ondas. De acordo com Neves (2000b), em 1964, os radioastrônomos Arno Penzias e Robert Wilson, da Bell Company, detectaram um ruído de fundo incomum ao usar uma antena de rádio, inicialmente construída para o satélite ECHO. Após descartarem a hipótese de interferência externa, eles associaram o ruído a uma radiação com comprimento de onda de 7 cm e temperatura de aproximadamente 3 K. Essa radiação foi posteriormente identificada como a radiação cósmica de fundo em micro-ondas, uma previsão feita por Ralph Alpher e Robert Herman. Este ruído, vindo de todas as direções do espaço, foi um indício importante para o *Big Bang*. Contudo, a temperatura observada do fundo cósmico de micro-ondas é significativamente menor do que os 50 K previstos pelos defensores do *Big Bang*, com diferenças de densidade de energia na ordem de dez mil vezes, sugerindo possíveis problemas no modelo do *Big Bang*.

A descoberta da radiação cósmica de fundo em micro-ondas (CMB) por Penzias e Wilson, em 1965, forneceu uma forte evidência a favor da Teoria do *Big Bang*. Essa radiação, considerada um remanescente do calor primordial do Universo, confirmou as previsões teóricas de Dicke e Peebles, consolidando o modelo do *Big Bang* como a principal explicação para a origem e evolução do cosmos. A CMB revelou um Universo em expansão contínua, com cerca de 13,8 bilhões de anos e uma composição primordial dominada por hidrogênio e hélio. Essa descoberta científica nos convida a contemplar a grandiosidade do cosmos e a buscar respostas para os mistérios que ainda o cercam (Neves, 2000b).

No entanto, a medição da radiação cósmica de fundo, considerada uma evidência chave para a teoria do *Big Bang*, apresenta desafios significativos. A radiação que os astrônomos detectaram é contaminada por diversas fontes, como a atmosfera terrestre e a Via Láctea, dificultando a obtenção de uma medida precisa. Além disso, a teoria do corpo negro, usada para interpretar essa radiação, assume que toda a informação original das fontes foi perdida. No entanto, a teoria do *Big Bang* faz previsões sobre a abundância de elementos leves que não se confirmam com as observações. A teoria prevê quantidades específicas de hélio, lítio e deutério, mas as medidas observadas não correspondem a essas previsões, especialmente quando se considera a presença de matéria escura, ou seja, uma suposição *ad hoc*, para corrigir a teoria. Em síntese, uma grande anomalia (Universe, 2004b).

A discrepância entre as previsões do *Big Bang* e as observações sobre a abundância de elementos leves representa um desafio para a teoria. Para explicar essa discrepância, os cientistas propuseram a existência de um tipo de matéria desconhecida, chamada de matéria escura, que constituiria a maior parte da massa do Universo. No entanto, essa solução é considerada por alguns como um fator inventado, pois não há evidências diretas da existência dessa matéria escura e sua quantidade é postulada para ajustar as teorias às observações. Essa necessidade de introduzir um componente tão grande e desconhecido no modelo cosmológico levanta questionamentos sobre a completude da teoria do *Big Bang* e a validade de suas previsões (Universe, 2004b).

Outra dificuldade também apresentada para a aceitação das evidências, é de que a ideia do *Big Bang* se originou no século XX e hoje é amplamente difundida devido à sua profunda conexão com a narrativa bíblica da criação. Em vez de afirmar que o Universo foi criado por Deus há 4 a 6 mil anos, agora se postula que ele foi criado há aproximadamente 10 ou 20 bilhões de anos. Para muitas pessoas, incluindo muitos cientistas, existe uma conexão entre a narrativa bíblica da criação e a perspectiva científica do *Big Bang* (Universe, 2004b), o que é inaceitável. O próprio papel do Padre Lemaître aponta para esta suposição criacionista, o que é tratado no documentário de Randall Meyers.

Em agosto de 1942, houve uma reunião da União Astronômica Internacional em Roma, na qual os participantes foram recebidos pelo Papa Pio XII. Em seu discurso aos astrônomos, o Papa fez uma declaração, afirmando que o *Big Bang* era o *Fiat Lux*<sup>2</sup> magnífico da astronomia. Embora ele tenha sido frequentemente visto como herege em relação a essas questões, não acreditando em um deus, a associação entre o *Fiat Lux* e o *Big Bang* desde o início despertou suspeitas. Atualmente, a maioria dos físicos e astrônomos acredita e trabalha com base na Teoria do *Big Bang*. Segundo essa teoria, o Universo inteiro surgiu do nada entre 10 e 20 bilhões de anos atrás, em um *Fiat Lux* no momento da criação. Além disso, não havia nada, e então todo o Universo começou a expandir e a crescer, levando à formação de nossa galáxia e da vida, a partir dessa grande explosão no passado (Universe, 2004b).

