UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HISTÓRIA SOCIAL

ELIANA CRISTINA ZEQUIM

Ideias sobre o começo: Igreja Católica e a cosmologia contemporânea (1936-2014)

Dissertação de Mestrado

Versão corrigida

São Paulo

2018

ELIANA CRISTINA ZEQUIM

Ideias sobre o começo: Igreja Católica e a cosmologia contemporânea (1936-2014)

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em História
Social do Departamento de História da
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências
Humanas da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Mestre em
História**

Área de concentração: História Social

**Orientador: Prof. Dr. Gildo Magalhães dos
Santos Filho**

Versão corrigida

São Paulo

2018

Autorizo a reprodução total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da publicação

Serviço de biblioteca e documentação

Faculdade Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Z57i Zequim, Eliana Cristina
Ideias sobre o começo: Igreja Católica e cosmologia contemporânea / Eliana Cristina Zequim ; orientador Gildo Magalhães dos Santos Filho. - São Paulo, 2018. 182 f.

Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de História. Área de concentração: História Social.

1. História da Ciência. 2. Cosmologia. 3. Religião. I. Santos Filho, Gildo Magalhães dos, orient. II. Título.

Nome: ZEQUIM, Eliana Cristina

Título: Ideias sobre o começo: Igreja Católica e a cosmologia contemporânea (1936-2014)

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em História Social
do Departamento de História da Faculdade de
Filosofia, Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo para a obtenção do
título de Mestre em História

Área de concentração: História Social

Aprovado em: _____

Orientador:

Prof. Dr. Gildo Magalhães dos Santos Filho - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências
Humanas – USP

Ass. _____ Julgamento: _____

Banca examinadora:

Prof. Dr. Amâncio César Santos Friaça - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências
Atmosféricas – USP

Ass. _____ Julgamento: _____

Profª Drª Cristina Meneguello – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas - Unicamp

Ass. _____ Julgamento: _____

Profª. Drª. Maria Amélia Mascarenhas Dantes - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências
Humanas – USP

Ass. _____ Julgamento: _____

Este trabalho é dedicado a meus alunos, que inspiram em mim o desejo de aprender sempre, e compartilhar o que aprendo.

AGRADECIMENTOS

Penso que qualquer pessoa que se veja às voltas com o término de um trabalho tão extenso e complexo quanto uma dissertação de Mestrado deva sentir uma mistura de sensações: entre o sentimento do dever cumprido e o vazio pelo fim de um processo que demandou bastante tempo e esforço, podemos enxergar tantas pessoas que contribuíram para que tal empreitada fosse possível, que parece improvável agradecê-las sem ser injusto ao esquecer de alguém. Na tentativa de organizar minhas lembranças, opto então pela ordem cronológica em que recebi contribuições para que este caminho fosse possível.

Primeiramente, não poderia deixar de agradecer minha família pela valorização do estudo que desde cedo incutiu em mim. Neste sentido, agradeço especialmente a meu pai, João Roberto Zequim, de quem herdei o gosto profundo pela leitura, e meu tio Pedro Joel Zequim, por me ofertar o conjunto lindíssimo de livros sobre mitologia grega que ataçaram as chamas do gosto pela História. Nestes mais de 30 anos, minha coleção de livros cresceu muito, mas as três obras encadernadas em capa dura e repletas de pinturas renascentistas gozam de carinho especial.

Agradecimentos especiais teço também aos professores que tive que, mesmo sem saber, cultivaram em mim o gosto pelo conhecimento e inspiraram o desejo de seguir esta profissão. Eles são muitos, e a professora que sou hoje é um pouco de todos eles. Em especial, sou grata ao professor Francisco de Assis Queiroz, com quem cursei na graduação a disciplina História da Ciência, da Técnica e do Trabalho, e que me apresentou todo um campo do saber histórico que eu não tinha ideia de que fosse tão fascinante.

Neste ponto, também não posso deixar de mencionar meus alunos, especialmente dois deles: Gabriel Pichi Levada e Gabriel Demarchi Pellegrini, que estiveram comigo entre 2013 e 2015 e me lançaram as perguntas cujas respostas percebi serem caminhos interessantes de investigação. A paixão por estar com meus alunos é um dos motores mais importantes de minha existência, e as discussões que levantam ainda alimentam minha curiosidade e a vontade de aprender mais, e compartilhar o que aprendo.

Um agradecimento muito especial dirijo a meu orientador, Gildo Magalhães dos Santos Filho. Agradeço profundamente a confiança em meu trabalho, e a generosidade de compartilhar seu conhecimento. O acompanhamento pronto e atento da construção de minha pesquisa foi

essencial para que ela ganhasse foco e corpo, além da condução ao possível do que foi meu projeto inicial. É muito fácil para mim perceber o quanto cresci graças a ele, e almejo um dia me tornar a professora generosa que ele é. De todos os meus professores, sem dúvida é o mais marcante e meu melhor espelho.

Aos colegas do GEPTEC, da USP, agradeço as inúmeras colaborações, dicas e trocas de experiências e de angústias que tornaram meu fardo mais leve. Nossos encontros, sempre estimulantes, fazem parte do que quero manter por muito tempo em minha vida.

Aos colegas das Escolas Padre Anchieta, de Jundiaí-SP, agradeço o incentivo à candidatura ao Mestrado e a não desistir de avançar em minha formação. Em especial, agradeço muito a meu amigo de trabalho, Hildon Vital de Melo, cujos apontamentos, sempre pertinentes, colaboraram tanto para a formação de meu projeto de pesquisa.

Não posso deixar aqui de agradecer ao companheiro já de tantos anos, Renato Faustino Gomides, que muito mais do que um cônjuge paciente, é o parceiro que trilha meu caminho a meu lado desde antes da graduação, e me deu o suporte que precisei quando, de novo, a Universidade pediu tanto de minha vida. A ele, meu mais sincero obrigada.

Por fim, tenho muito a agradecer à Universidade de São Paulo, que me ofereceu a estrutura e as pessoas que me permitiram percorrer esta jornada desde a graduação. E, através dela, agradeço ao povo de meu Estado e país, que a mantém a ao qual ela deve sempre retornar.

A todos os mencionados, um sincero obrigada por me colocarem na jornada de conhecimento mais divertida e desafiadora que vivi até hoje.

Decerto, mesmo que a história fosse julgada incapaz de outros serviços, restaria dizer, a seu favor, que ela entretém. [...] Pessoalmente, do mais remoto que me lembre, ela sempre me pareceu divertida.

Marc Bloch

Resumo

ZEQUIM, Eliana C. **Ideias sobre o começo: Igreja Católica e cosmologia contemporânea (1936-2014)**. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Em 2014, uma carta dirigida pelo papa Francisco à Pontifícia Academia de Ciências em que ele declarava que as teorias do Big Bang e da evolução não contradiziam o Gênesis foi noticiada em tom de surpresa por diferentes veículos de comunicação, refletindo a ideia solidificada no senso comum de que há um conflito necessário entre Igreja e ciência. Com o objetivo de contribuímos para a desmistificação desta ideia, ao menos no que tange à cosmologia, analisamos o histórico da relação entre a Igreja Católica, a astronomia e a cosmologia desde a antiguidade até o século XXI, além do histórico de como ciência e religião se constituíram em campos diversos do saber humano. Indo de encontro à posição defendida nas últimas décadas pela historiografia das ciências, de que não há um conflito necessário entre ciência e religião, notamos que a tendência da Igreja Católica é a de posicionar-se favoravelmente aos paradigmas dominantes em cada época. Percebendo-se que a Igreja se posicionou favoravelmente à teoria do Big Bang enquanto esta ainda não tinha se consolidado como paradigma e concorria com teorias rivais, como a do Estado Estacionário, traçamos um panorama do desenvolvimento da cosmologia europeia, dos antigos gregos ao século XXI, na tentativa de compreender não só o desenvolvimento desta ciência, mas de que maneira o Big Bang acabou por se tornar o paradigma do campo e por que se mostrou uma teoria interessante para a Igreja Católica. Analisamos então o histórico, os regimentos, as publicações e as biografias dos membros da Pontifícia Academia de Ciências e do Observatório do Vaticano, além dos pronunciamentos papais feitos a esta Academia, na tentativa de entender de que maneira os cientistas destas instituições influenciam os posicionamentos dos papas sobre cosmologia entre 1936 (ano de fundação da Academia) e 2014, percebendo que as discussões promovidas nos encontros destes estudiosos contribuem para oferecer legitimidade às falas papais sobre ciência, bem como aos posicionamentos da Igreja sobre o assunto. Percebemos também que, no último século, a Igreja Católica se esforçou por reforçar, por meio de seus canais oficiais, a ideia de que mantém relação harmônica com a ciência e contribui para seu desenvolvimento, e investe na Academia e no Observatório como meio de reforçar tais posições, num contexto de laicização do mundo político e acadêmico ocidental, em que sua posição de autoridade moral e política é constantemente questionada e precisa ser defendida.

Palavras-chave: História da ciência. Cosmologia. Religião.

Abstract

ZEQUIM, Eliana C. Ideas on the beginning: Catholic Church and contemporaneous cosmology (1936-2014). Faculty of Philosophy, Languages and Human Sciences, University of São Paulo, São Paulo, 2018.

In 2014, a letter written by Pope Frank to the Pontifical Academy of Sciences, where he stated that the evolution and Big Bang theories do not contradict the book of Genesis, was taken by surprise by different means of communication, thus reflecting the common-sense idea that there is a necessary conflict between Church and science. With the purpose of contributing to demystify this idea, at least regarding cosmology, we have analyzed the relationship history among the Catholic Church, astronomy and cosmology up to the 21st century, besides the history as to how science and religion constituted themselves in various fields of human knowledge. By going against the position defended in the last decades by the historiography of sciences that there is a necessary conflict between science and religion, we noted that the trend of the Catholic Church is to position itself favorably to the dominant paradigms in each age. By confirming that the Church has positioned itself favorably to the Big Bang theory while it was still not consolidated as a paradigm, and competed with other theories such as Steady State, we traced an overview of the European cosmology development from ancient Greeks to the 21st century, in an attempt to understand not only the development of this science, but also how the Big Bang became the field paradigm, and why it became an interesting theory to the Catholic Church. Then we analyzed the history, the regiments, publications and biographies of members of the Pontifical Academy of Sciences and the Vatican Observatory, besides the papal pronouncements made to this Academy, in an attempt to understand how the scientists of these institutions influenced the Popes' positions on cosmology between 1936 (year the Academy was founded) and 2014, where we noticed that the discussions promoted when these scholars met contribute to the legitimacy of the Popes' speeches on science, as well as the Church's positions regarding this matter. We also noticed that, via its official channels throughout the last century, the Catholic Church sought to entrench the idea of keeping a harmonic relationship with science, contributing to its development, and investing in the Academy and the Observatory as a means to reinforce such positions, in a context of secularization of the Western political and academic world, where its position of political and moral authority is constantly questioned and needs to be defended.

Keywords: History of science. Cosmology. Religion. Science-religion conflict.

LISTA DE DE FIGURAS

Figura 1: O “feiticeiro” de Les Trois-Frères	20
Figura 2: Tumba de Sungir	20
Figura 3: O Universo de Anaximandro	54
Figura 4: Sistema de Heráclides	56
Figura 5: Sistema Aristotélico-ptolomaico.....	54
Figura 6: O mundo segundo Cosmas Indicopleustus	59
Figura 7: Mapa mundi "OT" baseado na obra de Isidoro de Sevilha	60
Figura 8: Sistema Copernicano	62
Figura 9: Sistema de Digges	63
Figura 10: Estudo das órbitas planetárias em <i>Astronomia Nova</i>	66
Figura 11: A formação do Sistema Solar segundo Kant	71
Figura 12: A Via Láctea segundo William Herschel.....	72
Figura 13: Gráfico da Lei de Hubble.....	78
Figura 14: Cálculo de paralaxe estelar	81
Figura 15: Curvatura do espaço-tempo	86
Figura 16: Diagrama do Big Bang e evolução do Universo.....	91
Figura 17: Interpretação do Aglomerado de Virgem segundo Arp	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dez temas mais frequentes de trabalhos apresentados em sessões plenárias	136
Tabela 2 - Áreas de atuação dos acadêmicos pontifícios	142
Tabela 3 - Procedência e gênero dos acadêmicos pontifícios	143
Tabela 4 - Astrônomos da Pontifícia Academia de Ciências e seus principais temas de pesquisa	144
Tabela 5 - Físicos da Pontifícia Academia de Ciências cujos temas de pesquisa se relacionam à astronomia e cosmologia	145
Tabela 6 – Membros ativos do Observatório do Vaticano	154
Tabela 7 - <i>Summer schools</i> do Observatório do Vaticano.....	155
Tabela 8 - Temas de trabalhos apresentados nas sessões plenárias.....	171
Tabela 9 - Breves resumos dos artigos sobre astronomia e cosmologia publicados nas atas das sessões plenárias da Pontifícia Academia de Ciências	172
Tabela 10 - Membros da Pontifícia Academia de Ciências nomeados até out. 2014.....	175
Tabela 11 - Membros da Academia premiados com o Nobel	183

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
Justificativa.....	13
Objetivos.....	15
Metodologia.....	17
CAPÍTULO 1. UM LONGO PROCESSO DE INTERAÇÃO	19
1.1 Ciência e religião como manifestações do pensamento humano	19
1.2 A construção da ciência e da religião como campos cognitivos separados.....	23
1.3 Igreja Católica e ciência – algumas considerações.....	40
CAPÍTULO 2. COSMOLOGIA: DESENVOLVIMENTO E CONTROVÉRSIAS	48
2.1 A importância da controvérsia para o avanço científico	48
2.2 Cosmologia e concepções de mundo.....	52
2.3 Um breve histórico	53
CAPÍTULO 3. COSMOLOGIA CONTEMPORÂNEA.....	76
3.1 Principais conceitos astronômico-cosmológicos	76
3.2 Um universo em expansão.....	87
3.3 Big Bang	89
3.4 Estado Estacionário	99
3.5 A controvérsia arrefece.....	102
3.6 Princípio Antrópico	104
3.7 Astrobiologia	108

CAPÍTULO 4. PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS E OBSERVATÓRIO DO VATICANO COMO ELEMENTOS DE APROXIMAÇÃO ENTRE IGREJA CATÓLICA E COSMOLOGIA PARADIGMÁTICA	111
4.1 A Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano.....	111
4.1.1 História.....	111
4.1.2 Estatutos e metas.....	117
4.1.3 Cartas Papais.....	120
4.1.4 Sessões plenárias.....	134
4.1.5 Membros	139
4.2 O Observatório do Vaticano	147
4.2.1 História.....	147
4.2.2 Pesquisadores membros	152
4.2.3 Publicações e <i>Summer Schools</i>	155
CONCLUSÃO.....	157
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	163
ANEXOS	171

INTRODUÇÃO

Justificativa

Uma criação familiar na qual estiveram presentes diversas religiões despertaram cedo em mim o interesse pelos argumentos explicativos do Cristianismo, do Espiritismo, do Budismo. Ao longo dos anos, tal interesse estendeu-se aos estudos sobre os impactos social e político da religião, e à capacidade humana de se entregar a crenças no sobrenatural.

Durante a graduação na Universidade de São Paulo, outro campo de interesse surgiu a partir da disciplina *História da Ciência, da Técnica e da Tecnologia*, cursada em 2008 com o professor Francisco de Assis Queiroz. Tal disciplina desnudou todo um campo do conhecimento que nunca havia recebido minha atenção e, ao concluir a Graduação em 2009, se mostrava um dos pontos de interesse para o desenvolvimento de pesquisas futuras.

Em 2013, quando pensava em temas para iniciar um projeto de pesquisa para Pós-Graduação, muitos assuntos se mostravam possíveis, além da história da religião e das Ciências. Professora no Ensino Médio, me vi numa discussão em meados de junho com uma turma de primeiro ano nas Escolas Padre Anchieta, em Jundiaí - SP. O tema da aula, Idade Média Europeia, esbarrou na atuação social da Igreja Católica no período, e um dos alunos mais críticos e interessantes que já tive, Gabriel Pichi Levada, teceu comentários que refletiam o senso comum acerca do suposto entrave que a Igreja oferece à ciência até nossos dias. Relativizada a colocação do aluno à luz da leitura recém-concluída da obra de Numbers (2012), recebo de Gabriel a pergunta que nortearia o delineamento do projeto de pesquisa: por que não aprendemos da maneira correta, então? Tal questionamento me despertou para a possibilidade de investigação acerca de temas que jogassem luz sobre a real interação entre religião e ciência ao longo da História.

Sob esta ótica, os temas possíveis são obviamente muitos, e durante meses me dediquei sem sucesso à busca por um assunto que gerasse em mim a fascinação que eu pensava digna de uma pesquisa de Mestrado. No primeiro dia de aula do ano seguinte, também numa turma de primeiro ano, quando o assunto era o Big Bang, um outro Gabriel, desta vez Gabriel Demarchi Pellegrini, me pergunta o que a Igreja Católica dizia sobre o Big Bang. Minha resposta, de que

a Igreja aceitava a teoria como válida, me fez perceber aí o tema fascinante de investigação que procurava: qual foi o processo pelo qual a Igreja aceitou uma teoria que até aquele momento, para mim, contradizia seus dogmas?

Penso que seja improvável que um professor não reconheça na interação com os estudantes uma das grandes riquezas da profissão. É comum entre os profissionais da área o entendimento de que muito se aprende a partir dos questionamentos lançados e das dificuldades que nossos alunos apresentam. Neste sentido, sinto-me honrada de ter tido a oportunidade de receber de estudantes as perguntas que me lançaram numa jornada fascinante de aprendizagem. Por este motivo, ao ser concluído, este trabalho foi dedicado aos estudantes que já passaram ou que ainda passarão pela minha sala de aula. Em especial, claro, aos dois Gabriéis.

Sob feliz coincidência, em outubro de 2014, numa carta à Pontifícia Academia de Ciências, o papa Francisco defendeu que o Big Bang não conflita com a teologia cristã. Este ato foi noticiado em tom de surpresa por diversos veículos de comunicação (FOLHA DE S. PAULO, 2014, G1, 2014), demonstrando como ainda persiste no senso comum a ideia de que a relação entre ciência e religião é necessariamente conflituosa, visto que a última, por questões de manutenção de poder, emperraria o desenvolvimento da ciência.

Embora periodizada e desmontada há anos pela historiografia das ciências (BERTOLIN, 2015, BROOKE, 2003, GOULD, 2002, NUMBERS, org. 2012, MERTON, 2013), a suposta dicotomia entre ciência e Igreja Católica (ou a religião, como um todo) é reforçada pela abordagem pouco profunda feita pelos manuais escolares, pela imprensa e até mesmo pela permanência da ideia de que ciência e religião pertencem a campos opostos de explicação do mundo, conforme abordado e defendido por diversos estudiosos da área (GOULD, 2002 e LATOUR, 2004). Também poderíamos apontar as mudanças sociais e econômicas ocorridas no Ocidente ao longo dos séculos XIX e XX como contribuintes para este embate, visto que neste período o desenvolvimento científico adquire importância estratégica para a prosperidade e o poder de um país e torna-se sinônimo de civilização avançada: a ciência se torna o saber dominante, acima de todos os outros saberes, adquirindo o status de “mito moderno”, segundo Feyerabend, (*apud* CHRÉTIEN, 1994, p. 158). Nesse período, “A estruturação intelectual do mundo burguês excluía as antigas forças religiosas da análise de um universo no qual o sobrenatural e o milagroso não podiam ter nenhum papel” (HOBBSAWM, 1998, p. 341), culminando, no decorrer do século XX, na indispensabilidade da ciência para o mundo ocidental (HOBBSAWM, 1995).

Acrescente-se que as discussões da relação entre ciência e religião muitas vezes são turvadas por convicções religiosas (ou sua ausência) por parte de quem discute, e está posto um cenário onde a polêmica possui um campo fértil para prosperar, a despeito dos avanços da historiografia neste campo.

Como consequência, a Igreja Católica adquiriu ao longo dos anos uma espécie de status de “entrave ao desenvolvimento científico”. Como argumentos que provam esta ideia, citam-se largamente as condenações de Galileu Galilei ou Giordano Bruno. Tais percepções costumam tomar estas condenações como resultados das posições científicas que seus alvos adotavam, sem considerar outros fatores que possam ter contribuído para que elas acontecessem, posicionando a Igreja Católica como a vilã que tenta a todo custo manter sua posição de dominadora intelectual de seus infelizes seguidores (no entanto, estes mesmos argumentos desconsideram que das fileiras eclesiásticas católicas saíram as mais antigas universidades europeias, além de nomes cruciais para a ciência ocidental, como Roger Bacon, Nicolau Copérnico, Gregor Mendel, Georges Lemaître, para só citar alguns). Temos então a ideia de que a Igreja Católica exerce ao longo do tempo uma pressão contrária ao desenvolvimento científico de assuntos e teorias que contrariam seus dogmas.

De acordo com a historiografia das ciências das últimas décadas, a relação entre a ciência e a Igreja Católica é muito mais complexa do que a ideia de conflito faz supor. Se tomarmos como exemplo a cosmologia, temos um campo do conhecimento científico sobre o qual a Igreja tem profundo interesse, já que a Bíblia oferece também uma versão sobre o surgimento do universo. Como foi construído o posicionamento da Igreja diante do conhecimento cosmológico que a racionalidade humana foi capaz de desenvolver? Sobretudo, o que pode nos revelar a investigação da maneira como esta instituição lidou com as teorias cosmológicas que se delinearam no século XX, momento em que a ciência pleiteia a exclusividade de oferta de explicações válidas para o funcionamento da natureza? A busca pelas respostas a tais considerações são os temas que norteiam a construção deste trabalho.

Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa é esclarecer de que maneira uma instituição com o histórico e a influência cultural do porte da Igreja Católica lidou com o desenvolvimento específico de teorias que poderiam ou não conflitar com a interpretação comum do que está

escrito em seu livro-base, a Bíblia. Embora sejam mobilizadas discussões acerca da interação entre ciência e religião, não nos propomos aqui a contruir uma pesquisa com este foco de abordagem, e sim a discussão de uma aparente contradição entre um posicionamento oficial da Igreja e a imagem que teima em reinar no senso comum. Ainda que trabalhemos mais detidamente a ideia de ciência e religião como Magistérios Não Interferentes, isso ocorre devido à percepção do posicionamento da Igreja Católica, e não de uma visão pessoal (mais favorável, aliás, à tese da complexidade, como proposta por Brooke e que também será discutida).

Para tanto, precisamos entender como a Igreja lida com a cosmologia e a astronomia através dos séculos, criando o contexto que possibilitou seus posicionamentos nos séculos XX e XXI. Considerando-se que a aceitação da teoria do Big Bang pode ser percebida na década de 1950, muito antes da carta de Francisco em 2014, é preciso também questionar por que a instituição optou por esta teoria, e não outras que existiam à época, e para tanto, mostra-se necessário compreender os elementos básicos de seus corpos explicativos para investigar se elas possuíam aspectos que favoreciam sua aceitação pela Igreja. Entendemos que, embora a condução destas discussões resulte em parte bastante extensa deste trabalho (os três primeiros capítulos se dedicam a ela), é um esforço necessário para a fundamentação teórica da análise documental e embasamento das conclusões a que chegamos.

A existência de grupos especializados em ciência dentro da Igreja, como a Pontifícia Academia de Ciências e o Observatório do Vaticano, certamente influenciam a maneira como a instituição lida com os paradigmas científicos vigentes. Assim, é preciso investigar e compreender como tais grupos são formados e qual a importância atribuída a eles pela Igreja, e em que medida ela os ouve antes de se posicionar, e se os ouve. Assim, pode-se perceber se os posicionamentos científicos da Santa Sé possuem embasamento ou são fruto de um contato descuidado com as teorias entendidas como interessantes. E se for possível corroborar a recente historiografia das ciências ao entendermos que a relação entre a Igreja e a cosmologia é complexa, e não conflituosa, precisaremos também buscar explicar por que ainda há surpresa, mesmo entre os católicos, quando um papa pronuncia declarações como a de Francisco.

Por fim, em alguns momentos, este trabalho despertou o questionamento sobre se poderia ser classificado como pertencente ao campo da História das Ideias, e não necessariamente da História das Ciências. Embora seja fácil reconhecer que estes dois campos do conhecimento histórico sejam permeáveis em muitos pontos, procurei, a partir da metodologia de análise e da bibliografia utilizada, me manter enquadrada no campo da História das Ciências,

que penso ser mais adequado ao tipo de abordagem que pretendo construir, focada na interação entre uma instituição e uma teoria científica específica.

Metodologia

Nossos objetivos suscitam uma discussão teórica acerca da interação histórica entre ciência, religião e sociedade, especificamente entre a Igreja Católica e o fazer científico, tema da pesquisa, e finalmente chegando à discussão que atualmente se produz sobre estas possibilidades de interação na contemporaneidade (GOULD, 2002, MERTON, 2013). Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre a interação entre ciência e religião, sobre aspectos psicológicos humanos que nos permitiram construir estes sistemas de raciocínio, e de que maneira fomos mobilizando-os ao longo dos séculos para explicar o mundo que nos cerca. Os resultados desta parte da pesquisa são expostos no Capítulo 1.

Num segundo momento, se discutiu o próprio fazer científico em seus processos e tensões, adotando a linha defendida por autores que defendem que tal processo não é isento de influências externas à ciência, nem que aconteça de maneira linear e livre de controvérsias (BOURDIEU, 2004, FEYERABEND, 1989, KOESTLER, 1989, MAGALHÃES, 2015). O estudo da história da astronomia e cosmologia, principalmente das principais teorias formuladas no decorrer do séc. XX (HARRISON, 1995, HAWKING, 2005, KRAGH, 1996), torna claro o fato de que mesmo as ideias cosmológicas mais aceitas atualmente, como a teoria do Big Bang, não são ponto pacífico nem mesmo entre os estudiosos do ramo (ARP, 2001). Assim, foi realizada pesquisa bibliográfica para investigar a história da astronomia e da cosmologia, oferecendo assim o contexto de formação das teorias que protagonizaram a principal controvérsia cosmológica do séc. XX, entre o Big Bang e o Estado Estacionário. Os resultados desta pesquisa são expostos no Capítulo 2.

No Capítulo 3, a proposta é que consigamos explicar, afinal, por que o Big Bang se tornou um paradigma cosmológico, a partir da análise bibliográfica acerca da formação e principais fundamentos desta teoria e de sua principal concorrente.

Por fim, para entendermos como os debates entre os cientistas foram assimilados e refletidos pela Igreja Católica, foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre a história da

Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano e do Observatório do Vaticano. O corpo de análise documental deste trabalho, disponível no capítulo 4, debruça-se sobre as publicações referentes à cosmologia, astronomia e astrofísica por parte destas instituições, com destaque para as atas das sessões plenárias da Academia, que acontecem com periodicidade bienal. A estes documentos, se juntam os discursos dos papas com pontificados entre 1936 e 2014 que tratem sobre ciência, sobretudo astronomia, astrofísica e cosmologia, bem como os discursos que estes papas proferiram exclusivamente para os cientistas da Pontifícia Academia de Ciências nas solenidades de abertura das sessões plenárias. Também foram levantadas as biografias e áreas de atuação dos cientistas membros destas instituições para, ao fim, delinear-mos qual a representatividade dos adeptos do Big Bang tanto na Academia quanto no Observatório do Vaticano. O acesso a tal conjunto documental está disponível nos sites oficiais da Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano (www.pas.va) e do Observatório do Vaticano (www.vaticanobservatory.va), no que parece ser um esforço consciente destas instituições de mostrarem ao mundo o peso das discussões que produzem.

CAPÍTULO 1. UM LONGO PROCESSO DE INTERAÇÃO

1.1 Ciência e religião como manifestações do pensamento humano

Provavelmente a grande vantagem humana em relação aos demais animais na luta pela sobrevivência seja a capacidade de responder à curiosidade. No entanto, se é fácil constatar que outras espécies também encontram respostas para os desafios que vivem, não é possível ainda supor que tais respostas tenham construído sistemas de pensamentos tão complexos quanto os que classificamos como *ciência* e *religião* (ou, mais amplamente, a própria *cultura*), os quais mobilizamos para explicar o mundo à nossa volta.

Manifestamos tais sistemas de pensamento desde pelo menos o Paleolítico Superior, há cerca de 40 mil anos. Steven Mithen, na obra *A pré-história da mente* (2002), traça um panorama da evolução da mente humana a partir dos ancestrais do *Homo sapiens*, localizando no período entre 40 e 50 mil anos atrás a formação das capacidades cognitivas que permitiram o desenvolvimento da ciência e da religião. Prova disso seria o início do aparecimento de artefatos e lugares sem uso prático para a sobrevivência, mas que demonstram atividades e formas de ver o mundo bastante simbólicas:

Se analisamos a evidência arqueológica desde o início do Paleolítico Superior, encontramos indícios de que cada uma dessas características estava presente [crença em seres não físicos, a ideia de que um componente não físico de uma pessoa possa sobreviver após a morte, a ideia de que algumas pessoas estão sujeitas a interagir com as esferas sobrenaturais, a crença de que rituais podem interferir no mundo natural]. Poucas pessoas poderiam duvidar de que as cavernas pintadas, algumas das quais localizadas bem abaixo do solo, fossem um local para atividades rituais. De fato, as imagens antropomórficas dessa arte, como o feiticeiro da caverna de Les Trois-Frères [Figura 1], podem ser mais facilmente interpretadas como seres sobrenaturais ou como xamãs que se comunicavam com esses seres. [...]

Além da arte, temos a evidência das sepulturas. É difícil acreditar que tamanho investimento em rituais de sepultamento tivesse sido realizado, como em Sungir [Figura 2], se não existisse o conceito de morte como transição para uma forma não-física (MITHEN, 2002, p. 279-280).

Figura 9: O “feiticeiro” de Les Trois-Frères

“[...] uma figura pintada de pé, com pernas e mãos que parecem humanas, mas com costas e orelhas de um herbívoro, os chifres de uma rena, a cauda de um cavalo e um pênis posicionado como o de um felino” (MITHEN, 2002, p. 264-265)

Figura 89: Tumba de Sungir

Um dos esqueletos encontrado em Sungir, na Rússia. A tumba foi datada em cerca de 30 mil anos, e destaca-se pelo extremo cuidado com o enterro e ornamentação dos cadáveres. Fonte: <http://nep2014.com/stone_age/sunghir/>. Acesso em 12 jul. 2017.

Ainda segundo Mithen, o mesmo processo de evolução cognitiva que deu origem à religião permitiu ao *Homo sapiens* desenvolver a ciência:

[...] a ciência, assim como a arte e a religião, é um produto da fluidez cognitiva. Ela depende de processos psicológicos que originalmente evoluíram em domínios cognitivos especializados [inteligência social, inteligência naturalista, inteligência técnica e linguagem] e apenas veio à tona quando esses processos puderam trabalhar integradamente. A fluidez cognitiva permitiu o desenvolvimento da tecnologia, capaz de resolver problemas e estocar informações, e gerou a possibilidade de usar metáforas e analogias – talvez sua consequência mais significativa e sem a qual a ciência não existiria (MITHEN, 2002, p. 345).

Surgidas dos mesmos processos cognitivos, ciência e religião vêm interagindo ao longo da história humana e se tornaram determinantes para nosso modo de vida: os percalços da existência, os desafios que a natureza impõe ao nosso cotidiano, bem como o fascínio que seus fenômenos nos provocam, acabaram por nos impelir a criar sistemas explicativos para o mundo que nos cerca, dentro da lógica que o conhecimento de mundo do momento permitiu à humanidade construir. Tais sistemas acabam guiando boa parte das atitudes humanas perante o mundo natural e os demais indivíduos do grupo.

No entanto, quando abordamos “ciência” e “religião” como sistemas de pensamento, a que exatamente nos referimos? Definir os processos cognitivos ligados a estes conceitos não se mostra tarefa simples devido à sua riqueza e complexidade, embora muitos estudiosos tenham até hoje se debruçado sobre estes temas. Consideraremos então as definições presentes nas obras de Agnolin (2013), Brooke (2003), Gould (2002) e Mithen (2002) para os dois conceitos, pois seu conjunto delimita de maneira satisfatória os sistemas de pensamento considerados neste trabalho, embora estejamos conscientes de que tais definições possuem também suas limitações.

Na obra *A pré-história da mente* (2002), Steven Mithen aborda o conceito de religião considerando as manifestações materiais de crença no sobrenatural, sob a ótica de pesquisas arqueológicas e antropológicas:

Embora seja difícil identificar características comuns a todas as religiões, existem, contudo, várias ideias recorrentes. [...] a crença em seres não físicos é a característica mais comum das religiões; pode realmente ser universal. [...] três outras características recorrentes [...]. A primeira é que, em muitas sociedades, pressupõe-se que algum componente não físico de uma pessoa possa sobreviver depois da morte e permanecer como um ser com crenças e desejos. Segundo, pressupõe-se com muita frequência que certas pessoas de uma sociedade estejam mais sujeitas a receber inspirações diretas ou mensagens de esferas sobrenaturais, como deuses ou espíritos. Terceiro, também é um pressuposto generalizado que a execução de certos rituais de modo preciso pode causar mudanças no mundo natural (MITHEN, 2002, p. 279).

A ideia trabalhada por Mithen é talvez a mais popular quando se pensa numa definição para o conceito de religião, e sem dúvida é bastante válida. Mas outros estudiosos, como John Hedley Brooke na obra *Ciência e Religião* (2003), seguindo abordagens mais próximas ao campo da História das Ideias, jogaram luz sobre os códigos de conduta que as religiões abarcam, e a maneira como tais códigos influenciam as relações humanas e foram organizados por elas:

A *religião* foi definida em termos de crença em entidades sobrenaturais ou em termos de um compromisso com algum “outro” transcendente, que serve para completar a vida humana. Pode referir-se a instituições organizadas que, através de crenças e rituais, afirmam poder dar respostas coerentes às questões do destino humano. Ou pode, simplesmente, referir-se a quaisquer convicções profundas que encontram expressão em imperativos morais.

Embora haja muitas vezes uma sobreposição entre estas definições, ela não é inevitável (BROOKE, 2003, p. 6 – grifo do autor).

Já Adone Agnolin, na obra *História das Religiões* (2013), trabalha a evolução do conceito à luz da formação do campo da história da religião, no séc. XIX. Nesta obra, Agnolin aborda a religião como um sistema de valores humanos:

[...] aquilo que nós ocidentais chamamos por muito tempo – e ainda continuamos a chamar – de “religião”, pelo menos de um ponto de vista histórico-cultural, deve ser visto, substancialmente, enquanto uma *codificação humana de valores*: estes se devem prospectar em uma durabilidade que sirva, justamente, para superar as contingências efêmeras, complexas e incompreensíveis da história, para oferecer uma perspectiva ao agir humano. Somente na perspectiva de valores que dão sentido à contingência é que esta última adquire um sentido e que os primeiros oferecem uma perspectiva à vida (AGNOLIN, 2013, p. 20).

Analisando a interação entre ciência e religião, Stephen Jay Gould, na obra *Pilares do Tempo* (2002), defende que ciência e religião correspondem a campos diferentes do saber e vivência humanos, adotando também a posição de que a religião corresponde a um sistema de valores:

A ciência tenta documentar o carácter factual do mundo natural, desenvolvendo teorias que coordenem e expliquem esses fatos. A religião, por sua vez, opera na esfera igualmente importante, mas completamente diferente, dos desígnios, significados e valores humanos – assuntos que a esfera factual da ciência pode até esclarecer, mas nunca solucionar. De modo semelhante, enquanto os cientistas devem agir segundo princípios éticos, alguns específicos à sua profissão, a validade desses princípios nunca pode ser deduzida das descobertas factuais da ciência (GOULD, 2002, p. 12).

John Hedley Brooke adota uma abordagem histórica ao analisar o conceito de ciência, enfatizando que seu significado vem mudando ao longo dos séculos, portanto não pode se restringir a um conjunto de explicações sobre o mundo factual:

A palavra *ciência* faz surgir uma dificuldade semelhante: já houve tantas definições propostas pelos filósofos e pelos próprios cientistas [...]. Muitos referem uma espécie de “método científico” único, ao qual a ciência exemplar se deveria submeter. Mas [...] a *história* da ciência já demonstrou

que cada novo ramo da investigação científica exige uma nova metodologia específica. E esse mesmo processo de crescente diferenciação reflecte uma alteração mais fundamental no significado da ciência – desde a época em que abarcava todo o conhecimento e em que a teologia era a “rainha das ciências”, até às suas conotações mais modernas de investigação empírica e elevada especialização (BROOKE, 2003, p. 6).

A partir destes autores, entendemos por religião o sistema de pensamento que, ao mesmo tempo, codifica uma série de valores morais capazes de guiar a conduta humana em sua relação com a natureza e com os demais indivíduos, e que se expressa a partir de crenças em elementos sobrenaturais referentes a rituais, vida após a morte e existência de seres espirituais com capacidades especiais. Já por ciência, entendemos como o conjunto explicativo dos fatos ligados ao mundo natural e social que somos capazes de observar, mobilizando para isso nossos conhecimentos empíricos e teórico-especulativos. No entanto, não deixamos de considerar que existem mudanças históricas na classificação do que é aceitável como sendo explicação científica ou religiosa para os fatos observados.

Neste momento, torna-se valioso traçar um rápido panorama de como estes dois campos cognitivos interagiram nos últimos séculos e de como tal interação foi sendo enxergada por estudiosos sob a ótica da história da ciência. Cabe ressaltar que tal panorama refere-se ao mundo europeu e americano, considerando principalmente o Cristianismo e sua vertente católica romana, que recebe o foco neste trabalho. É sabido que outras sociedades desenvolveram relações próprias e não menos ricas entre seus saberes científicos e práticas religiosas, mas que, no entanto, não serão estudadas neste trabalho.

1.2 A construção da ciência e da religião como campos cognitivos separados

Atualmente, o senso comum ocidental tende a considerar ciência e religião como campos cognitivos completamente separados, e que como tais não poderiam manter uma interação produtiva ou pacífica. A formação desse posicionamento é claramente influenciada pela situação atual do pensamento acadêmico europeu e americano, cada vez mais laicizado, e que acaba por respingar na cobertura que a mídia, especializada ou não, faz sobre temas

científicos ou religiosos¹. Ou seja, tal concepção é fruto de nosso tempo, não contando com o respaldo histórico já bastante esmiuçado pelos estudiosos da história da ciência.

Esta visão que hoje domina o senso comum se formou primeiro entre acadêmicos do século XIX dedicados à ciência natural, que começaram a pensar em sua identidade e seu trabalho como bastante diferentes em relação aos filósofos e teólogos. A partir daí, passaram a se questionar sobre a relação entre os diferentes campos de saber, que muitas vezes apresentavam metodologias bastante diversas:

As discussões sobre a relação entre “ciência” e “religião” começaram em inícios do século XIX, quando os estudiosos da natureza começaram a referir-se ao seu trabalho como ciência, e não como filosofia natural (ou história natural). Antes, tinham lugar expressões ocasionais de preocupação relativamente à tensão entre fé e razão, mas ninguém opunha religião e ciência. Na década de 1820, porém, começaram a aparecer livros e artigos ostentando no título a expressão “ciência e religião”. [...] Na época, não era invulgar que homens de ciência se dedicassem à exegese bíblica, ao mesmo tempo que negavam a teólogos e clérigos o direito de escrutinar a ciência. Esta prática, juntamente com a crescente marginalização dos teólogos da actividade científica, exasperou Charles Hodge, o mais eminente dos teólogos calvinistas da América de meados do século (NUMBERS, 2012, p. 17-19).