Vale lembrar que ciência e a religião abordam questões diferentes e utilizam métodos muito distintos. Ademais, ciência e religião não se misturam nem podem se misturar, pois quando isso ocorreu muitos foram presos e condenados, inclusive à morte (como Giordano Bruno). E destes personagens presos ou mortos todos pertenciam ao Universo da Ciência. De acordo com Universe (2004b), há uma crítica com relação a teoria do *Big Bang* e da comunidade científica à medida em que, mesmo com dados empíricos sobre as anomalias, uma ideia, a religiosa, o *fiat lux*, aparece de forma marcante, provavelmente devido às contribuições do Padre Lemaître para a ideia de um universo criado e em evolução. Lembrando que aqui são os próprios cientistas anti-*Big Bang* que buscam explicações para a não aceitação do contraditório e do conjunto de anomalias apresentados.

Assim os astrônomos defendem a necessidade de uma postura mais aberta e questionadora na ciência. A adesão excessiva ao *Big Bang* como paradigma dominante pode limitar a exploração de outras possibilidades e impedir o avanço do conhecimento. Os astrônomos sugerem a adequação da linguagem científica atual para descrever a complexidade do Universo e que a ciência, em alguns casos, pode se assemelhar a uma religião. Sendo assim, o documentário enfatiza a importância de manter uma mente aberta e de questionar os paradigmas estabelecidos, mesmo que isso signifique desafiar o consenso científico.

Ao apresentar os desafios enfrentados por pesquisadores que questionam paradigmas estabelecidos, como as descobertas de Hubble e as anomalias na Teoria do *Big Bang*, o documentário revela a resistência inerente à mudança no ambiente acadêmico. Essa resistência, muitas vezes motivada por fatores sociais, econômicos e institucionais, pode dificultar a emergência de novas ideias. Portanto, a educação científica, por sua vez, desempenha um papel fundamental

<sup>2</sup> *Fiat Lux* é uma expressão da língua latina traduzida como faça-se luz, que é uma referência à passagem bíblica descrita em Gêneses 1:3 sobre a criação do Universo.



ao preparar indivíduos capazes de avaliar criticamente as evidências, questionar e contribuir para o avanço do conhecimento.

Sendo assim, o documentário *Universe: The Cosmology Quest* oferece uma rica ilustração da dinâmica da ciência, conforme descrita por Kuhn (1998). Ao apresentar anomalias na Teoria do *Big Bang*, como as discrepâncias nas observações do desvio para o vermelho, a questão da matéria escura e as divergências na temperatura, o documentário evidencia a necessidade de um novo paradigma, tal como previsto por Kuhn (1998). A resistência a paradigmas estabelecidos, como a observada no caso da cosmologia, é um processo fundamental para o progresso científico. É através do questionamento e da busca por novas explicações que a ciência avança e se aproxima de uma compreensão mais completa do Universo.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A epistemologia de Kuhn (1998), com sua ênfase nas revoluções científicas e na mudança de paradigmas, oferece um arcabouço teórico importante para compreender o negacionismo contemporâneo. Assim como as crises paradigmáticas descritas por Kuhn (1998), o negacionismo representa uma resistência à mudança e uma tentativa de manter ideias obsoletas. A adesão a essas ideias, tanto em contextos científicos quanto sociais, é influenciada por fatores tanto racionais quanto psicológicos e sociais. A aplicação das ideias de Kuhn (1998) ao negacionismo nos leva a concluir que a comunidade científica desempenha um papel crucial na validação do conhecimento e no combate à desinformação. Além disso, a educação científica é fundamental para formar cidadãos críticos, capazes de distinguir entre evidências e opiniões. As Ciências Humanas, por sua vez, podem se beneficiar da epistemologia de Kuhn (1998) ao compreender os mecanismos que levam à aceitação ou rejeição de teorias, contribuindo para a produção de conhecimento mais robusto e relevante.