Ganhava força a preocupação dos cientistas naturais com a laicização da ciência, a partir da defesa da ideia de que o conhecimento deveria ser produzido e avançar sem a interferência de limitações impostas por visões religiosas. Nesta mesma época, também se começou a discutir os ataques que a ciência poderia infringir aos sistemas de crença e doutrina religiosos. Neste ambiente se formará a ideia, bastante reforçada mais tarde por Andrew Dickson White, na obra *The Battle-Fields of Science*, de 1869, e John William Draper, em seu *History of Conflict between Religion and Science*, de 1874 (NUMBERS, 2012, p. 15-16), de que o conflito entre ciência e religião era natural e inevitável, acusando-se a religião de atrasar o desenvolvimento científico para manter seu poder com base na ignorância e no misticismo. Mas os avanços no campo da história da ciência revelam que estamos diante de um processo muito mais rico – e

¹ Botan (2016), por exemplo, joga luz sobre como os custos de produção e a busca por audiência são determinantes para que o jornalismo científico produza coberturas rasas sobre o tema, focando mais em abordagens que chamem a atenção do espectador do que na formação de uma cultura científica na população. Exemplo claro deste fato em meios internacionais é a entrevista dada por Martin Rees ao jornal *The Guardian*, na qual o *correspondente sobre ciência* insiste em uma abordagem pessoal e sensacionalista diante do direcionamento do astrônomo para temas científicos (SAMPLE, 2011).

pacífico, embora situações de tensão existam. Como se poderia então considerar a relação entre ciência e, especificamente, o Cristianismo?

Primeiramente, é importante ressaltar que não consideramos aqui que todo o pensamento científico moderno europeu tenha se desenvolvido graças à religião, nem que esta tenha sido sempre determinante para que a mentalidade científica se formasse em todas as suas áreas. Consideramos que os cientistas têm como parte essencial de seu trabalho a busca pela verdade e o desenvolvimento do seu campo de estudos, construindo seus argumentos a partir de bases empíricas e racionais, e que este comportamento não é um privilégio de nossos tempos. Sem tirar o mérito do pensamento e do trabalho científico sistematizado e racional, pretendemos contribuir para o entendimento de que tal trabalho não se faz completamente à parte da mentalidade de seu tempo, seja ela econômica, política ou religiosa, e, nesse sentido, discutir a interação entre ciência e Cristianismo à luz de pesquisas históricas recentes.

Também não pretendemos advogar a ideia de que a convivência entre ciência e Cristianismo tenham sido sempre pacíficas, sobretudo no momento em que os avanços no conhecimento conflitavam com a doutrina ou os escritos bíblicos. É preciso considerar que, se hoje a tendência é de se compreender que a Bíblia não pode ser encarada como um tratado científico, tal posicionamento é também fruto de um momento histórico específico, mas a realidade nem sempre foi essa. Do mesmo modo, mudam as necessidades relacionadas à fé: o conhecimento geológico e astronômico de nosso tempo, por exemplo, não mais nos permitem requerer precisar a localização física do Paraíso ou do Inferno, mas estes temas nem sempre foram encarados assim.

Reijer Hooikaas, em sua obra *A religião e o desenvolvimento da ciência moderna* (1988, p. 13-16), discute o fato de que, se reconhecemos na *postura* dos gregos antigos diante da natureza uma das fontes da ciência moderna, por que negar na *postura* bíblica perante a natureza outra destas fontes? Admitimos que a conduta investigativa dos fenômenos naturais pelos gregos, e a reserva quanto à ideia de que estes fenômenos eram influenciados por vontades divinas, lega ao mundo as sementes do método científico. Segundo Hooykaas, outra destas sementes teria sido legada pela visão bíblica da natureza, enquanto tendo sido criada por Deus, mas estando desprovida de divindade e, portanto, passível de ser investigada:

Há um contraste radical entre a deificação da natureza, na religião pagã, e, de uma forma racionalizada, na filosofia grega, e o desendeusamento da natureza da Bíblia. Em contraposição à adoração da natureza pelos povos

vizinhos, a religião de Israel foi um fenômeno sem paralelo. [...] No primeiro capítulo do Gênesis fica evidenciado que absolutamente nada, senão Deus, tem qualquer direito à condição divina; até mesmo o Sol e a Lua, supremos deuses dos povos vizinhos, são colocados em seus lugares, junto às ervas e aos animais, e postos a serviço da humanidade. [...] Portanto, numa contradição total com a religião pagã, a natureza não é uma divindade a ser temida ou adorada, mas uma obra de Deus, que deve ser admirada, estudada e controlada. [...] Na Bíblia, Deus e a natureza não mais se opõem ao homem, mas Deus e o homem confrontam juntos a natureza (HOOYKAAS, 1988, p. 25-27).

Sob a ótica de Hooykaas, teríamos na essência do Cristianismo uma contribuição valiosa ao fazer científico europeu oferecida desde os primórdios da expansão desta religião pelo continente, ao aliar tal visão específica da natureza ao conhecimento que a ciência e filosofia pagãs, gregas e romanas principalmente, já haviam desenvolvido.

Apontou-se de forma crítica a interferência do Cristianismo sobre a ciência usando como base os primórdios da formação da Igreja, ainda sob os teólogos patrísticos, período que teria testemunhado o abandono da ciência antiga por ser uma ciência pagã. Exemplo desta situação teria sido Santo Agostinho (354-430), que defendeu a supremacia do conhecimento expresso na Bíblia sobre o conhecimento conseguido a partir de racionalizações desinteressadas. Isso não significa, no entanto, que Santo Agostinho ignorasse a ciência e a filosofia antigas nem deixasse de reconhecer sua importância: o esforço empreendido por ele foi direcionado à construção de uma nova filosofia, adequada às premissas do Cristianismo, mas que absorveu muitos elementos do arcabouço pagão quando necessário ou válido (como os pressupostos lógicos, por exemplo). Para ele, um cristão não deveria se mostrar completamente ignorante dos fatos naturais, e a ciência poderia ser usada na exegese bíblica, oferecendo conhecimentos sobre zoologia e botânica, por exemplo, o que a colocaria no papel de serva da religião, não de sua inimiga. Tal ideia foi usada ainda bem dentro da época moderna para justificar os esforços que vários clérigos moviam para empreender pesquisas científicas (LINDBERG, D., *in* NUMBERS, 2012, p. 31-33), além de estar presente no raciocínio expresso nas cartas papais, já dos séculos XX e XXI, que serão analisadas no Capítulo 4.

Esta visão vai de encontro à Teologia Natural, ramo da Teologia que desde a Antiguidade utilizava-se de argumentos racionais para poder estabelecer a existência e os atributos de Deus (ou de outros deuses) com base nas manifestações da natureza e da sociedade,

sem recorrer a explicações sobrenaturais ou baseadas em revelações. Sob a ótica da Teologia Natural, o estudo da Natureza confirmava a existência de um Deus a temer e a louvar:

Em toda parte e lugar do universo, com o qual nos familiarizamos, percebemos o exercício de um poder, que acreditamos, de forma direta ou imediata, proceder da Deidade. Por exemplo: em que parte ou ponto do espaço, que já foi explorado, não descobrimos atração? Em que regiões, não encontramos luz? [...] Além disso, podemos perguntar: qual é o reino da natureza, que canto do espaço, em que há alguma coisa que pode ser examinada por nós, onde não encontramos inventividade e design? A única reflexão talvez que surge em nossas mentes a partir desta visão do mundo que nos rodeia é que as leis da natureza prevalecem; que são uniformes e universais. Mas o que queremos dizer com as leis da natureza, ou com qualquer lei? Os efeitos são produzidos pelo poder, não pelas leis. Uma lei não pode executar-se. Uma lei nos remete a um agente. [...] a pessoa ou Ser, em quem esse poder reside, ou de quem é derivado, pode ser considerado *onipresente*. (PALEY, 1802, p. 331-332. Tradução livre).

Religião e ciência acabaram contribuindo para legitimar uma ordem social existente, formando um ambiente onde os cétricos eram vistos como um perigo (BROOKE, 2003, p. 23), dificultando a formação de um corpo acadêmico completamente laico na Europa desde fins da Antiguidade. Foi este mesmo contexto que presenciou também o acirramento das disputas católicas entre os que enxergavam de maneiras diferentes os preceitos religiosos: o surgimento das heresias e, ao final, as visões que se mostraram vitoriosas já expõem rivalidades e relações de poder e prestígio, além de sufocar o surgimento de interpretações teológicas alternativas, tensões que resultarão posteriormente nas diversas cisões que o Cristianismo conheceu.

É preciso lembrar também que, diante do contexto político e econômico vivido pela Europa e pelo mundo mediterrâneo nos primórdios da formação da Igreja Cristã, que coincidiu com o declínio do Império Romano e as guerras subsequentes, a ciência pagã da época também não incentivava a investigação científica desinteressada dos fatos naturais, principalmente os ligados à investigação do cosmos (LINDBERG, D., *in* NUMBERS, 2012, p. 33). O caso de Santo Agostinho é exemplar entre muitos outros que podem ser citados para ressaltar que já neste momento da história temos implicações da situação política e econômica de uma região sobre o fazer científico e as esferas religiosas, principalmente quando tais implicações tocam na religião institucionalizada.

A fragmentação política e carência econômica vividas pela Europa durante quase a totalidade da Idade Média dificultaram muito a existência de instituições laicas capazes de financiar empreendimentos científicos e mesmo a formação e o trabalho acadêmicos. Neste contexto, na Baixa Idade Média a Igreja foi responsável por injetar grande fôlego na ciência europeia a partir do seu apoio financeiro e político à formação de Universidades:

Se a Igreja medieval pretendeu desencorajar ou suprimir a ciência, não há dúvida de que cometeu um erro colossal ao tolerar – para já não dizer apoiar – a universidade. Nesta nova instituição, a ciência greco-árabe e a medicina encontraram pela primeira vez um abrigo permanente. [...] Dezenas de universidades promoveram a introdução de um grande número de estudantes à geometria euclidiana, à óptica, aos problemas da geração e da reprodução, aos rudimentos da astronomia, e às discussões da esfericidade da Terra. [...] Este foi um fenómeno cultural de primeira grandeza, visto ter afectado uma elite letrada de várias centenas de milhares de estudantes [...].

Alguns argumentam, porém: não eram os estudantes, na sua maioria, monges ou sacerdotes que passavam a maior parte do seu tempo a estudar teologia, a rainha de todas as ciências? [...] A maioria dos alunos nem sequer se aproximava dos requisitos necessários ao estudo da teologia (em geral, um diploma *master of arts*). Permaneciam por isso nas faculdades de artes, onde estudavam exclusivamente temas não religiosos, incluído lógica, filosofia natural e ciências matemáticas (SHANK, M., in NUMBERS, 2012, p. 38-39).

A formação das universidades estreitou o contato da ciência europeia com a ciência árabe e com outros expoentes da cultura grega além de Aristóteles, então a grande influência do pensamento acadêmico e filosófico europeu, e ao qual a própria doutrina cristã procurou se adequar.

A partir do século XIV, nas universidades, formou-se uma tradição na qual Aristóteles era frequentemente desafiado, principalmente no tocante às suas ideias sobre o mundo natural. O ambiente de discussão acadêmica e novas descobertas culturais e geográficas, intensificadas pelas Navegações, possibilitou à Europa mover dois grandes movimentos culturais e políticos que, estreitamente entrelaçados, aceleraram as mudanças na mentalidade científica e na política: o Renascimento Cultural e a Reforma Protestante.

É bastante conhecida a tese de Robert Merton (2013) segundo a qual o cristianismo, e especificamente sua vertente protestante puritana, após as reformas religiosas do século XVI,

teria fornecido motivações para o avanço científico ao promover uma mentalidade mais ascética e racional em relação à abordagem católica do mundo. Tal mentalidade teria sido incorporada por muitos filósofos da natureza ingleses, que frequentemente defenderam que Deus tinha se revelado em dois livros: o livro das Suas palavras, a Bíblia, e o livro de Suas obras, a natureza, e justificavam seu trabalho como sendo a busca pelo entendimento da ordem estabelecida por Deus durante a criação do Universo, expressada por leis que regem o funcionamento do mundo natural, e que refletem uma lógica criadora que não faz nada em vão – coincidindo com a Teologia Natural e com um dos pilares do método científico moderno, que advoga a adoção de teorias o mais simples possível para explicações científicas. Longe de encarar tal atitude como um ato arrogante perante a grandeza de Deus, tais investigações foram legitimadas pois seriam desejadas por Ele, visto que a mente humana havia sido criada com capacidade para tanto. O uso destes argumentos, segundo Brooke (2003, p. 18) significa que, além de fornecerem pressupostos investigativos para a ciência, as doutrinas religiosas cristãs lhe ofereceram também aprovação e justificação.

Vai ser neste mesmo contexto de descoberta de novos caminhos e continentes, além de reformas religiosas que suscitam guerras e rivalidades, que os Estados também passarão a fomentar a ciência na expectativa de colher seus frutos econômicos e estratégicos. Tal fomento se deu através da fundação ou apoio a várias sociedades científicas pela Europa, cujo exemplo mais famoso é a Royal Society inglesa, fundada em 1660 em Londres. O objetivo destas academias era promover a discussão da ciência natural e divulgar descobertas científicas, notadamente no campo da ciência experimental (RONAN, 2001, p. 109-110). Apesar de marcadamente laicas, tais instituições também não ficaram isentas da influência religiosa: Merton (2013) enfatiza a predominância de membros puritanos na composição da Royal Society, enxergando ali o ambiente em que esta vertente do cristianismo contribuiu com a formação do *ethos* científico contemporâneo. Além disso, a Igreja Católica fundou mais adiante, no séc. XIX, sua própria academia científica, a Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei, que reclamou ser herdeira da famosa Accademia dei Lincei, fundada em 1603 pelo nobre italiano Federico Cesi (1585-1630), e cujo membro mais ilustre foi Galileu Galilei (1564-1642). Dissolvida após a morte de Cesi em 1630, foi recriada em 1847 pelo Papa Pio IX (1792-1878) com o nome de Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei e refundada em 1936 por Pio XI (1857-1939), que lhe deu o nome atual: Pontificia Accademia delle Scienze (Pontifícia Academia de Ciências, em português). Esta academia é objeto central deste trabalho e será abordada mais

detalhadamente no Capítulo 4. Assim, o Cristianismo reforçava suas relações com a ciência institucionalizada e, em alguns aspectos, paradigmática.

Costuma-se dizer que a Revolução Científica do século XVII produziu a separação entre ciência e religião, e a primeira tomaria definitivamente o rumo laico que a atribuímos hoje. Ainda que não se pretenda discutir aqui a existência ou não de uma revolução da ciência a partir do século XVII, é notável que houve mudanças, como a crescente laicização de cientistas e a formação de organizações científicas que proibiam a discussão de temas religiosos e políticos, ou não previam a Teologia como tema de discussão (BROOKE, 2003, p. 52). Mas tal percepção pode realmente apontar para uma separação definitiva entre ciência e religião a partir daqui?

Primeiramente, devemos considerar que já existiam reservas notáveis em relação à interação entre fé e razão, como a defesa por Francis Bacon (1561-1626) da ideia de que a ciência era limitada em sua capacidade elucidativa, o que reservava extensos campos explicativos à esfera religiosa. Depois, tal movimento de laicização não quer dizer que a religião tenha abandonado o campo científico: permanecerá presente em corpos *justificativos para o esforço* científico, ainda que cada vez mais afastada da busca pelo *entendimento dos fatos* científicos. E, de novo, é preciso lembrar que posturas laicas ou até mesmo anticlericais de alguns cientistas europeus do período poderiam estar associadas ao contexto político das guerras religiosas comuns no momento, e tal posicionamento poderia refletir tanto um rancor em relação aos conflitos como o desejo e a necessidade de proteção ou de não interferência em seus trabalhos dos governos sob os quais viviam.

Brooke (2003, p. 50-55) percebe um ponto interessante sobre o tema ao questionar se ciência e religião estariam mesmo unidas *antes* da Revolução Científica. O autor defende que durante tal movimento não haveria ocorrido separação entre ciência e religião porque não houve fusão anterior: o que se presenciou aqui teria sido uma diferenciação entre os dois campos, para a qual teriam contribuído tanto os debates científicos quanto os teológicos. O resultado deste processo teria sido, afinal, o contrário de uma divisão: “É até mesmo possível argumentar que a revolução científica assistiu a uma *fusão* sem precedentes da ciência com a teologia, que resultou em formas de devoção mais seculares” (BROOKE, 2003, p. 50 – grifo do autor). Tal afirmação, que pode causar estranhamento em uma primeira leitura, faz eco à postura iluminista perante o conhecimento e a ação humana vivenciados pela intelectualidade europeia a partir do século XVIII.

Entre muitos grandes nomes iluministas fica patente um certo desdém pela religião em parceria a uma grande admiração pela ciência. Tal desdém não se referia necessariamente à ideia de um Deus supremo e nem à crença nele, mas sim ao misticismo, à superstição, à religião institucionalizada e à ortodoxia religiosa, acompanhadas da atuação política das igrejas europeias. As críticas que os iluministas moviam à religião se baseavam também nas novas descobertas científicas, na própria Teologia Natural, e na ideia de que existira no começo da humanidade uma religião natural e racional, que teria sido a expressão do único e verdadeiro Deus, e que as igrejas Católica e protestantes haviam acabado por deturpar (visão que ia de encontro ao ambiente político de crítica às guerras religiosas e ao apoio das igrejas às monarquias absolutistas).

A então chamada religião natural ganhou adeptos entre muitos iluministas, que procuraram conciliá-la às novas descobertas científicas que reforçavam explicações materialistas, como as levadas a cabo no campo da Geologia, cujos avanços contradiziam as Escrituras ao indicar uma idade para nosso planeta muito superior à descrita na Bíblia. Aos poucos, nota-se no século XVIII o aumento da resistência dos filósofos naturais em aceitar explicações para a natureza que levassem em conta a intervenção divina, fato que foi usado pelos apologistas da ideia do conflito entre ciência e religião para defender sua posição; mas é preciso lembrar que nem todos os defensores da ideia do conflito do século XIX eram filósofos naturais, sendo que muitos tinham ocupações relacionadas ao campo político e social, e acabaram por ignorar os momentos em que a ciência foi útil à religião, como as novas descobertas do mundo orgânico e da eletricidade, muitas vezes usadas para alegar o poder e a sabedoria divina (embora nem sempre, lógico, as descobertas concordassem com a visão cristã do Divino) (BROOKE, 2003, p. 52), e em outros tantos momentos em que o Divino foi visto como a *finalidade* dos efeitos naturais observados, e como tal escapava às explicações científicas, diferentemente dos *processos* observados nestes efeitos naturais, ao alcance da racionalidade humana.

A descoberta das leis naturais, como a gravidade, acabou por fundamentar a concepção da imagem de um Deus criador que atuaria como um Relojoeiro Divino, que teria dado origem ao Universo e concebido suas regras, permitindo que a partir de então este “mecanismo” funcionasse por conta própria, a partir das regras preestabelecidas. Esta concepção suscitaria o debate sobre se Deus interferiria ou não cotidianamente no mundo criado, o que teria implicações óbvias sobre a sociedade e o funcionamento do mundo natural.

É neste contexto que os filósofos iluministas tentaram aplicar a ideia de leis naturais também à sociedade, como Montesquieu (1689-1755), que procurou entender o comportamento de grupos humanos a partir de sua organização política e do clima em que viviam. A partir deste ponto, o emprego da ideia de leis naturais extrapola a sociedade para ser aplicado também sobre a mente humana, aproximando o homem da natureza e abrindo caminho para que fosse visto como mais uma entre as espécies existentes, e não mais como um ser especial a caminho do Paraíso. Percebe-se aqui o surgimento do clima intelectual que resultará, mais tarde, na concepção de ideias evolucionistas das espécies que abarcarão também o ser humano.

Podemos então perceber no contexto da Revolução Científica e do Iluminismo o desenvolvimento e o reforço de conjuntos de ideias, como a Teologia Natural e a religião natural, que atuaram de maneira ambígua, hora para defender e hora para atacar o Cristianismo: as teorizações e descobertas que levavam a conclusões de progresso reforçavam os argumentos de finalidade divina dos fatos naturais e da intervenção de Deus no mundo, mas as tentativas de explicar tais finalidades, unidas à percepção de facetas cruéis do mundo natural (como estudos detalhados de insetos que devoram lentamente suas presas ainda vivas), bem como a aceitação da existência de forças e leis naturais permanentes e impessoais, acabam reforçando a descrença no discurso religioso (BROOKE, 2003, p. 188-189). Não existiria assim um movimento único de ataque à religião ou de separação definitiva entre mentalidade religiosa e fazer científico no âmbito do Iluminismo.

Esta ambiguidade explica também a longa permanência da Teologia Natural como sistema explicativo legitimamente aceito: ela funcionou como um elemento unificador para cientistas que eram clérigos ou professavam uma das diversas fés religiosas, ou ainda os que buscavam construir uma interpretação religiosa da natureza, e as implicações políticas de seus argumentos de finalidade dos fatos naturais foram muitas vezes interpretados de modo a legitimar a ordem social existente em um mundo sacudido por revoltas e revoluções, especialmente a Revolução Francesa. Mas ao fim, qual teria sido então a contribuição da Teologia Natural para a prática da ciência, se é que teve alguma? Uma coisa é dizer que os resultados de um determinado trabalho científico eram susceptíveis de uma interpretação providencialista; outra coisa seria sugerir que a convicção religiosa estruturava a teoria e a prática científicas.

Entre os papéis que a convicção religiosa desempenhou no *âmbito* da ciência, [...] havia três que se esperaria que fossem visíveis, se os conceitos de finalidade estivessem a funcionar de alguma forma. A crença na natureza

enquanto sistema concebido intencionalmente podia orientar o pensamento científico tanto na escolha dos problemas, como na elaboração de soluções aceitáveis. Podia também desempenhar um papel selectivo, no sentido de conferir maior plausibilidade a uma teoria em detrimento de outra, se ela se adaptasse melhor aos interesses religiosos. E, em certos contextos, podia desempenhar um papel constitutivo, quando os dogmas religiosos eram colocados no topo da explicação dedutiva. Uma vez que o argumento da finalidade pressupunha um Criador, esperar-se ia que os modelos criacionistas surgissem em teorias sobre a distribuição geográfica das espécies e, sobretudo, em debates sobre a origem das espécies. Sob cada um destes aspectos, a teologia natural era indubitavelmente relevante para a ciência (BROOKE, 2003, p. 207-208 – grifo do autor).

O século XIX presenciou a perda de prestígio da Teologia Natural como sistema explicativo aceitável para boa parte dos filósofos naturais europeus devido à carência de explicações lógicas e precisas para as novas descobertas científicas que surgiam, notadamente nos campos da biologia evolutiva e da geologia. Os grandes teólogos naturais, como William Paley (1743-1805), William Buckland (1784-1856), Adam Sedgwick (1785-1873) e William Whewell (1794-1866), por exemplo, eram contrários à ideia de organismos adaptáveis, rejeitando a noção de que seriam produtos exclusivamente naturais, defendendo que teriam sido obras da criação divina, que já os concebia nos estágios em que os encontramos, e com cada parte de seu organismo respondendo a uma finalidade específica. Por fim, os filósofos naturais evolucionistas, especialmente Charles Darwin (1809-1882), usarão mecanismos naturais (como a seleção pelo meio ambiente do organismo mais bem adaptado) para substituir explicações relacionadas à finalidade divina para a diferenciação de espécies, construindo argumentos considerados mais sólidos e precisos. Ainda assim, a Teologia Natural permaneceu presente na noção de que os mecanismos e leis naturais que permitiam a organização da natureza e a evolução dos organismos eram resultado da sabedoria divina, ou na própria ideia de que, como consequência da evolução das espécies, o homem não teria decaído por conta do pecado original, mas sim estaria se elevando, ao ser inserido numa natureza que evolui.

Em meados do século XIX, o sucesso que a teoria da evolução fez na área da biologia levou à sua extrapolação para diversos outros campos, como a política e a Antropologia, cujos estudos, em consonância com práticas imperialistas das potências europeias, resvalaram também nas concepções acerca da religião e da ciência:

Dentro desses esquemas evolucionistas se desenvolvia, ainda, a obra de James George Frazer, autor de *The Golden Bough: a Study in Magic and Religion*, de 1890. Nesse trabalho o autor torna evidente sua interpretação evolucionista, sustentando que a humanidade passou através de três etapas: a primeira e mais arcaica teria visto o homem enquanto vítima de um erro de interpretação das forças que governam a natureza, entregando-se àquela falsa ciência que é a “magia”, em seguida abandonada, ou melhor, nos termos de Frazer, “reforçada por uma teoria religiosa”, à qual teria sucedido, finalmente, a última fase, a da ciência. (AGNOLIN, 2013, p. 38).

Este mesmo século vai ver se tornar comum a concepção de que os preceitos bíblicos e a busca por finalidades deveriam ser apartados da análise científica, que deveria ser pautada em fatos observáveis e trabalhar com as forças conhecidas no presente para explicar o passado, concepção da qual a ciência atual é herdeira. Assim, a ciência entendida como válida não deveria especular sobre as origens, significados ou objetivos últimos da natureza ou das forças naturais. Tal visão pode ter sido desencadeada não só pelo desenrolar do pensamento iluminista, mas também pela proliferação de regimes republicanos e constitucionais que substituíam as monarquias ocidentais no momento, às vezes em clara tensão com Estados religiosos ou com as igrejas nacionais. Aqui também cabe apontar uma “crise de fé” que parece assolar muitos acadêmicos europeus nesse contexto, que podia vir também da discordância em relação aos argumentos filosóficos cristãos, como a condenação eterna dos que eram considerados discordantes da Igreja:

A totalidade das coisas finitas poderia dever sua existência a um poder superior, mas não sofria nenhuma intromissão exterior. Esta convicção tornara-se de tal forma um hábito que a crença numa manifestação sobrenatural ou numa actividade divina imediata seria automaticamente atribuída à ignorância ou à impostura (BROOKE, 2003, p. 262).

Mas não só as ciências naturais contribuíram para a crise de fé do século XIX: as análises históricas passaram à tendência de encarar a Bíblia como obra humana e, portanto, um fruto do tempo histórico (e do alcance do conhecimento) vividos pelo homem e por sua sociedade, e não um fruto da revelação divina da verdade. Tal reconhecimento restringiu a autoridade bíblica sobre explicações acerca do mundo natural, ainda que sua autoridade moral tenha sido mantida. Abria-se então o caminho adotado por alguns estudiosos para admitir que a Bíblia apresentava uma ciência datada e falha, em vez de tentar fazê-la concordar a todo custo com as descobertas científicas mais recentes (BROOKE, 2003, p. 264), ao mesmo tempo em que o reconhecimento

das limitações científicas de uma obra que deveria refletir a sabedoria de um Criador permitiu o avanço de questionamentos acerca da própria existência deste Criador.

Ao mesmo tempo, percebe-se a adoção de uma reverência à ciência por muitos estudiosos, despertando a percepção de que haveria uma espécie de migração de devoção religiosa para a científica, contribuindo para a incitação à rivalidade entre os dois campos:

Se é verdade que os conceitos religiosos funcionaram por vezes como ciência primitiva, o contrário também aconteceu. Da mesma forma que as crenças religiosas se constituíram em ciência, também as convicções científicas se constituíram em religião alternativa. Os próprios cientistas traçaram frequentemente paralelos entre a experiência da vocação científica e certas formas de experiência religiosa. [...] Sempre que a retórica científica assumia a forma de uma contra-religião, facilmente se tornava uma religião substituta, como chegou a acontecer na França durante o período revolucionário. Os defensores posteriores de um naturalismo científico referiam-se por vezes aos “científicos da igreja”, como se sublinhassem a sua usurpação do papel do clero na arbitragem de valores culturais. T. H. Huxley, o paladino de Charles Darwin, fez da ciência o tema daquilo a que ele chamou “sermões laicos” (BROOKE, 2003, p. 28-29).

O claro movimento de secularização da ciência vivido pelo século XIX engendrou a criação da ideia de um conflito específico de interesses entre ciência e religião, acirrando discussões iluministas acerca da tensão entre fé e razão. Um dos primeiros defensores da ideia de conflito entre ciência e religião foi Thomas Henry Huxley (1825-1895), que moveu grandes esforços para promover a ideia da existência de uma comunidade científica em franca expansão e profissionalização, e que neste sentido merecia a primazia cultural e educacional inglesa às custas do clero do país. Neste contexto, fazia muito sentido a defesa da ideia de conflito entre ciência e religião que teria como resultado a vitória inexorável do conhecimento científico, racional e passível de provas. “Segundo Huxley, teólogos reduzidos ao silêncio jazem junto ao berço de cada ciência, como as serpentes estranguladas junto ao berço de Hércules” (BROOKE, 2003, p. 5).

É neste momento que entram em cena as obras de Draper e White, que posteriormente foram de encontro ao que parecia ser um processo amplo de secularização e ênfase no individualismo a nível mundial assistido pelo século XX, o mesmo que presenciou inúmeras racionalizações acerca da fé humana e da falta dela, como a de Max Weber, que cunhou o termo

“desencantamento do mundo” para analisar tanto o abandono progressivo da magia como da própria religiosidade pela humanidade:

[sobre o uso do conceito “desencantamento do mundo” na Introdução ao ensaio *Ética econômica das religiões mundiais*] emprega o sintagma desencantamento do mundo uma única e decisiva vez. [...] Decisiva, ainda, porque remete o processo de desencantamento também ao plano das idéias, fazendo dele o que Habermas chamou de “desencantamento das imagens de mundo metafísico-religiosas”, condição cognitiva *sine qua non* para a “emergência das estruturas de consciência modernas” (Habermas, 1987: 200), enfoque este que põe em relevo, em Weber, a importância atribuída por ele às camadas intelectuais e, com isso, à intelectualização da religiosidade. Decisiva, finalmente, porque mostra o processo de desmagificação da experiência religiosa como o outro lado da moeda da escalada da moralização religiosa, noutras palavras, da “eticização” [Ethisierung] da conduta religiosa e, por conseguinte, se é que se trata mesmo de moralizar, como o outro lado da moeda da arregimentação consciente e alerta da vida individual num todo unificável, referido a uma “personalidade” consciente de sua identidade única, equipada assim para fazer frente às demandas de um mundo dominado por crescente racionalização... e desencantamento [...] (PIERUCCI, 2003, p. 90).

Mas o desenrolar do século conheceu o surgimento de abordagens que reconheciam a complexidade da relação entre ciência e religião, a partir de um contexto de descobertas científicas desconcertantes:

O desenvolvimento da física subatômica desempenhou um papel fundamental na criação de espaço para uma visão menos cientística da ciência. Num famoso diálogo com Einstein, em 1935, o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) defendeu que os recentes desenvolvimentos na mecânica quântica exigiam uma renúncia total da noção clássica de causalidade e uma revisão radical das atitudes perante o problema da realidade física. Um astrónomo e quacre britânico, Arthur Stanley Eddington (1882-1994 [ano da morte: 1944]), por volta de 1927, fez até a extraordinária observação de que, pela primeira vez, a religião se tornava possível para um homem científico e razoável (BROOKE, 2003, p. 316).

Uma das propostas intelectuais de abordagem para a questão da interação entre ciência e religião que ganhou força no século XX foi descrita na obra *Pilares do Tempo*, de Stephen

Jay Gould (2002), onde o autor descreve estes dois campos enquanto “magistérios não-interferentes”:

Proponho que concentremos esse princípio central de não-interferência respeitosa – acompanhado de um intenso diálogo entre as duas disciplinas distintas, cada uma cobrindo uma faceta central da existência humana – enunciando o Princípio dos MNI, ou magistérios não-interferentes. [...] a esfera ou magistério da ciência engloba o mundo empírico: do que é feito o universo (fato) e por que ele funciona de determinada maneira (teoria). O magistério da religião engloba questões de significado definitivo e valor moral. Esses dois magistérios não interferem um com o outro, tampouco englobam todas as especulações (considerem, por exemplo, o magistério da arte e o significado da beleza). Para citar antigos clichês, a ciência se interessa pelo tempo, e a religião, pela eternidade; a ciência estuda como funciona o céu, e a religião como ir para o céu (GOULD, 2002, p. 12-13).

Gould defende a ideia dos magistérios não-interferentes não só como saída diplomática para a questão, mas também como uma solução intelectual: a religião não deve estabelecer conclusões acerca da natureza factual, nem a ciência deve alegar conhecimentos sobre verdades morais. Gould reconhece que existem pontos de contato entre os dois magistérios, mas o exercício da humildade mútua deveria ser capaz de coordenar a construção de esforços e explicações satisfatórias em um mundo marcado por temas profundamente complexos. O autor não defende, no entanto, a “paz completa” entre os dois campos, como se fosse possível uni-los em uma grande família feliz, reconhecendo que a existência de pontos de tensão será permanente, mas que não precisam necessariamente ser vistos como pontos de conflito. Gould inclusive critica a ideia de opções que defendam o sincretismo entre ciência e religião como sendo soluções de interesse muito mais midiático do que propostas que ofereçam argumentos novos ou mais lógicos do que os anteriores, como exemplifica na análise de uma reportagem veiculada pelo *The Wall Street Journal*:

Ficamos sabendo em seguida que o Gênesis foi confirmado pelas últimas descobertas da cosmologia:

O Big Bang, que agora se acredita ter acontecido há 15 bilhões de anos, coincide de modo geral com o Gênesis.

O que, por favor, quer dizer “de modo geral”? Algumas pessoas insistem que o Gênesis ocorreu há menos de 10 mil anos. Além disso, o Big

Bang não pode servir de descrição da criação inicial, *ex nihilo*, por Deus. O Big Bang não é o começo definitivo de todas as coisas materiais – um assunto alheio ao magistério da ciência. O Big Bang é uma hipótese sobre a origem de nosso universo *conhecido*. Essa teoria científica não pode, em princípio, especificar o que aconteceu antes, se algo aconteceu (se é que tal noção já teve algum significado) – porque qualquer história anterior se apaga quando e se a matéria do universo se desintegra em um ponto de origem tão definitivo (GOULD, 2002, p. 170 – grifos do autor).

Tal ideia, embora ofereça uma proposta pacificadora para a questão, não ficou livre de críticas, como a noção subentendida de que o ateísmo seria então desqualificado para emitir juízos morais, e de que seria uma solução demasiadamente simplista para uma situação tão complexa:

À primeira vista, esta história complicada poderia parecer ter atingido uma conclusão muito simplificada no século XX. Com o aparecimento de concepções mais pragmáticas de verdade, [...] tornou-se muito mais fácil insistir na irrelevância mútua do discurso científico e do discurso religioso – cada um dos quais reflectia práticas e preocupações diferentes. Os académicos que seguiram Wittgenstein na análise das funções da linguagem reconheceram os diversos níveis em que esta podia funcionar: o mundo podia ser descrito sob formas muito diferentes, sem que nenhuma delas tivesse de ser reduzida a outra. Nesta perspectiva era possível, em princípio, ciência e religião coexistirem sem interferências mútuas (BROOKE, 2003, p. 311).

Ainda segundo Brooke (2002, p. 326), “Se conhecessem melhor a história das ciências, os proponentes desta clara divisão do trabalho teriam dificuldade em defendê-la. Logo que nos interrogamos sobre por que razão se deve fazer ciência, surgem de imediato questões de valor”, como por exemplo as questões éticas e ambientais relacionadas ao desenvolvimento científico. Além disso, é preciso considerar que debates entre pensamento teológico e científico podem se imiscuir nas controvérsias científicas (mesmo que nem sempre de forma ostensiva), cujo exemplo marcante é exatamente a discussão em torno das teorias do Big Bang e do Universo Estacionário, tema que será discutido nos Capítulos 2 e 3.

Assim, podemos perceber que, embora a questão do conflito entre ciência e religião tenha sido colocada por um contexto histórico específico, e tenha sido inspirada principalmente por questões pessoais, é um assunto que faz eco à humanidade ainda em nossos dias, anunciando uma problemática que, apesar dos esforços, aparenta estar ainda longe de uma

solução definitiva, ainda que sua definição mais apropriada talvez não seja “conflito”. É interessante questionar se a permanência da ideia de conflito não estaria associada, na verdade, a um movimento de secularização de pouco alcance na sociedade ocidental, a despeito do que o discurso e vivência acadêmicos possam nos fazer crer. Neste sentido, Peter L. Berger, na obra *The desecularization of the world* (1999), discute a validade da ideia de uma ampla secularização global:

Embora o termo ‘teoria da secularização’ se refira a trabalhos dos anos 1950 e 1960, a ideia-chave da teoria pode certamente ser rastreada até o Iluminismo. A ideia é simples: a modernização necessariamente levou ao declínio da religião, tanto na sociedade como nas consciências individuais. E é precisamente esta ideia que tem se mostrado errada. Certamente a modernização teve alguns efeitos secularizantes, mais em alguns lugares que em outros. Mas isso também provocou movimentos poderosos de contrassecularização. Além disso, secularização ao nível social não significa necessariamente secularização ao nível das consciências individuais. Algumas instituições religiosas perderam poder e influência em muitas sociedades, mas tanto as antigas quanto as novas crenças e práticas religiosas permaneceram, apesar disso, nas vidas dos indivíduos, às vezes tomando novas formas institucionais e às vezes levando a grandes explosões de fervor religioso (BERGER, 1999, p. 2. Tradução livre).

Berger (1999, p. 6) aponta o crescimento de movimentos ortodoxos em quase todos os lugares do globo nas últimas décadas do século XX, indicando que a ideia de uma secularização que ultrapassa a Europa Ocidental seja provavelmente enganosa e gerada pelas bolhas de secularização em que trabalham os cientistas sociais.

É necessário também relativizar o apontamento frequente da ciência como a grande responsável pela secularização dos governos ocidentais a partir do século XIX, sem que se atribua a devida atenção a fatores políticos, sociais ou econômicos, como o entendimento de que os direitos individuais não devem ser tolhidos por concepções religiosas, abrindo cada vez mais espaço para a implantação de regimes laicos de governo, ainda mais depois da associação da defesa da laicidade à melhora nas garantias democráticas para os cidadãos. Deste modo, se a ciência tem penetrado cada vez mais esferas da vida cotidiana, ela não parece ser capaz, sozinha, de arrefecer o impulso religioso humano, se é que tal impulso vem diminuindo nos últimos séculos.

1.3 Igreja Católica e ciência – algumas considerações

À luz do que foi discutido no tópico anterior, cabe aqui detalhar alguns pontos acerca da relação que se estabeleceu entre a Igreja Católica e a ciência após a divisão do Cristianismo causada pela Reforma Protestante no século XVI, já que este trabalho analisará especificamente o posicionamento desta instituição acerca de uma teoria cosmológica a partir de 1936, no âmbito da atuação de sua academia científica e observatório. Enfatizamos que não se pretende negar que tenham existido conflitos entre a Igreja Católica e estudiosos ou teorias científicas, nem insinuar que esta instituição tenha sido ou seja especialmente favorável ao desenvolvimento da ciência, mas sim defender que, enquanto instituição milenar, heterogênea e com tantos adeptos, é inevitável que muitos de seus membros e seguidores tenham atuado tanto no campo religioso quanto no científico, ambos complexos e que, portanto, suscitem modos de interação ricos e contraditórios, para além da dicotomia construída sobre o conflito entre religião e ciência.

Começamos então por uma das polêmicas mais conhecidas da qual a Igreja Católica participou, e que se refere exatamente à adoção de novas teorias astronômicas nos séculos XVI e XVII, envolvendo as figuras de Nicolau Copérnico (1473-1543), Giordano Bruno (1548-1600) e Galileu Galilei (1564-1642). As contribuições destes homens ao campo astronômico, bem como as mitologias que os cercam, serão abordadas mais detalhadamente no próximo capítulo, mas seus nomes foram aqui invocados para ilustrar a primeira reserva que adotaremos ao abordar a interação entre Igreja Católica e ciência: muitas vezes se confundiu a oposição a novas teorias científicas pelos adeptos das teorias antigas como sendo motivadas somente por questões religiosas, desconsiderando-se o contexto político e social do momento, e que tais oposições poderiam ser movidas por indivíduos em particular, não por toda a instituição - o caso Galileu oferece um exemplo clássico dessa situação. Também desconsidera-se muitas vezes a confusão estabelecida entre argumentos teológicos e científicos: em geral, quando se trata pelo menos da astronomia, a oposição da Igreja às novas teorias se deveu aos aspectos delas que tocaram a teologia (situações que geraram as punições aplicadas a Galileu Galilei e Giordano Bruno) e não no que se refere a seus aspectos estritamente científicos ou racionais.