Embora Kuhn (1998) reconheça a dificuldade de romper com paradigmas estabelecidos, o documentário *Universe: The Cosmology Quest* demonstra como a apresentação de evidências e a discussão aberta de incertezas podem contribuir para superar essa resistência. Ao apresentar o processo científico de forma acessível e transparente, o documentário incentiva o público a questionar suas próprias crenças e a adotar uma postura mais crítica em relação à informação científica. O negacionismo científico, como o apresentado por aqueles que questionam a teoria do *Big Bang*, é um exemplo da resistência à mudança de paradigmas descrita por Kuhn (1998). Ao negar a validade das evidências científicas e ao defender ideias que não se baseiam em fatos, os negacionistas dificultam a evolução do conhecimento científico. Contudo, afirmar que a resistência é inevitável e legítima.

Sobretudo, o documentário *Universe: The Cosmology Quest*, ao explorar os desafios da Teoria do *Big Bang*, serve como um antídoto ao negacionismo científico. Ao apresentar as evidências que sustentam a teoria e ao discutir as áreas onde ainda há incertezas, o documentário demonstra como a ciência funciona: um processo contínuo de investigação, revisão e aperfeiçoamento. A epistemologia de Kuhn (1998) pode nos ajudar a entender que o negacionismo é uma tentativa de impedir a evolução do conhecimento científico, ao resistir às mudanças de

paradigmas. Apesar que o negacionismo atual, não científico, baseia-se mais no predomínio da doxa (opinião) sobre a episteme (conhecimento). E nesse sentido, assemelha-se mais ao longo período de caça às bruxas da Idade Média. O documentário *Universe, The Cosmology Quest*, por sua vez, incentiva a atitude oposta: a busca constante por novas explicações e a disposição de questionar o que se considera como verdade estabelecida inerente à ideia fixa do BB do fiat lux.

As dificuldades exemplificadas pela história de Vera Rubin e pelo negacionismo científico contemporâneo, demonstra a necessidade de um diálogo constante entre a comunidade científica e a sociedade. A crise orçamentária para a educação e a pesquisa no Brasil, por sua vez, sublinha a fragilidade do investimento em ciência no país e suas consequências para o desenvolvimento. Ademais a coexistência entre religião e ciência é um tema que permeia a história, marcada por momentos de conflitos extremos. A busca por compreender a origem e a natureza do Universo, por exemplo, frequentemente coloca em confronto as narrativas religiosas, baseadas em textos sagrados e crenças, com as explicações científicas, embasadas em evidências empíricas e métodos rigorosos. A teoria científica do *Big Bang*, que propõe a expansão do Universo a partir de um ponto singular, colide com narrativas religiosas que descrevem a criação de forma mais literal, como no caso do *Fiat Lux*. Essa tensão entre o conhecimento científico e as crenças religiosas pode gerar conflitos e distorcer a natureza de ambas, como exemplificado pela trágica história de Giordano Bruno, que pagou com a vida por defender ideias que desafiavam os dogmas religiosos da época.

## REFERÊNCIAS

ADUFC - O Sindicato dos Docentes das Universidades Federais do Estado do Ceará. **Corte de 19,8 bilhões na Educação e redução drástica do fomento à pesquisa no orçamento de 2020**. Disponível em: <https://www.adufc.org.br/2020/01/31/corte-de-198-bilhoes-na-educacao-e-reducao-drastica-do-fomento-a-pesquisa-no-orcamento-de-2020/>. Acesso em: 30 jul. 2024.

59

AMORIM, Sertório de; NETO, Silva. O que é um paradigma? **Revista de Ciências Humanas**, v. 45, n. 2, p. 345-354, 2011.

ASSIS, André Koch Torres; NEVES, Marcos Cesar Danhoni; SOARES, Domingos Sávio Lima. **A cosmologia de Hubble**: de um Universo finito em expansão a um Universo infinito no espaço e no tempo. *Evoluções e Revoluções: O Mundo em Transição*. Maringá: Massoni e LCV Edições, p. 199-221, 2008.

CHIBENI, Silvio Seno. **Síntese de a estrutura das revoluções científicas, de Thomas Kuhn**. Departamento de Filosofia, Unicamp. Disponível em: <http://www.unicamp.br/chibeni/textosdidaticos/structure-sintese.htm>, 2014. Acesso em: 30 de jul. 2024

CRESWEL, John. W. **Projeto de pesquisa**: método qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DENZIN, Norman. K. e LINCOLN, Yvona. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, Norman. K. e LINCOLN, Yvona. S. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa**: teorias e abordagens. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 15-41, 2006.

DUARTE, Daniel Edler; BENETTI, Pedro Rolo. Pela ciência, contra os cientistas? Negacionismo e as disputas em torno das políticas de saúde durante a pandemia. **Sociologias**, v. 24, p. 98-138, 2022.