Ainda assim, as obras de Copérnico e Galileu Galilei foram incluídas no Índice. Mas de novo, aqui, temos que chamar a atenção para o contexto político do momento: as repercussões da Reforma Protestante.

É importante não subestimar estes efeitos indirectos da religião na ciência. As medidas defensivas tomadas pela Igreja Católica contra aquilo que era entendido como um cancro protestante alteraram os critérios de verdade, permitindo que a autoridade em matérias científicas fosse retirada aos eruditos e conferida à burocracia de Roma. Ao condenar Galileu, o papa Urbano VIII estava a condenar um antigo amigo. O facto de estar disposto a fazê-lo reflecte ainda um outro aspecto da disputa entre católicos e protestantes. A política externa pró-francesa de Urbano, durante a Guerra dos Trinta Anos, deixou-o numa posição vulnerável quando Richelieu se aliou à Suécia protestante para impedir a restauração do catolicismo na Alemanha. Em vez de condenar a aliança, Urbano insistiu que esta era uma guerra de estados e não de religiões, suscitando críticas de que estava a colocar a conveniência política à frente da necessidade religiosa. É possível que a sua severidade para com Galileu fosse uma forma de não dar parte de fraco, uma tentativa de aplacar os eminentes jesuítas ainda ressentidos das feridas infligidas por Galileu aos seus colegas, em debates anteriores sobre a natureza das manchas solares e dos cometas (BROOKE, 2003, p. 95).

Em 1616, uma comissão papal decidiu que a cosmologia copernicana era inaceitável, e considerou o universo heliostático herético (BROOKE, 2003, p. 98). Segundo este decreto, os livros que tentavam conciliar o heliocentrismo com as Escrituras (tocando, portanto, em aspectos teológicos) deveriam ser destruídos, e as obras que se restringiam aos aspectos astronômicos deveriam ter suas edições suspensas até que fossem corrigidas no sentido de colocar a teoria copernicana apenas como hipótese matemática. Temos aqui um exemplo da interferência direta da Igreja Católica sobre o fazer científico, ainda que tal intervenção precise ser relativizada: as interdições impostas pela Inquisição e pelo Índice não chegam a impedir a circulação de tais ideias ao não ter alcance, por exemplo, sobre os territórios protestantes nem sobre as bibliotecas privadas de quem se dispusesse a manter tais obras. Além disso, as ideias de Copérnico, ressalte-se, não foram proibidas de circular, desde que acompanhadas das devidas ressalvas. O fato de a Igreja ter posteriormente reconhecido as alegações de Galileu e Copérnico como corretas e o convite de João Paulo II a novos estudos sobre seu julgamento em 1979, fatos que levaram ao que ficou conhecido como as três “reabilitações” de Galileu²

² Os *Diálogos* de Galileu tiveram sua censura parcialmente retirada em 1744, o copernicanismo foi aceito em 1758, os arquivos do Vaticano sobre o caso foram publicados pela Igreja entre 1867-1878 – todos antes da fundação da Pontifícia Academia de Ciências –, além da reabilitação implícita de 1964, quando foram publicadas obras que comemoravam os 400 anos de seu nascimento (p. 361). Finocchiaro organizou uma substancial sistematização do processo de construção do que classificou como “mito cultural” do julgamento de Galileu, que viria a embasar a

(FINOCCHIARO, 2005), não foram suficientes para popularizar a ideia de que a Igreja reconheceu seu erro neste caso, podendo, ao contrário, ser entendidos como um exemplo do quanto a Igreja demora para reconhecer que as críticas a seus dogmas estão corretas.

Também não é possível ignorar a importância da criação, neste contexto, da ordem dos Jesuítas, ou Companhia de Jesus, dedicada à propagação da fé e à educação nos territórios católicos. Tal ordem se tornou notável por fundar escolas que abarcavam da educação básica ao ensino universitário, a mais famosa das quais foi o Collegio Romano. Dedicadas principalmente aos estudos de gramática, humanidades e teologia, estas instituições reforçaram as bases intelectuais do clero e, posteriormente, dos leigos, e contribuíram para que os jesuítas se tornassem marcantes por comporem uma ordem intelectualizada e próxima do fazer científico:

Fundada em 1540, a companhia colocou tal ênfase na educação que em 1625 fundara já cerca de 450 colégios na Europa e outras paragens. Muitos sacerdotes jesuítas estavam profundamente envolvidos em tarefas científicas, e muitos deram importantes contributos para a investigação. O calendário reformado, por exemplo, implementado no pontificado do Papa Gregório XIII em 1582, e ainda hoje a uso, foi concebido pelo matemático e astrónomo jesuíta Cristoph Clavius (1538-1612). A óptica e a astronomia eram campos de especial interesse para os jesuítas. [...] Em 1700, os jesuítas eram responsáveis pela maioria das cátedras de Matemática das universidades europeias (PRINCIPE, L., *in* NUMBERS, 2012, p. 131).

Mais adiante, no contexto das guerras de unificação italiana no século XIX, ganhou força na própria Itália a ideia de que a Igreja Católica movia oposição aos avanços da modernidade como reação à sua perda de poder, notadamente devido ao fato de que a formação do novo país tirava dela os territórios dos Estados Papais. Prova disso seriam os pronunciamentos do Concílio do Vaticano I (1869-1870) e a longa encíclica *Providentissimus Deus*, de 18 de novembro de 1893.

ideia de conflito entre ciência e religião, jogando luz sobre como a visão construída sobre Galileu foi mudando com o tempo, bem como a ideia que se tem do significado de seu julgamento para a relação entre ciência e religião. Finocchiaro defende que, ao fim, o julgamento de Galileu deve ser entendido não como um exemplo de conflito entre fé e razão (ou teólogos e cientistas), mas entre conservadores e tradicionalistas de um lado, e progressistas ou inovadores de outro, vencido, neste caso, pelos conservadores (p. 16), fazendo eco às produções mais recentes da historiografia das ciências que relativizaram as conotações religiosas deste julgamento, e da construção da imagem de Galileu como um mártir da ciência moderna.

Os pronunciamentos do Primeiro Concílio, além de reafirmarem a infalibilidade papal perante assuntos éticos e morais, promoveram um ataque mordaz ao pensamento científico laico:

Declarações de guerra do mesmo tipo – que não admitiam compromissos – vieram do outro lado, como essa proclamação do Primeiro Concílio do Vaticano:

Que seja anátema...

Todo aquele que disser que milagres não podem ser provocados ou que nunca podem ser conhecidos com certeza e que a origem divina da cristandade não pode ser provada por eles...

Todo aquele que disser que as ciências humanas devem ser investigadas com tamanha liberdade que se pode tomar suas afirmações como verdadeiras, mesmo quando opostas à doutrina revelada.

Todo aquele que disser que às vezes, no progresso da ciência, as doutrinas expostas pela Igreja devem ser interpretadas de maneira diferente daquela que a Igreja sempre adotou e ainda adota.

Palavras fortes, sem dúvida. Mas lembrem-se de que esses ataques de ambos os lados refletem a realidade política de uma época específica [...] e não as necessidades lógicas de argumentos imutáveis e coerentes (GOULD, 2002, p. 96).

É possível imaginar que as declarações do Concílio tenham proporcionado alívio a quem se sentia preocupado quanto aos rumos que a ciência vinha tomando por ser zeloso da fé cristã, ou ainda, por não as conhecerem satisfatoriamente. No entanto, entre muitos acadêmicos, tal posicionamento foi visto como prova de obscurantismo e do inevitável conflito entre ciência e religião, proporcionando o clima intelectual que, em conjunto ao contexto político da unificação italiana, alçou as figuras de Galileu e Giordano Bruno à posição de mártires da ciência (PRINCIPE, L. *in* NUMBERS, 2012, p. 127).

A encíclica *Providentissimus Deus* não contribuiu muito para melhorar a imagem da Igreja Católica perante seus opositores. Nela, o papa Leão XIII critica o exercício da ciência apartado do cuidado e respeito às Escrituras, classificando a ciência estritamente laica e que move ataques à fé como sendo uma falsa ciência, e subordinando reiteradamente a ciência à Bíblia (LEÃO XIII, 1893). No entanto, esta mesma encíclica exorta os teólogos e clérigos a

conhecerem profundamente a ciência laica e a crítica histórica à Bíblia, não só para que possam construir melhores argumentos em defesa da fé, mas para que consigam produzir interpretações mais adequadas de passagens bíblicas que pareçam obscuras à luz de novas descobertas científicas amplamente comprovadas. Assim, percebe-se que, mesmo em um momento de ataques contundentes à ciência, a Igreja não deixa de exortar seu uso, desde que alinhado aos seus ideais, configurando não um ataque ao fazer científico em si, mas àquela parte dele contrária aos preceitos católicos.

De todo modo, as críticas lançadas à Igreja e aos intelectuais católicos no sentido de questionar a limitação imposta à investigação científica levaram o Vaticano a perceber que continuaria a perder prestígio perante a opinião pública se não abrisse mais espaço à ciência, o que o levou a iniciar um processo mais claro de aproximação. Segundo Brooke (2003, p. 290), entre 1888 e 1900 foram realizados cinco congressos internacionais de cientistas católicos, cujas falas foram paulatinamente defendendo a neutralidade dos cientistas em relação ao pensamento religioso, posição também encontrada na encíclica *Providentissimus Deus* e que vai de encontro à ideia dos magistérios não-interferentes:

Não haverá nenhuma discordância real entre o teólogo e o físico enquanto ambos se mantenham em seus limites, cuidando, segundo a frase de Santo Agostinho, ‘de não afirmar nada ao acaso e de não dar por conhecido o desconhecido’. Há uma regra escrita pelo mesmo Doutor sobre como há de se comportar o teólogo se, mesmo assim, houver discrepância: “Tudo que em matéria de eventos naturais pode nos ser demonstrado com razões verdadeiras, provemos que não é contrário às nossas escrituras; mas o que tirarem de seus livros que sejam contrários a nossas Sagradas Letras, ou seja, à fé católica, demonstremos ou, pelo menos, creiamos firmemente que é falso’. Para que entendamos bem a justiça desta regra, se há de considerar em primeiro lugar que os escritores sagrados, ou melhor, o Espírito Santo, que falava por eles, não quis ensinar aos homens estas coisas (a íntima natureza ou a constituição das coisas que se veem), já que isto de nada serviria para sua salvação, e assim, mais que intencionar propriamente a exploração da natureza, descrevem e tratam destas mesmas coisas, em sentido figurado ou segundo a maneira de falar daquele tempo, ainda hoje vigente para muitos assuntos da vida cotidiana até entre os homens mais cultos. E como a maneira vulgar de nos expressarmos enfatiza antes de tudo o que recai sobre os sentidos, de igual modo o escritor sagrado – e já o advertiu o Doutor Angelico – ‘se guia pelo que aparece sensivelmente’, que é o que o próprio Deus, falando aos homens,

quis fazer da maneira dos homens para ser entendido por eles. (LEÃO XIII, 1893. Tradução livre).

Tal posicionamento vai de encontro à ideia, defendida na introdução deste trabalho, de que a Igreja Católica não poderia, por seu alcance cultural e para sua sobrevivência, simplesmente ignorar as novas informações trazidas à luz pela ciência, nem mesmo as mudanças que a sociedade e economia mundiais estavam vivendo. Assim, tenta uma política de conciliação sempre que possível, ainda que tal política a aproxime, muitas vezes perigosamente, da ideia que ficou conhecida como “Deus das lacunas”, ou seja, quando se usava explicações baseadas na fé ou no sobrenatural para preencher os vazios de conhecimento deixados pelo saber científico. Tal prática, observável desde antes do Iluminismo (nos escritos de Isaac Newton, por exemplo), estava sempre sujeita a permitir que a religião perdesse mais de seu espaço conforme a ciência avançava, mas foi muitas vezes empregada para que religiosos, inclusive os católicos, pudessem manter suas posições:

[...] é importante observar que as conclusões científicas, embora provisórias, foram muitas vezes utilizadas pelos apologistas da religião para atingir os seus próprios fins. As pressões para proteger a sua autoridade foram por vezes sentidas tão intensamente que eles se apropriaram da ciência mais avançada para demonstrarem a vitalidade da sua posição. Em alguns casos, depararam com mais dificuldades por adoptarem inovações científicas do que se se tivessem oposto a elas (BROOKE, 2003, p. 8).

O século XX viu a Igreja Católica refundar sua academia de ciências e adotar de forma cada vez mais clara a ideia de que ciência e religião podem conviver pacificamente, principalmente após o Concílio Vaticano II (1962-1965), que adotou em geral posições mais progressistas. Mas ainda antes disso, na encíclica *Humani Generis*, de 1950, o papa Pio XII já descrevia a teoria da evolução e as novas descobertas científicas, em geral, como sendo sistemas explicativos dignos de conhecimento e discussão, reconhecendo que podem conter verdades, ainda que permaneça condenando a intromissão da ciência em assuntos estritamente teológicos e que continue defendendo que as verdades presentes nas Escrituras não devem ser postas em causa (PIO XII, 1950). Ao final, Pio XII mais uma vez defende a abordagem da situação de acordo com a ideia dos magistérios não-interferentes ao se dirigir aos cientistas submetidos à Igreja:

Esforcem-se com todo o alento e emulação por fazer avançar as ciências que professam; mas, evitem também ultrapassar os limites por nós

estabelecidos para salvaguardar a verdade da fé e da doutrina católica. Às novas questões que a moderna cultura e o progresso do tempo suscitaram, apliquem sua mais diligente investigação, entretanto, com a conveniente prudência e cautela; e, finalmente, não creiam, cedendo a um falso "irenismo", que os dissidentes e os que estão no erro possam ser atraídos com pleno êxito, a não ser que a verdade íntegra que está viva na Igreja seja ensinada por todos sinceramente, sem corrupção nem diminuição alguma (PIO XII, 1950).

A adoção da ideia dos magistérios não-interferentes vai se tornar o padrão da Igreja Católica, que buscará comprovar tal posicionamento a partir da nomeação de cientistas não católicos ou mesmo ateus para a Pontifícia Academia de Ciências. Mais do que a adoção de uma saída diplomática, tal posicionamento reflete também a formação acadêmica do alto clero católico, após décadas de exposição a teorias científicas paradigmáticas. Há também que se considerar que, ao longo do século, a Igreja Católica no Ocidente foi ficando cada vez mais afastada dos principais holofotes políticos, e talvez a instituição tenha sentido a necessidade (ou a liberdade) de abordar as questões científicas de maneiras mais expressas. Esta mudança de abordagem, que pode tocar a teologia em inúmeros momentos, parece ser um movimento esperado e praticamente inevitável:

Por mais decisivas que sejam as influências sociais, econômicas e políticas sobre uma ética religiosa, em um caso específico, adquire essencialmente sua peculiaridade a partir de fontes religiosas e, primordialmente, do sentido de sua pregação e de sua promessa. Com frequência, essas pregações e promessas já são reinterpretadas basicamente pela geração seguinte. As reinterpretações adaptam a doutrina às necessidades da comunidade religiosa. Quando isso ocorre, o comum é que as doutrinas religiosas sejam adaptadas às necessidades religiosas. Outros âmbitos de necessidades só poderiam determinar uma influência assessoria; todavia, com frequência ela se torna manifesta e, às vezes, é essencial (WEBER, 2010, p. 12).

Nas últimas décadas, a atuação mais marcante da Igreja Católica se relaciona às discussões éticas em torno das fronteiras e usos do conhecimento humano, além de questões relacionadas ao meio ambiente e ao trabalho escravo. O alcance que a instituição ainda tem a nível global é enorme: o Vaticano é um Estado com soberania reconhecida pela ONU, mantendo relações diplomáticas com 180 países (VATICANO, 2017). Dados de 2013 contavam 17,5% da população mundial entre seus fiéis, e mais de um milhão de membros entre

homens e mulheres (RADIO VATICANA, 2013). Segundo Berger (1999, p. 20), no fim da década de 1990, a Igreja Católica coordenava ao redor do mundo mais de 2,4 mil dioceses, 172,8 mil instituições educacionais dos mais variados níveis, e cerca de 105,1 mil instituições de assistência social, como orfanatos, hospitais e asilos. Uma instituição deste porte certamente será permeada por discussões, contradições e dissensões internas que serão rotineiramente constatadas, também no que tange à sua relação com a ciência. Como bem observou Gould (2002, p. 60-61),

Por razões indefensáveis de ignorância e estereótipos, as pessoas que não são criadas segundo a tradição católica romana tendem a ver o papa como um símbolo arquetípico de um tradicionalismo dogmático que deve ser, por definição, hostil à ciência. Doutrinas de infalibilidade, pronunciamentos *ex cathedra* e assim por diante, combinados com amarras excessivas de vestuário e ritual (anteriormente, e formalmente, conduzido em um latim incompreensível), tendem a reforçar esse estereótipo entre pessoas que não entendem de fato seu significado e função.

[...] um jesuíta inglês [...] me ensinou que sua Igreja, no melhor dos casos e em suas próprias palavras, “é uma gigantesca sociedade em permanente debate”. Os pronunciamentos papais podem evitar maiores desacordos oficiais e públicos, mas o diálogo interno nunca cessa.

CAPÍTULO 2. COSMOLOGIA: DESENVOLVIMENTO E CONTROVÉRSIAS

2.1 A importância da controvérsia para o avanço científico

Muitos fatores contribuem para a formação de uma concepção popular de ciência como um campo que expressa as verdades inegáveis das mais variadas esferas do saber humano: a maneira como a imprensa divulga temas científicos, a forma como a ciência aparece nos livros escolares, a ignorância do público e mesmo de alguns cientistas sobre o desenvolvimento histórico geral da ciência e do campo em que atuam especificamente.

No entanto, a historiografia, a sociologia e a filosofia que se dedicam ao estudo da ciência vêm há décadas demonstrando que o desenvolvimento científico não corresponde a uma linha reta que conduz a um avanço inexorável e independente de qualquer fator externo à própria ciência. Nesse sentido, Arthur Koestler (1989), ao estudar o desenvolvimento da cosmologia europeia, demonstra que este processo se assemelha muito mais ao “caminhar de um sonâmbulo”: caminha-se, ainda que sem direção certa e nem sempre adiante. Talvez não fosse temerário aplicar esta ideia também ao desenvolvimento de outros campos científicos, ou da própria ciência: não é possível pressupor que todos os aspectos da evolução do pensamento humano não tenham conhecido o erro, interpretações divergentes ou sido afetados pela ausência de dados e informações corretas, ainda que o fim último deste processo possa ser considerado a busca pela verdade – considerando-se aqui que a verdade possível e válida, como expressão fiel da realidade, pode obviamente variar de acordo com o contexto histórico, intelectual e político de determinado período ou local. Ainda neste sentido, a verdade de uma teoria pode ser válida para uma escala ou situação determinadas, e não para outras (como é o caso das mecânicas newtoniana e relativística, por exemplo).

Controvérsias científicas correspondem ao embate destas diferentes interpretações da realidade que os fatos apurados possibilitam. Não se trata aqui apenas de uma simples discordância de visões, mas sim de conjuntos diferentes de argumentos e teorias que explicam de maneira relativamente satisfatória os dados analisados, e que gozam de certo apoio dentro da comunidade do campo científico em questão. Embora seja comum a existência de críticas aos paradigmas científicos, nem sempre estas críticas poderão ser entendidas como

controvérsia: a ausência de novos argumentos explicativos ou a falta de apoio de uma parcela expressiva do campo em questão costumam ser indicativos de apontamentos que não comprometem a estrutura da teoria paradigmática nem são suficientes para propor uma nova - embora, aqui, possa-se correr o risco de adiar discussões com potencial de revolucionar o campo em questão:

[...] a ciência normal com frequência suprime novidades fundamentais, porque estas subvertem necessariamente seus compromissos básicos. Não obstante, na medida em que esses compromissos retêm um elemento de arbitrariedade, a própria natureza da pesquisa normal assegura que a novidade não será suprimida por muito tempo. [...] Dessa e de outras maneiras, a ciência normal desorienta-se seguidamente. E quando isso ocorre – isto é, quando os membros da profissão não podem mais esquivar-se das anomalias que subvertem a tradição existente da prática científica -, então, começam as investigações extraordinárias que finalmente conduzem a profissão a um novo conjunto de compromissos, a uma nova base para a prática da ciência. (KUHN, 2013. p. 65)

Embora as contestações possam contribuir para depurar as verdades que uma determinada teoria defende, nem sempre será este o caso:

Esponaneamente, como as mutações, surgem novas ideias, cuja grande maioria não passa de teorias inúteis, equivalentes às anomalias biológicas sem valor de sobrevivência. Há uma luta constante pela sobrevivência entre teorias rivais, em todos os ramos da história do pensamento. O processo de ‘seleção natural’ possui, também, o seu equivalente na evolução mental; entre a multidão de novos conceitos que emergem apenas sobrevivem os bem adaptados ao *milieu* intelectual do período. (KOESTLER, 1989. p. 360)

Também é necessário considerar que os campos científicos são subordinados a relações de poder internas e externas a eles (financiamento, relações pessoais, implicações políticas, etc.), o que não nos permite descartar sua influência sobre a criação ou definição de controvérsias:

De fato, o mundo da ciência, como o mundo econômico, conhece relações de força, fenômenos de concentração do capital e do poder ou mesmo de monopólio, relações sociais de dominação que implicam uma apropriação dos meios de produção e de reprodução, conhece também lutas que, em parte,

têm por móvel o controle dos meios de produção e reprodução específicos, próprios do subuniverso considerado. (BOURDIEU, 2004. p. 34)

Além disso, campos científicos, na tentativa de se defender da dispersão infrutífera de recursos e energia, muitas vezes criam mecanismos de autopreservação de suas teorias paradigmáticas:

“Ora, se é verdade [...] que muitos fatos só se manifestam à luz de teorias alternativas, recusar-se a examinar essas alternativas *resultará em afastar, ao mesmo tempo, fatos potencialmente refutadores*. [...] Firmemente convencido de que só há uma microfísica adequada, o físico tentará valer-se dos termos dessa teoria para explicar fatos a ela antagônicos e não dará grande atenção à circunstância de essas explicações se mostrarem, ocasionalmente, um tanto impróprias. Logo a seguir, os desenvolvimentos havidos passam a ser de conhecimento geral. [...] ocorrem aplicações em campos remotos, auxílio financeiro é dado ao ortodoxo e negado aos rebeldes. Mais do que nunca, a teoria parece possuir largo fundamento empírico. A possibilidade de considerar alternativas parece reduzidíssima. (FEYERABEND, p. 54 – grifos do autor).

Feitas estas considerações, de que maneira podemos entender a contribuição da controvérsia científica para o avanço da ciência?

Historicamente, em ambientes intelectuais que permitem o embate de ideias, diferentes interpretações de dados e fatos possuem não só o papel de enriquecer o rol de possíveis explicações. Essencialmente, o papel da divergência é o de propor desafios e questionamentos às teorias que se batem, gerando como consequência a revisão de resultados e análises, além do esclarecimento de pontos frágeis que tais teorias venham a possuir. Tal papel é obviamente de suma importância para a depuração e enriquecimento de uma teoria científica, embora não se pretenda que uma única teoria dê conta de explicar todos os dados que a natureza e a realidade fornecem. Sendo assim, é possível considerar que é principalmente a partir do contato com as divergências que a ciência é capaz de enriquecer seu repertório explicativo e, em última instância, progredir:

[...] as controvérsias existem, elas são o motor do progresso científico, mas ficam ocultas, conhecidas apenas por integrantes das elites científicas e mesmo assim, não por todos. Se a ciência e seus intérpretes calam as controvérsias, optando pela inquestionabilidade dos dogmas, ela se torna um

instrumento do *status quo* contra as mudanças, em suma um instrumento reacionário do poder. Ao contrário dos dogmas religiosos, a ciência deve ir se livrando de dogmas e explicações insatisfatórios. (MAGALHÃES, 2015, p. 41)

A disputa entre as teorias do Big Bang e do Estado Estacionário, que marcaram a cosmologia entre as décadas de 1950 e 1960 é um exemplo claro do quanto uma controvérsia pode contribuir para o desenvolvimento não só de uma teoria, mas de todo um campo científico. Até a década de 1950, embora o Big Bang fosse a teoria cosmológica de maior aceitação entre os astrônomos, ainda possuía muitos pontos que despertavam dúvidas e críticas, derivadas principalmente da insuficiência de dados observacionais que comprovassem seus pressupostos. A própria cosmologia era encarada pelos astrônomos como um campo especulativo da astronomia, praticamente apartado do que as observações até então poderiam provar, se tornando por isso uma área propensa à existência de controvérsias e reinterpretação de dados. Foi neste contexto que os teóricos do Estado Estacionário lançaram questionamentos essenciais aos pontos críticos do Big Bang. É claro que não se pode creditar somente a estes críticos todo o desenvolvimento que a teoria alcançou ao longo destas duas décadas, mas não é possível desconsiderar sua contribuição para o refinamento e depuração da teoria, principalmente à luz das novas conquistas e descobertas técnicas que surgiram a partir do final dos anos 1950.

Ainda é preciso considerar que, a despeito de o Big Bang ter se tornado a teoria cosmológica paradigmática, ainda assim não está livre de controvérsias e revisões: exemplo claro disso é a Constante Cosmológica, proposta por Einstein e depois descartada por ele mesmo, mas que voltou a ser considerada novamente no final dos anos 1990, quando da descoberta das taxas atuais de aceleração da expansão do Universo. Associada ao conceito de energia escura, a Constante Cosmológica de Einstein ocupa hoje lugar de destaque entre os campos mais estimulantes de estudo cosmológico.

A cosmologia acaba por se tornar então um exemplo bastante frutífero do quanto a interação entre diferentes interpretações da realidade pode se tornar um dos principais motores para o desenvolvimento de um campo científico, não só pelos dados acumulados sob os diferentes ângulos de atuação do cientista, mas pelo próprio desafio que os questionamentos gerados pela diferença de interpretação podem promover.

2.2 Cosmologia e concepções de mundo

Olhar para o céu e tentar entender o comportamento dos astros tem sido uma das grandes ocupações do ser humano ao longo da história: um dos elementos encontrados com mais frequência entre os diferentes grupos humanos é a construção de narrativas que expliquem o surgimento e o funcionamento do céu e do universo, às quais damos genericamente o nome de cosmologias. Chamamos de cosmologias míticas as concepções primitivas sobre o universo que envolvem a atuação de entidades sobrenaturais como protagonistas na criação de tudo que há ou na organização de uma matéria já existente. Atualmente, cosmologia também é o nome dado ao ramo da astronomia que promove “o estudo da estrutura em larga escala do Universo, sua formação e evolução” (COSTA, R., in FRIAÇA et al., 2008, p. 227), campo científico no qual elementos religiosos já não exercem papel algum em seu discurso paradigmático.

Entretanto, as diversas cosmologias já criadas, das mais primitivas à mais recente, não dizem respeito somente ao céu ou ao universo: também dizem respeito a qual lugar o homem se vê ocupando neste mesmo universo – e como consequência, quais relações ele deve estabelecer com a natureza, com o sobrenatural, com sua comunidade. Talvez não seja obra do acaso que, na cosmologia europeia, a expulsão do homem do centro da Criação e sua classificação como um ser insignificante perante a escala do universo tenha sido seguida pela destituição quase completa do sobrenatural das narrativas cosmológicas: que papel pode ser exercido pelo divino em um sistema ordenado por leis naturais? Que importância tem, ou quanto da atenção divina merece, um indivíduo entre muitos que habitam um planeta em órbita de uma estrela entre milhares – ou milhões – das que podem ser vistas no céu noturno? Talvez desprovido da assistência – e da vigilância – pessoal de um ser divino que precisa dar conta de um universo de tamanho inimaginável, quanta liberdade este indivíduo deve empregar em sua relação com a natureza e com seu semelhante? Ao fim, muitas pessoas terão então pensado que o universo sequer precisa de entidades sobrenaturais para existir.

No entanto, não é intenção deste trabalho defender que a cosmologia contemporânea não guarda em si nada de religioso. Entre as primeiras críticas que a teoria do Big Bang enfrentou, estava a alegação de que um de seus criadores, o padre belga Georges Lemaître, estaria na verdade tentando legitimar o discurso do Gênesis. Seria esta crítica completamente destituída de verdade? Quanto da ideia de destino e intervenção divina poderiam ser encaixados sob o Princípio Antrópico forte, tal como o definiram Barrow e Tippler? Ainda que a

cosmologia contemporânea seja fortemente calcada em equações, dados observáveis e previsões teóricas que se confirmam, é muito improvável que seus pesquisadores estejam completamente imunes a concepções religiosas que possam por ventura afetar seu trabalho, ainda que não as reconheçam ou assumam.

Também devemos considerar a relação entre o leigo e a cosmologia. Ainda é muito comum que pessoas acreditem que as disposições planetárias e estelares tenham alguma influência sobre a construção de sua personalidade e o andamento de sua vida. Nestes casos, a influência de uma herança religiosa milenar é clara, ainda que se dissemine de maneira sutil pela sociedade. No entanto, a Astrologia recebe críticas abertas. Talvez fosse mais frutífero pensar a permanência da religiosidade em cosmologia quando se considera concepções sobre a origem e evolução do universo. Não é absolutamente incomum encontrar mesmo entre pessoas bem instruídas aquelas que, por fé ou por dificuldade de compreensão das teorias paradigmáticas, preferem negar evidências científicas e atribuir ao sobrenatural a criação do universo e das criaturas existentes em nosso planeta (COLLINS, 2007). Tais situações somente demonstram o quanto a ciência é lenta ao penetrar a sociedade, e o quanto o ser humano é capaz de manter estruturas de pensamento que lhe façam mais sentido, ainda que existam alternativas cientificamente mais plausíveis.

Para além da busca de um ponto de separação entre religião e ciência em cosmologia, intencionamos aqui traçar um panorama de como tais campos interagiram, desde as principais ideias desenvolvidas pelos gregos, passando pelas concepções medievais e modernas, até que possamos discutir as principais controvérsias cosmológicas do século XX, chegando por fim aos estudos em Astrobiologia desenvolvidos nas últimas décadas.

2.3 Um breve histórico

Os gregos foram um dos povos antigos a dar o passo determinante para o desenvolvimento da ciência racional ao buscar explicar a natureza sem recorrer necessariamente ao sobrenatural. Entre os diversos assuntos aos quais se dedicaram nesta empreitada, a cosmologia e a astronomia receberam atenção central, e muitas foram as versões criadas para explicar a disposição e movimentos dos astros. Estas versões são interessantes para este trabalho porque demonstram como concepções que se assemelham mais à verdade podem

ser derrotadas por outras que possuam um melhor conjunto argumentativo, além de oferecerem um dos primeiros exemplos registrados de controvérsia científica.

Tales de Mileto (c. 623-c. 547 a.C.) foi o primeiro filósofo conhecido a questionar de que matéria-prima fundamental a natureza era feita, e qual o processo de formação do universo. Sua resposta inicial, a água, é menos importante do que o significado do tipo de pergunta feita, dirigida não mais aos deuses, e sim à natureza. Seu discípulo, Anaximandro (c. 610-c. 547 a.C.), foi pioneiro ao conceber um universo mecânico que tinha como matéria-prima não um elemento comum, mas sim o *a-peiron*, ou *ilimitado*, substância indestrutível, eterna, sem propriedades definidas, da qual todas as coisas nascem e para a qual todas retornam. Tal concepção resultou na ideia de um universo de infinita extensão e duração, no qual o centro é ocupado pela Terra, uma coluna cilíndrica que flutua no ar e é cercada por camadas concêntricas possuidoras de orifícios que proporcionam a visão a uma camada mais externa, de fogo eterno. Neste sistema, que gira em conjunto ao redor da Terra, os astros não seriam objetos isolados no céu, e sim os buracos nestas camadas que permitiriam a visão do fogo eterno da camada exterior (Figura 3).

Figura 3: O Universo de Anaximandro

Fonte: <<http://www.gea.org.br/historia/2003/postilaleituradoceu.htm>>. Acesso em 13 ago. 16.

Anaxímenes de Mileto (c. 588-c. 524 a.C.), pitagórico seguidor de Anaximandro, defendia que o ar era a matéria primordial, e que a Terra, não mais um disco chato e sim uma esfera flutuante no ar, era circundada por outra esfera de material cristalino, na qual estavam fixadas as estrelas, que correspondiam a emanações de ar incendiado. O sol e a lua seriam material terrestre também emanado, incendiado devido à velocidade de seu movimento. Tal sistema giraria em torno da Terra como um “chapéu na cabeça de uma pessoa”. A concepção de esferas de material cristalino, derivadas dos trabalhos de Anaximandro e Anaxímenes,

pareceram tão coerentes à sua época que permearam as concepções cosmológicas europeias predominantes até a modernidade.

Pitágoras de Samos (c. 570 - c. 495 a.C.) e seus seguidores foram pioneiros ao buscar compreender a natureza através de suas manifestações matemáticas, valor que permeou todo o desenvolvimento científico a partir de então, embora nem sempre seja considerado seu fim último. A partir das relações matemáticas, buscava-se encontrar a harmonia (enquanto a adequação a padrões matemáticos) na natureza e no cosmos. O reflexo desta busca se dá na construção da ideia cosmológica da *harmonia das esferas celestes*: a Terra, entendida não mais como um disco e sim como uma esfera, é circundada por outras esferas de material cristalino às quais estão fixados os astros, cada uma de espessura e velocidade de rotação que corresponderiam a padrões matemáticos semelhantes aos encontrados na escala musical, ideia mais tarde repudiada por Aristóteles e retomada por Kepler, representando “[...] um dos mais assombrosos episódios da história do pensamento, e antídoto para a piedosa crença de ser o Progresso da Ciência governado pela lógica.” (KOESTLER, 1989, p. 13).

Filolau de Crotona (c. 470 – c. 385 a.C.) foi o primeiro dos filósofos gregos a admitir o movimento da esfera terrestre, ainda que não em torno do próprio eixo, e sim em torno de um fogo central eterno (que não deve ser confundido com o Sol), que nunca poderia ser visto pois estaria às costas da parte habitada da Terra. Todo o sistema seria fechado pelas esferas cristalinas. Assim, o movimento dos astros no céu seria resultado da ilusão causada pelo movimento da própria Terra.

Heráclides do Ponto (c. 390-310 a.C.), que se debruçou sobre o problema das órbitas irregulares dos planetas, concebeu um sistema onde a Terra girava em torno do próprio eixo no espaço de um dia. Ao seu redor girariam a Lua e Sol, este último com Vênus e Mercúrio em sua órbita; para além do Sol, estariam as órbitas de Marte, Júpiter e Saturno, e por último as estrelas fixas (Figura 4).

Aristarco de Samos (310-230 a.C.), último dos grandes filósofos pitagóricos, e o primeiro entre os filósofos gregos a defender que o Sol ocupava o centro do universo, com a Terra e os demais planetas a girarem ao seu redor, entendeu que seria mais lógico que os astros menores orbitassem os maiores. Os tamanhos do Sol, da Terra e da Lua foram estimados no único tratado conhecido de Aristarco, *Do Tamanho e da Distância do Sol e da Lua*, onde, embora não chegue a números exatos, seus métodos de cálculo estavam corretos, sendo os erros derivados da precariedade dos instrumentos de observação disponíveis. Nunca foi identificada

Figura 4: Sistema de Heráclides

<http://marcusgusman.blogspot.com.br/2010_03_01_archive.html>. Acesso em 13 ago. 16.

uma obra onde Aristarco defendesse o sistema heliocêntrico, mas este fato é assegurado por documentos preservados de seus contemporâneos e de filósofos posteriores. Apesar da notoriedade mesmo à época em que viveu, Aristarco não teve seguidores de destaque, e a concepção de um sistema heliocêntrico foi abandonada durante mais de mil e quinhentos anos no Ocidente.

Aristóteles (c. 384-322 a.C.), herdeiro de outra escola filosófica, a Platonista, desenvolveu uma imagem de universo que esteve na base da concepção cosmológica ocidental até a Idade Média. De acordo com esta cosmologia, o universo é um conjunto de nove esferas concêntricas, a mais interna das quais seria a Terra. As esferas que se seguiam, formadas por material cristalino e cujas espessuras determinariam a posição dos astros, seriam as esferas da Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter, Saturno, das estrelas fixas e, por último, fechando todo o sistema, a esfera do *Primeiro Motor*, que movimenta todo o conjunto e que foi associada a Deus. A consequência de se posicionar o Primeiro Motor na parte mais externa do sistema é que a Terra está posicionada na região mais afastada dele, e se o Primeiro Motor é o princípio imutável, perfeito, de tudo que existe, a Terra acabou sendo associada ao local suscetível à corrupção e à mudança. A esfera da Lua, também sujeita a mudanças, demarcaria o limite entre o mutável e o imutável, entre o corruptível e o perfeito, localizado nas esferas superiores dos planetas, do Sol, estrelas fixas e Primeiro Motor. Na região sublunar, toda a matéria era composta pelos quatro elementos (terra, ar, água e fogo) capazes de se combinar para formar os materiais que conhecemos. Nas esferas supralunares predominaria o quinto elemento, o *éter*, energia capaz de formar os astros e que mais pura estaria conforme se aproximasse da esfera do Primeiro Motor, e se movimentaria somente em círculos, a forma perfeita. Tal concepção

acabou lançando dificuldades aos astrônomos que, a partir do pressuposto de órbitas circulares, tentaram por quase dois mil anos entender a órbita de Mercúrio.

Tal concepção foi criticada e revista pelos filósofos estoicos. Aquitas de Tarento (428-347 a.C.), por exemplo, lançou o “desafio da lança” para demonstrar o absurdo da ideia de que aquilo que limita o espaço é ele mesmo ilimitado: o que aconteceria com uma lança que, lançada a partir da Terra, atravessasse o universo? Ela ricochetearia ou desapareceria? Tal desafio ilustra a concepção estoica de que, para além das esferas planetárias, estaria um universo onde o conjunto das estrelas fixas era rodeado por um buraco vazio de extensão infinita. Tal concepção não chegará a desaparecer da cosmologia europeia, embora não seja a paradigmática, e chega até o início do século XIX, formando a base da nova astronomia que se desenvolve a partir de então (HARRISON, 1995, p. 35).

O modelo de Aristóteles foi estudado e desenvolvido por cerca de quatrocentos anos por diversos astrônomos, até que Ptolomeu de Alexandria (90-168 d.C.), em sua obra *Almagesto*, sintetizou estas contribuições e enriqueceu-as à luz de suas observações astronômicas e cálculos geométricos. Neste novo modelo, os movimentos planetários são descritos através de combinações dos movimentos circulares entre os corpos orbitantes e orbitados, resultando num sistema que, se por um lado, descrevia de maneira relativamente fiel os movimentos observados dos astros, por outro, necessitava da complicada combinação de quarenta ciclos e epicilos para funcionar (Figura 5). Apesar da complexidade, este foi o modelo paradigmático na ciência europeia até pelo menos meados do séc. XVII (KOESTLER, 1989, p. 39).

Figura 5: Sistema Aristotélico-ptolomaico

Fonte: HARRISON (1995, p. 30).