FEYERAPEND, Karl. **Contra o Método**. Ed. Francisco Alves: Rio de Janeiro, 1979.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. As referências de Moro ou de como o fascismo devora a si próprio. **Revista Fórum**. 2018. Disponível em <https://revistaforum.com.br/news/2018/11/14/marcos-cesar-danhoni-neves-as-referencias-de-moro-ou-de-como-fascismo-devora-si-proprio-36193.html>. Acesso em: 30 jul. 2024.

KUHN, Thomas Samuel. A função do dogma na investigação científica. In: DEUS, J.D. **A Crítica da ciência**: Sociologia e ideologia da ciência. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

KUHN, Thomas Samuel. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Ed. Perspectiva: São Paulo, 1998.

LIMA JUNIOR, Eduardo Brandão; OLIVERIA, Guilherme Saramago de; SANTOS, Adriana Cristina Omena dos; SCHNEKENBERG, Guilherme Fernando. Análise

documental como percurso metodológico na pesquisa qualitativa. **Cadernos da Fucampo**, v. 20, n. 44, p. 35-51, 2021.

MORIN, Edgar. **Os Sete saberes necessários à Educação do Futuro**. São Paulo: Cortez, 2000.

NASA. **What Is the Hubble Space Telescope?** (Grades K-4). Disponível em: <https://www.nasa.gov/learning-resources/for-kids-and-students/what-is-the-hubble-space-telescope-grades-k-4/>, 2020. Acesso em: 09 agos. 2024.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. A questão controversa da cosmologia moderna: Hubble e o infinito parte 1. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 189-204, 2000a.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. A questão controversa da cosmologia moderna: Uma teoria e suas incongruências parte 2. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 205-228, 2000b.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni; RAMOS, Fernanda Peres; SILVA, Josie Agatha Parrilha. **O labirinto do Conhecimento, reflexões sobre a Ciência e seu Ensino**. Maringá: LCV – UEM, 2019.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni; SILVA, Josie Agatha Parrilha da. Imagens, Anomalias e Revoluções. **Problemata**, v. 14, n.4, p.143-161, 2023.

RIBEIRO, Jaqueline Alves; MARICATO, João de Melo. O uso da informação científica para sustentar notícias falsas e questionáveis nas mídias sociais. **Revista Brasileira de Educação em Ciência da Informação**, São Paulo, v. 8, p. 01-13, 2021.

SÁ-SILVA, Jackson Ronie; ALMEIDA, Cristóvão Domingos de; GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História e Ciências Sociais**, São Leopoldo - RS, n.1, jul. 2009.

SOARES, Domingos Sávio Lima. Os fundamentos físico-matemáticos da cosmologia relativista. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, 2013.

SOARES, Domingos Sávio Lima. **O que é ESTRONDÃO?** Disponível em: <https://lilith.fisica.ufmg.br/~dsoares/extn/adou/17/adou0.htm>. Acesso em 23 jul 2024.

VILELA, Mariana Lima; SELLES, Sandra Escovedo. É possível uma educação em ciências crítica em tempos de negacionismo científico? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 37, n. 3, p. 1722-1747, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1722>. Acesso em: 23 jul. 2024.

UNIVERSE: The Cosmology Quest – parte 1. Direção: Randall Meyers. Produção: Bjarne Bjorndalen; Ewa Kupiec. Los Angeles: Floating Worlds Films, 2004a. Documentário (53 min). Disponível em: <https://youtu.be/jOQFLOukrxM>. Acesso em: 01 jul. 2024.

UNIVERSE: The Cosmology Quest – parte 2. Direção: Randall Meyers. Produção: Bjarne Bjorndalen; Ewa Kupiec. Los Angeles: Floating Worlds Films, 2004b. Documentário (54 min). Disponível em: <https://youtu.be/V4BPxQMUaAM>. Acesso: em 01 jul. 2024.

**Recebido:** 01/11/2024.

**Aprovado:** 12/06/2025.

**DOI:**

**Como citar:**

CUNHA, M. A. C.; COQUEIRO, V. S.; NEVES, A. C. D.; NEVES, M. C. D. Paradigmas e Revoluções Científicas na Cosmologia: Uma Análise à luz da epistemologia da Ciência de Thomas Kuhn. **Revista de Ensino de Física e Astronomia**, Campo Mourão, v.1, n.1, p. 19-43, jan./jun., 2024. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/refa/article/view/20388>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Marilha Aparecida Cruz Cunha

Av. Colombo, 5790 - Zona 7, Maringá - PR, Brasil.

**Direito autoral:**

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