Por que teriam os gregos optado pelo geocentrismo mesmo após terem percebido que o Sol era determinante para a configuração das órbitas celestes? Mais do que a dependência de instrumentos precários de observação, Koestler aponta que

[Aos astrônomos antigos] O que mais lhes interessava era “salvar as aparências”. O significado original de tão ominosa frase era dever uma teoria fazer justiça aos fenômenos observados, ou “aparências” [...] O astrônomo “salvava” os fenômenos quando conseguia imaginar uma hipótese que resolvesse os movimentos irregulares dos planetas ao longo de órbitas irregularmente formadas em movimentos regulares ao longo de órbitas circulares, **pouco importando que a hipótese fosse verdadeira ou não**, isto é, que fosse fisicamente possível ou não. A astronomia, depois de Aristóteles, torna-se uma geometria-celeste abstrata, divorciada da realidade física. O seu principal alvo é explicar o escândalo de movimentos não circulares no firmamento. Na prática, serve como método para o cálculo de tabelas dos movimentos do sol, lua e planetas; quanto à natureza verdadeira do universo, nada diz. (KOESTLER, 1989, p. 43. Grifo do autor).

A violência e a desordem social decorrentes do processo de queda do Império Romano do Ocidente no século V lançaram seu reflexo sobre as obras de muitos pensadores do período, entre eles Agostinho de Hipona (354-430), o primeiro grande teólogo cristão, que reúne elementos do neoplatonismo comum entre os filósofos de sua época a elementos do Cristianismo em suas *Confissões* e *Cidade de Deus*. Suas obras formaram o norte filosófico da Igreja Católica durante toda a Idade Média, e o momento político conturbado vivido por ele e seus sucessores mais próximos contribuiu para que ganhassem espaço interpretações pessimistas acerca da natureza do homem e das possibilidades que o conhecimento poderia oferecer. Tornada a instituição responsável por reunir a maior parte da produção cultural do período, a Igreja Católica propagará esta visão pessimista pela mentalidade medieval ocidental, além das mesmas reservas nutridas por Agostinho em relação aos sábios pagãos (com exceção de Platão) e à investigação da natureza por simples curiosidade. Como resultado, o conhecimento produzido na Europa Ocidental durante mais de quinhentos anos dialogou menos do que poderia com a herança antiga.

Marcada por tais condições, a cosmologia medieval europeia, embora mantivesse o sistema de Aristóteles e Ptolomeu como paradigma nos círculos intelectuais mais elevados, conviveu também com narrativas que ignoravam estas visões de mundo, como a produzida pelo

monge Cosmas Indicopleustus na obra *Topographica Christiana* (Figura 6), escrita por volta do ano 550:

O Santo Tabernáculo, descrito no Êxodo, era retangular e duas vezes mais longo do que largo; logo, a terra possui a mesma forma, e está situada no sentido do comprimento de Leste a Oeste, no fundo do universo. Circunda-a o oceano [...] e o oceano está rodeado por outra terra, o lugar do Paraíso, e habitação do homem até o dia em que Noé atravessou o oceano, estando agora desabitada. Das extremidades desta terra exterior e deserta se erguem quatro planos verticais, que são as paredes do universo. O teto é um semicilindro repousando sobre as paredes do norte e do sul, o que dá ao universo o aspecto de barraca ou de baú de viagem com tampa curva.

Contudo, o piso, isto é, a terra, não é chato; pelo contrário, inclina-se de noroeste a sudeste, pois está escrito no Eclesiastes I, 5, que “o sol desce e volta ao lugar onde nasceu” (INDICOPLEUSTUS, C., apud KOESTLER, 1989, p. 57).

Figura 6: O mundo segundo Cosmas Indicopleustus

Fonte: < <http://heiup.uni-heidelberg.de/journals/index.php/transcultural/article/view/6127/2962>>. Acesso em 15 ago. 2016.

Devemos aqui observar que, assim como tem sido comum ainda em nossos dias, não se deve supor que o conhecimento predominante nos mais altos círculos intelectuais de uma sociedade estejam acessíveis às camadas populares, seja por falta de divulgação ou de instrução para compreendê-lo. Cosmas Indicopleustus não era um alto clérigo da Igreja Católica, e sim um mercador que percorreu o Oceano Índico e o Mar Mediterrâneo antes de se tornar monge. Seu relato demonstra o conhecimento medieval de que a terra não era chata, e corrobora a noção

de que as concepções cosmológicas mais avançadas são de domínio praticamente restrito aos principais intelectuais de cada período. Nestes círculos, o sistema aristotélico-ptolomaico do universo era complementar à visão de um planeta esférico, cuja porção superior concentrava a parte habitável, representada por um círculo cortado pelo Mar Mediterrâneo e rodeado pelo Oceano (Figura 7), conjunto este derivado da obra *Ethymologia*, de Isidoro de Sevilha (c. 560-636), este sim grande intelectual cristão.

Figura 7: Mapa mundi “OT” baseado na obra de Isidoro de Sevilha

Fonte: <<http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=401&evento=5>>. Acesso em 15 ago. 16

Ao mesmo tempo, nos mundos bizantino e árabe, as obras dos sábios pagãos continuaram a ser estudadas e desenvolvidas, e os ecos deste conhecimento começam a ser ouvidos na Europa após as conquistas islâmicas e as Cruzadas. As novidades propagavam questionamentos sobre a capacidade de interferência de Deus sobre o sistema do universo: Deus poderia ou não atuar a qualquer momento no sentido de mudar as condições vigentes? A Igreja reage em 1227, com as 219 condenações a serem impostas a quem tentasse definir limites ao poder de Deus. Os astrônomos medievais começam então a tentar buscar um sistema que concilie um poder ilimitado como o de Deus com um conjunto que previa movimentos fixos e imutáveis. Neste sentido, em 1440, Nicolau de Cusa (1401-1464) publica seu *Apologia doctae ignorantiae* (*Apologia da douta ignorância*), onde defendeu que Deus, em seu poder onipresente e ilimitado, criou um universo sem quaisquer tipos de limites, sem fronteiras ou centro, dando origem ao corolário: “O universo tem seu centro em toda parte e sua circunferência em parte alguma”, abrindo caminho às concepções posteriores de um universo infinito (HARRISON, 1995, p. 45).

No início de 1542, o polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), então um jovem de 18 anos, foi enviado à Universidade de Cracóvia por seu tio, Lucas Watzelrode, bispo da Igreja Católica. Embora não tenha terminado seus estudos, na Universidade Copérnico teve contato com a teoria desenvolvida por Aristarco de Alexandria, que, ao centrar as órbitas planetárias no Sol, oferecia um sistema mais harmonioso e com cálculos mais exatos do que os possíveis pelo sistema aristotélico-ptolomaico. Uma viagem à Itália, onde o assunto era bastante discutido entre os astrônomos, incentivou Copérnico a dedicar-se ao tema. De volta à Polônia, construiu instrumentos precários de observação, com os quais realizou algumas medições que confrontou com as tabelas de Ptolomeu. Durante anos desenvolveu um sistema heliocêntrico (Figura 8) que descreveu em um manuscrito intitulado “*Um breve esboço das hipóteses de Nicolau Copérnico sobre os movimentos celestes*”, onde

[Copérnico] Afirma, depois, haver construído um sistema que resolve “esse difícil e quase insolúvel problema” [as diferentes velocidades dos epiciclos dos planetas] de maneira muito mais simples que a de Ptolomeu, contanto que lhe sejam concedidas certas hipóteses fundamentais [...]:

1. Que os corpos celestes não se movem todos em torno do mesmo centro;
2. Que a terra não é o centro do universo, e sim apenas da órbita lunar e da gravidade terrestre;
3. Que o sol é o centro do sistema planetário e, portanto, do universo;
4. Que, comparada à distância das estrelas fixas, a distância da terra ao sol é negligivelmente pequena;
5. Que a revolução diária aparente do firmamento se deve à rotação terra sobre seu próprio eixo;
6. Que o movimento anual aparente do sol se deve ao fato de a terra, como os demais planetas, girar em volta do sol e
7. Que as “estações e retrogressões” aparentes dos planetas se devem à mesma causa.

Em seguida [...] descrevem-se em grosseiro esboço os novos círculos e epiciclos do sol, da lua e dos planetas, mas sem prova e sem demonstrações matemáticas (KOESTLER, 1989, p. 97).

Figura 8215: Sistema Copernicano

Fonte: HARRISON (1995. p. 46).

O manuscrito recebeu pouca ou nenhuma atenção dos acadêmicos aos quais foi enviado. Talvez tenha sido este fato, ou a insegurança sobre os dados de suas tabelas astronômicas, ou a dúvida acerca da plausibilidade da teoria, ou alguma característica própria de sua personalidade, que fizeram com que Copérnico adiasse durante 36 anos a publicação de seu manuscrito, o que só fez sob o obstinado incentivo de seu discípulo Rético. Se Copérnico viu seu livro *De revolutionibus orbium* (*A revolução dos orbes celestes*), publicado em 1543, provavelmente o fez em seu leito de morte. Apesar de sua importância em retrospectiva histórica, a obra teve tiragem e venda bastante baixa ao longo dos anos, o que limita seu impacto entre seus contemporâneos. Segundo Koestler, este curioso fato se deveu à ininteligência argumentativa de Copérnico:

No começo (livro I, capítulo 10), Copérnico afirma: “no meio de tudo fica o sol... o qual, no trono real, governa a família de planetas que giram em torno dele... Encontramos, pois, em tal arranjo uma admirável harmonia do mundo”. Mas no livro III, quando se trata de reconciliar a doutrina com a observação efetiva, a terra já não gira em torno do sol, mas em torno de um ponto do espaço distante do sol cerca de três vezes o diâmetro do sol. Nem tampouco giram os planetas em volta do sol, como qualquer escolar supõe que Copérnico haja ensinado. Os planetas movem-se em epiciclos de epiciclos, não centralizados no sol mas no centro da órbita da terra. Há, portanto, dois “tronos reais”: o sol e o ponto imaginário do espaço em volta do qual gira a terra. [...] a terra, no governo do sistema solar, tem aparentemente a mesma importância que o próprio sol, e é de fato tão importante quanto no sistema

aristotélico ou ptolemaico. [...] As quarenta rodas de cristal sobre rodas de Ptolomeu tinham sido bastante más, mas pelo menos todo o maquinismo era suportado pela terra. A máquina de Copérnico possuía ainda mais rodas e não era suportado pela terra nem pelo sol; não tinha centro físico” (KOESTLER, 1989, p. 130-131).

Se Copérnico não foi pioneiro ao defender um universo centrado no Sol, e ainda que tenha criado um sistema confuso e com erros, guarda o mérito de conseguir conduzir uma conciliação entre duas propostas diferentes num momento de transição de paradigmas científicos.

Em 1576, o astrônomo e matemático inglês Thomas Digges (c. 1546-1595) revisou e reeditou uma versão de um famoso guia astronômico elaborado por seu pai, Leonard Digges (c. 1515-c.1559), *Prognostication Everlasting*, onde incluiu passagens da obra de Copérnico e uma concepção própria de um universo onde as estrelas não estavam fixadas numa esfera, e sim espalhadas pelo espaço infinito (Figura 9). A obra, escrita em inglês e não em latim, foi a responsável por ampliar a disseminação do heliocentrismo nos países de língua inglesa, além de lançar o enigma da escuridão noturna. Digges percebeu que, num espaço com milhões de estrelas, o fato de a noite ser escura e não completamente iluminada demandava explicações (HARRISON, 1995, p. 49). A oferecida por Digges era de que algumas estrelas eram muito pálidas, e sua luz não era capaz de chegar até nós devido à enorme distância entre elas e nosso planeta.

Figura 9216: Sistema de Digges

Fonte: HARRISON (1995. p. 46).

Este enigma desafiou astrônomos ao longo dos séculos, e a solução proposta por Digges é bastante próxima às respostas oferecidas atualmente pelos astrônomos para o desafio, que apontam as enormes distâncias cósmicas e a velocidade limitada da luz como motivos para que não consigamos enxergar a luz de todas as estrelas à noite.

Contemporâneo a Digges e talvez seu leitor, o monge dominicano italiano Giordano Bruno concebe, entre as décadas de 1580 e 1590, a ideia de um universo infinito, no qual as estrelas que avistamos eram sóis organizados em sistemas iguais ao nosso, com planetas habitados em suas órbitas. Neste universo, segundo Bruno, as estrelas eram uniformemente distribuídas e não haveria nenhum centro ou limite, consequência lógica do poder de criação ilimitado de Deus. Salta aos olhos o pioneirismo e o acerto da concepção de universo defendida por Bruno, que se aproxima muito do que sabemos hoje, mas que, no entanto, diferia bastante das ideias defendidas à época, o que pode ser um dos motivos para que suas teorias não tenham sido desenvolvidas pelos astrônomos de seu tempo. Sua condenação à morte na fogueira por heresia, embora seja derivada das concepções teológicas, e não astronômicas, defendidas por Bruno, tornaram-no um mártir da ciência para os defensores da ideia de que a Igreja Católica tentou eliminar qualquer oposição à sua visão de mundo.

Talvez nenhum outro personagem deste cenário de mudança de paradigmas cosmológicos seja tão digno de nota como Galileu Galilei (1564-1642). Inaugurou os estudos de dinâmica dos corpos em movimento, desenvolveu análises de balística de projéteis, construiu instrumentos de observação que permitiram a descoberta das luas de Júpiter, as montanhas lunares, a observação das fases de Vênus (que permitiram provar que este planeta orbita o Sol, e não a Terra) e das manchas solares (indicando que o Sol também rotaciona), lançou contestações à concepção aristotélica da perfeição dos astros e esferas supralunares (a partir da constatação da existência de manchas solares). Em sua obra *Diálogo sobre os dois grandes sistemas do mundo*, de 1632 e escrito em língua vernácula, argumentou a favor do heliocentrismo copernicano contra o geocentrismo aristotélico-ptolomaico. Advertido e posteriormente condenado pela Inquisição, foi alçado à categoria de símbolo máximo da luta entre ciência e religião. No entanto, estudos das últimas décadas demonstraram que a qualidade de mártir não se encaixa bem à figura de Galileu: seus escritos expõem uma argumentação mordaz e muitas vezes ofensiva, que estiveram na origem de seus problemas com a Igreja Católica e que atraíram a antipatia de adversários nos campos científicos em que se envolveu (NUMBERS, 2012).

As notícias sobre a invenção do telescópio serão decisivas sobre a trajetória de Galileu, que antes se ocupava de estudos de mecânica do movimento dos corpos e de balística. Ciente dos princípios de funcionamento do instrumento, Galileu constrói seu próprio telescópio com capacidade de aumento de nove vezes em 1609, e o oferece ao Senado de Veneza para uso militar, o que lhe rende a duplicação de seu salário e a cátedra vitalícia em Pádua (KOESTLER, 1989, p. 254). Aperfeiçoando os próximos aparelhos que construiu, que chegaram a uma duplicação de mil vezes, Galileu direcionou suas observações aos astros. Suas descobertas foram publicadas na obra *Mensageiro das estrelas*, de 1610, que gerou grande impacto entre seus leitores, mas não pelas informações que continha:

Outros tinham visto o que Galileu vira, e até a sua prioridade no descobrimento das luas de Júpiter não está firmado indubitavelmente; entretanto, foi o primeiro em publicar o que viu, e em descrevê-lo em linguagem que chamou a atenção de todos. Foi o efeito cumulativo o causador do impacto; as enormes implicações filosóficas de mais essa abertura de competição do universo foram instintivamente sentidas pelo leitor, apesar de não serem explicitamente enunciadas. As montanhas e os vales da lua confirmavam a semelhança entre a matéria celeste e a terrestre, a natureza homogênea da substância de que é feito o universo. O insuspeito número de estrelas invisíveis tornou uma absurdidade a noção de haverem sido criadas para o deleite da criatura humana, uma vez que só podia vê-las munida de um aparelho adequado. As luas de Júpiter não provaram que Copérnico tivesse razão, mas sacudiram ainda mais a velha crença de ser a terra o centro do mundo em torno do qual girava tudo (KOESTLER, 1989, p. 253-254).

No entanto, as descobertas de Galileu não foram aceitas imediatamente pelos acadêmicos de sua época: poucos tinham o treinamento necessário para manejar de maneira adequada um instrumento tão precário quanto era o telescópio de Galileu, que além do mais não tinha seu funcionamento explicado, lançando dúvidas sobre os dados observados. Foi Kepler quem socorreu Galileu perante as oposições levantadas, corroborando a verdade contida no *Mensageiro*, ajuda esta que Galileu não agradeceu (KOESTLER, 1989, p. 259) – tampouco soube apreciar a produção astronômica kepleriana, mantendo até a morte a confiança nos ciclos e epiciclos copernicanos. Apesar do interesse e da polêmica que suas discussões astronômicas promoveram, foi no campo da dinâmica, com sua obra *Diálogos relativos às Duas Novas Ciências* (1638), que ofereceu bases importantes para o desenvolvimento da física moderna e gravou seu nome como contribuinte para o avanço da ciência.

Johannes Kepler (1571-1630), matemático e astrônomo alemão, considerado um dos pais fundadores da ciência moderna, legou ao mundo uma obra onde concepções místicas se misturam perfeitamente à racionalidade que marcará a ciência contemporânea. Em seu *Mysterium Cosmographicum*, cuja primeira edição foi publicada em 1597, Kepler contempla astronomia, numerologia, a teoria dos sólidos perfeitos de Pitágoras, como modelos de organização do universo, mas os considera todos como probabilidades explicativas para os dados observacionais, inaugurando uma ideia cara ao fazer científico moderno, de que dados e teoria devem estar conjugados. É também nesta obra que Kepler começa a especular sobre as relações matemáticas entre as distâncias dos planetas em relação ao Sol e o tempo de sua órbita. Tais questionamentos resultarão posteriormente na formulação das Leis de Kepler.

Míope de nascença e oriundo de família empobrecida, Kepler enfrentava dois problemas para a continuação de seus estudos astronômicos após a publicação do *Mysterium*: a visão que não o ajudava, e a carência de instrumentos adequados de observação do céu. Ao ser contratado como assistente pelo astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), nobre que tinha à sua disposição os instrumentos mais avançados e caros da época e tabelas de observação bastante completas, Kepler recebeu a incumbência de estudar a órbita de Marte, justamente a que apresentava mais irregularidades. Sua luta de oito anos para entender o comportamento do planeta resultou na produção do *Astronomia Nova* (1609), que descreve as duas primeiras leis de Kepler sobre o movimento planetário: a primeira postula que os planetas descrevem órbitas elípticas com o Sol em um dos focos (Figura 10), e a segunda que a linha que liga o planeta ao Sol percorre áreas iguais em tempos iguais (ou seja, quanto mais próximo o planeta está do Sol em sua trajetória elíptica – periélio –, mais rápida é sua velocidade de translação, e quanto mais afastado – afélio – mais lenta é essa velocidade).

Figura 10217: Estudo das órbitas planetárias em *Astronomia*

Fonte: <http://ecommons.udayton.edu/rosebk_images/78/> Acesso em 18 ago. 2016.

Foram as primeiras “leis naturais” no sentido moderno: afirmações precisas, verificáveis, sobre relações universais governando fenômenos particulares, expressas em termos matemáticos. Separaram a astronomia da teologia e casaram a astronomia com a física. Finalmente, puseram cobro ao pesadelo que havia perseguido a cosmologia nos dois últimos milênios: a obsessão de esferas girando sobre esferas. E substituíram-na por uma visão de corpos materiais, semelhantes à terra, flutuando livremente no espaço, movidos por forças físicas que agem sobre eles (KOESTLER, 1989, p. 215).

Concomitantemente à *Astronomia Nova*, Kepler também desenvolveu estudos sobre ótica, e posteriormente ofereceu ao mundo a fundação de uma nova ciência, a dióptrica, que estuda a refração da luz por lentes, com base nos telescópios desenvolvidos por Galileu. Mais tarde, em 1619, publica o *Harmonice Mundi*, onde expõe sua terceira lei: os períodos de translação dos planetas são proporcionais à distância a que eles se encontram do Sol. Estava findada para Kepler e seus adeptos a ideia de que o universo não poderia ser uma construção arbitrária, e estavam abertas as portas para a percepção da gravidade. Ainda assim, Kepler é mais um exemplo de como as grandes mentes da ciência não são capazes de se libertar completamente da mentalidade científica de seu tempo: o astrônomo manteve até o fim a crença em um universo limitado, cuja última fronteira seria a camada de estrelas fixas, como sustentou em sua última obra, *Epítome da astronomia copernicana* (HARRISON, 1995, p. 65), cujos volumes foram publicados entre 1617 e 1621.

Esclarecido o problema das órbitas planetárias, ganha foco a questão de como os corpos celestes se mantinham em suas órbitas. Kepler, aceitando o estudo sobre magnetismo publicado por William Gilbert (1544-1603) em 1600, defendeu que o Sol mantinha os planetas em suas órbitas através da atração magnética que exercia sobre estes planetas. Sobre este assunto, o filósofo René Descartes (1596-1650) ofereceu uma visão diferente: rejeitando a existência do vácuo e de forças exercidas entre corpos distantes sem que haja qualquer tipo de contato, concebeu um universo ilimitado cuja matéria inicial foi criada por Deus, que também imprimiu movimento ao sistema, mas a partir deste momento, as leis naturais vigorariam para que o universo se organizasse sem interferência divina. A matéria inicial, pulverizada em partículas maiores e menores, acabou se agrupando em grupos de partículas que giravam em torno de um centro comum, formando turbilhões que preenchem todo o espaço e não deixam lugar ao vácuo. Os turbilhões, ou vórtices, de diferentes tamanhos e elementos, formariam os planetas e as estrelas, por fim se organizando em sistemas inteiros cujos espaços aparentemente vazios

continuavam preenchidos por uma nuvem rarefeita, ou fluido, destas partículas iniciais, e seria a interação entre os diversos vórtices a responsável pela estabilidade do universo. Tal concepção materialista atraiu de início muita atenção, mas logo despertou críticas de filósofos espiritualistas que acreditavam possível a ação de forças através de espaços vazios.

Foi a partir do diálogo com a cosmologia cartesiana que Isaac Newton (1643-1727) construiu suas principais suposições sobre o universo e a propagação da luz. Discordante da ideia cartesiana de que não há propagação de forças no vácuo, Newton defendeu que Deus preenchia todo o universo, e seu espírito divino seria capaz de atuar mesmo nos espaços onde não há matéria, ainda que sujeito às leis naturais. A partir dos estudos dos movimentos dos corpos, que mais tarde seriam expostos no *Princípios matemáticos de filosofia natural* (1687), Newton percebeu que todos os corpos no universo se influenciam mutuamente, a partir do exercício de uma força gravitacional proporcional a seu tamanho e à distância entre os corpos, e que essa atração gravitacional explica a interação existente entre as estrelas e os planetas. Partindo deste pressuposto, Newton precisou admitir a existência de um universo de tamanho infinito no qual as estrelas eram uniformemente distribuídas, para que a atração gravitacional uniforme impedisse que o sistema colapsasse. Newton não logrou explicar o que era a força da gravidade, se contentando em perceber como ela agia. Ainda assim, suas teorias da gravitação e do movimento dos corpos se mostraram tão sólidas ao longo dos séculos que Isaac Newton foi alçado ao posto mais alto entre os grandes cientistas da história ocidental até Einstein.

Os estudos de Newton também são um marco nas investigações sobre a luz. Percebendo que a luz branca era na verdade a junção de facho de luzes coloridas (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta) que defletiam a partir de diferentes ângulos de prismas de vidro, Newton deduziu que estes facho possuíam partículas de propriedades diferentes. Também percebeu que esta propriedade da luz interferiria nos telescópios, tentando a partir de então desenvolver modelos que resolvessem o problema.

A obtenção de respostas satisfatórias às questões cosmológicas mais básicas, como a trajetória das órbitas dos planetas e os fatores que mantêm os corpos celestes organizados da maneira que são, além do desenvolvimento de telescópios mais exatos e dos estudos sobre a luz, permitiram que as investigações astronômicas acontecessem a um ritmo muito mais acelerado a partir do século XVIII. Edmund Halley, em 1718, publica na obra *Considerations on the change of the latitude of some of the principal fixt stars* sua constatação de que as estrelas na verdade não são fixas, mas se movem, comparando observações das estrelas Arcturus, Procyon e Sirius realizadas na Antiguidade com as que ele próprio realizara. Em 1750, Thomas

Wright, na obra *An Original Theory or New Hypotesis of the Universe*, defendeu que a Via Láctea era uma camada de estrelas da qual fazia parte o Sol, sendo que tais estrelas não eram fixas, mas se movimentavam orbitando o centro da Via Láctea, e que poderiam existir outras Vias Lácteas a grandes distâncias, tendo por base as manchas enevoadas que podem ser observadas no céu (HARRISON, 1995, p. 123). Estas manchas enevoadas eram as nebulosas, que atraíram a atenção de astrônomos na tentativa de entender se eram uma única estrela enevoadada, ou na verdade um conjunto de estrelas cujo brilho era demasiadamente fraco para serem notadas individualmente, mas que em conjunto se tornavam visíveis.

Immanuel Kant (1724-1804), filósofo prussiano, publicou em 1755 a obra *História geral da natureza e teoria do céu, ou ensaio sobre a constituição e a origem mecânica do universo em sua totalidade, de acordo com os princípios de Newton*, na qual defende que é possível que se chegue a uma explicação sobre a formação do universo com base na física newtoniana. Segundo Kant, a matéria da qual o universo é composto se organizou de acordo com as leis naturais, cuja beleza e ordem que promovem não podem ter surgido a partir do nada, sendo uma forte indicação da existência de Deus e de sua sabedoria (MARTINS, 1994, p. 90). Tal ideia pressupõe que o universo tem um início no tempo. Esta suposição foi melhor desenvolvida por Kant no *Crítica da Razão Pura*, de 1781, em que chega à conclusão que, do ponto de vista do que a razão poderia deduzir, o universo tanto pode ter tido um início no tempo, como ser eterno. Encontramos assim em Kant o prenúncio filosófico da controvérsia entre as teorias do Big Bang e do Estado Estacionário.

Baseado em trabalhos anteriores como o de Thomas Wright, Kant observa que a existência da Via Láctea demonstra que as estrelas não estão distribuídas aleatoriamente pelo firmamento, mas sim organizadas em uma espécie de fina faixa no céu, sendo relativamente poucas as estrelas que se afastam dessa faixa, e este conjunto, do qual o Sol faz parte, estaria rotacionando em torno do centro do conjunto, em um funcionamento parecido com o observado no sistema solar. As nebulosas foram entendidas por Kant como sistemas semelhantes à Via Láctea, localizados a distâncias enormes devido às quais não se conseguia identificar isoladamente as estrelas, mas apenas o conjunto. Também estabelece hierarquias de conjuntos neste universo: os menores conjuntos seriam os planetas com seus satélites, seguido pelas estrelas rodeadas por seus planetas. O próximo conjunto, formado por milhares de estrelas, seriam os das galáxias como a Via Láctea e as nebulosas, que por sua vez poderiam formar sistemas ainda maiores.

Considerando que os corpos do sistema solar e da Via Láctea se localizam aproximadamente num mesmo plano, e que seria improvável que tais semelhanças fossem aleatórias, Kant desenvolve uma teoria sobre a formação inicial destes conjuntos.

Eu suponho que, no começo de todas as coisas, todas as matérias de que são compostos os globos que pertencem ao nosso mundo solar – todos os planetas e cometas, decompostos em sua matéria primordial elementar – enchiam todo o espaço do universo no qual eles atualmente giram. Esse estado da natureza parece ser o mais simples que possa existir, depois do nada, se considerarmos essa ideia em si mesma, sem pensar em nenhuma teoria. Nesse tempo, nada havia se formado. A composição dos corpos celestes, distantes uns dos outros, seus afastamentos e sua forma, que resulta do equilíbrio da matéria reunida, são uma consequência mais tardia. A natureza, imediatamente saída da criação, era tão grosseira e tão sem forma quanto possível. No entanto, nas propriedades essenciais dos elementos que formam o caos, já se pode encontrar o sinal dessa perfeição que eles adquirem de sua origem, pois sua essência é uma consequência da ideia da eterna razão divina. As propriedades mais simples, as mais gerais, que parecem ter sido esboçadas sem nenhuma intenção, nessa matéria que parece ser somente passiva e não ter forma nem organização, têm, desde seu estado mais simples, uma tendência a se transformar em uma constituição perfeita, por um desenvolvimento natural (KANT, apud MARTINS, 1994, p. 95-96).

Por força da atração exercida pela gravidade das partículas, estas acabariam se organizando em aglomerados cada vez mais densos, que iniciaram uma rotação derivada da tensão entre as forças de atração e repulsão³ destas mesmas partículas. Com o tempo, se formariam nuvens de partículas girando em torno de um centro comum, e o efeito da rotação organizaria estas partículas em uma faixa cada vez mais estreita, formando por fim uma espécie de disco fino girando em torno de um centro de densidade maior. Este centro acabaria por originar as estrelas, e a matéria do restante do disco, os planetas e seus satélites (Figura 11). Este mesmo processo explicaria não só a formação do sistema solar, mas das estrelas e galáxias em geral, que deveriam girar em torno de um centro de atração gravitacional fortíssimo, e cuja evolução não tinha ainda terminado – talvez nunca terminasse.

³ A ideia da existência de forças de repulsão deriva da expansão dos vapores e dos gases, não tendo sido desenvolvida por Kant.

Figura 11: A formação do Sistema Solar segundo Kant

Fonte: MARTINS (1994, p. 97).

A cosmologia proposta por Kant começa a se popularizar principalmente a partir do fim do século XVIII, quando sua obra ganha uma segunda edição, melhor distribuída que a primeira, e entrará para a história da cosmologia como uma das grandes contribuições dadas a esta ciência por pessoas que não pertenciam diretamente a ela: “As teorias de Thomas Wright e Immanuel Kant foram de longe mais influentes que as descobertas feitas através de observações astronômicas. Os tempos estavam maduros para que William Herschel [...] restaurasse o equilíbrio entre teoria e observação” (HARRISON, 1995, p. 129).

William Herschel (1738-1822), fabricante de instrumentos musicais nascido no reino de Hanover e radicado na Inglaterra durante a Guerra dos Sete Anos (1756-1763), era astrônomo amador e passou a se dedicar à construção de telescópios nos momentos de lazer, hobby que compartilhava com sua irmã, Caroline (1750-1848). Em 1781, William descobre o sétimo planeta, Urano, feito pelo qual foi nomeado astrônomo real da corte inglesa. Em 1788, junto com a irmã, abandona a carreira musical para dedicar-se inteiramente à astronomia. Esquadrinhando o céu com os melhores telescópios de seu tempo, ambos mapearam a Via Láctea, elaborando um modelo que admitia que o espaço entre as estrelas era vazio (o que significa que o brilho das estrelas não seria esmaecido por nenhum fator) e que todas as estrelas são semelhantes ao sol, portanto, quanto mais fraco o brilho de uma estrela, mais distante ela deve estar. Considerando também que as estrelas são distribuídas de maneira aproximadamente uniforme, o mapeamento da Via Láctea resultou num sistema achatado, com o Sol ocupando uma posição quase central (Figura 12).

Figura 12: A Via Láctea segundo William Herschel

Fonte: HARRISON (1995, p. 130).

O modelo não considerava que o Sol parecia estar no centro da Via Láctea devido à posição de observação a partir da Terra, nem poderia ainda considerar a absorção da luz pela poeira estelar dissipada no espaço.

Estudos posteriores dos irmãos Herschel acerca de estrelas binárias mostraram também que nem todas as estrelas são semelhantes ao sol, além de notar que algumas regiões nebulosas, como Órion, pareciam circundadas por um fluido brilhante não presente em outras estrelas, abrindo espaço à interpretação de que poderiam ser sistemas iguais à Via Láctea, posicionados fora de nossa galáxia e a distâncias enormes.

Em 1785, num artigo “Sobre a construção do céu”, William anunciou que muitas nebulosas podiam ser sistemas distantes, semelhantes à nossa Via Láctea, “razão por que podem ser também chamadas de vias lácteas, como forma de distinção”. Um ano depois, ele escreveu numa carta que “descobrira 1500 universos! ... sistemas siderais inteiros, alguns dos quais podem muito bem suplantam nossa Via Láctea em grandiosidade”. Por alguns anos, suas ideias se assemelharam às de Wright, e ele professou, numa linguagem cuidadosa, a teoria de um universo sem fim, povoado por infinitas galáxias, cada uma semelhante à Via Láctea. (HARRISON, 1995, p. 132).

Entretanto, em mais um exemplo do avanço sonâmbulo da ciência, em sua velhice Herschel mudou de opinião, defendendo que a maioria das nebulosas seriam interiores à Via Láctea. Seus estudos foram a base sobre a qual atuou a astronomia do século XIX, basicamente dominada pela ideia de um universo organizado em uma única galáxia.

Em meados do século XIX, os estudos de espectroscopia de Gustav Kirchhoff (1824-1887) oferecem à astronomia uma nova fonte de obtenção de dados. A partir de suas descobertas, o astrônomo britânico William Huggins (1824-1910) adapta técnicas de espectroscopia e fotografia aos telescópios. Em 1863, divulga a descoberta de que as estrelas

são compostas dos mesmos elementos químicos que a Terra e o Sol. Em 1864, ao analisar o espectro obtido da nebulosa planetária em Draco, percebe que ela é na verdade não um conjunto de estrelas, mas uma nuvem de ar quente, o que concordou com a teoria de Kant, mas acabou por reforçar a ideia de que não existiam mais galáxias fora da Via Láctea. Em 1868, Huggins consegue medir desvios nas linhas espectrais estelares, confirmando a existência do efeito derivado de seu afastamento ou aproximação de nosso planeta, conforme previsto por Christian Doppler em 1843 e Armand Fizeau em 1848.

É também neste século que as concepções evolucionistas do universo começam a surgir, talvez também sob a influência cultural da teoria darwinista, mas sobretudo a partir dos estudos de William Thomson, futuro Lord Kelvin (1824-1907) em termodinâmica, que apontavam para a capacidade de transformação de energia potencial em energia cinética, térmica e mecânica. Considerando tais possibilidades, Kelvin desenvolveu a ideia do universo como um amplo sistema termodinâmico, que se organiza a partir da tendência de estabelecimento de um equilíbrio de temperatura (KRAGH, 1996, p. 43). Estas concepções foram inicialmente aplicadas às especulações acerca da formação dos corpos celestes, e se tornaram ponto de discussão importante nas controvérsias cosmológicas do século XX.

No início do séc. XX, um dos grandes debates que cercavam a astronomia se dava em torno da configuração do universo em uma única ou em múltiplas ilhas (HARRISON, 1995, p. 138 ss.). De acordo com a teoria da ilha única, herdeira dos paradigmas astronômicos do séc. XIX, o universo consistiria em uma galáxia gigante cercada por aglomerados globulares, sendo tal conjunto imerso num espaço infinito e vazio. Tal versão era defendida principalmente por Harlow Shapley (1885-1972), do Observatório Mount Wilson, nos Estados Unidos. Já a teoria das múltiplas ilhas defendia que o universo era um conjunto de galáxias independentes e separadas, distribuídas aleatoriamente pelo espaço infinito, versão fundamentada sobre o avanço nos estudos sobre as nebulosas, que se mostravam aglomerados estelares e não apenas nuvens de gases aquecidos. Heber Curtis, do Observatório Lick, também nos Estados Unidos, era o principal defensor desta proposta. Na década de 1910, com os trabalhos de Henrietta Leavitt, astrônoma da Universidade de Harvard, e Ejnar Hertzsprung, químico dinamarquês interessado em astronomia, foi possível determinar as distâncias das cefeidas (tipo de estrela cujo brilho varia com o tempo) da Nuvem de Magalhães, a partir da adoção de métodos estatísticos que cruzavam o mínimo e o máximo de seu brilho, o tempo (período) levado entre um e outro estágio, e a paralaxe anual do planeta em relação a estas estrelas.

A inauguração do telescópio de cem polegadas no Observatório Mount Wilson em 1908 permitiu que, durante as décadas de 1910 e 1920, Shapley determinasse a distância de vários aglomerados globulares em nossa galáxia, utilizando o método desenvolvido por Leavitt e Hertzsprung, concluindo que tais aglomerados se distribuíam esfericamente em torno de um ponto da constelação de Sagitário. Em 1927, o astrônomo holandês Jan Oort demonstrou que o disco galáctico gira em torno deste ponto (HARRISON, 1995, p. 140), e posteriormente, estabeleceu para ele a distância de 30 mil anos-luz de nós. Shapley e Oort derrubam assim o sistema heliocêntrico, demonstrando que o sol não está próximo ao centro de nossa galáxia, tampouco do universo.

Em 1924, Edwin Hubble (1889-1953), também trabalhando no observatório Mount Wilson, conseguiu medir a distância da nebulosa de Andrômeda, a cerca de um milhão de anos-luz⁴, uma distância muito maior do que o tamanho da Via Láctea, cujo diâmetro é estimado em cerca de cem mil anos-luz. Medições posteriores das distâncias de outras nebulosas, feitas também por Hubble, assim como os cálculos de suas velocidades de deslocamento, além de confirmarem a teoria do universo organizado em múltiplas ilhas, contribuíram para a descoberta de que o universo está em constante expansão. Serão as perguntas derivadas destas constatações que nortearão o desenvolvimento da astronomia e cosmologia posteriores, cujas respostas precisarão da mobilização de um amplo arsenal teórico derivado dos campos da física e da química, além do desenvolvimento de telescópios, lentes, antenas e sondas cada vez mais potentes. Tal jornada, tão desafiadora quanto fascinante, foi capaz de levar a humanidade a avanços tão profundos no conhecimento sobre o funcionamento da natureza e do universo, que o entendimento de tais postulados parece estar fora do alcance de boa parte de nós:

Cada progresso na teoria física, com a sua rica colheita tecnológica, foi comprado por uma perda de inteligibilidade. Mas tais perdas, na folha de balanço intelectual, eram muito menos evidentes que os lucros espetaculares, e encaradas levianamente como nuvens passageiras dissolvíveis pelo próprio avanço. A seriedade do impacto só se tornou aparente no segundo quartel do nosso século, e apenas para os cientistas de espírito mais filosófico, os quais haviam retido certa imunidade contra o que se poderia chamar de nova escolástica da física teórica.

Comparado ao quadro do mundo do moderno físico, o universo ptolemaico de epiciclos e esferas de cristal foi um modelo de sanidade. A

⁴ Hoje estima-se que Andrômeda esteja, na verdade, a cerca de dois milhões de anos-luz.

cadeira na qual estou sentado parece um fato concreto, mas eu sei que estou sentado num vácuo quase perfeito (KOESTLER, 1989, p. 370).

Tais avanços conduziram à formação das teorias cosmológicas do Estado Estacionário e do Big Bang, que até a década de 1960 se digladiaram na busca por desenvolver a explicação mais plausível para a existência de um universo que de repente se tornara muito maior e mais complexo do que o imaginado por qualquer cientista no início do século XIX. Helge Kragh, historiador da ciência dinamarquês, na extensa obra *Cosmology and Controversy*, publicada em 1996, expõe de maneira detalhada o processo de construção destas teorias, enfatizando as contribuições que as críticas mútuas apontadas pelos adeptos de cada uma delas foram capazes de oferecer, gerando assim oportunidades de desenvolvimento e correções para suas versões rivais. Foi o momento de consolidação da cosmologia como um ramo respeitável da astronomia, com bases físicas e matemáticas, que conta com instrumentos de observação avançados, permitindo a construção de um repertório de dados e análises que retiram a cosmologia do campo das especulações, e lançam-na definitivamente ao posto de uma ciência que oferece respostas plausíveis não só sobre o passado de nosso universo, mas também sobre algumas possibilidades de futuro para nosso planeta e para nossa espécie.

CAPÍTULO 3. COSMOLOGIA CONTEMPORÂNEA

3.1 Principais conceitos astronômico-cosmológicos

Teorias científicas mobilizam conceitos que permitem não só uma melhor compreensão de seus fundamentos e argumentações, mas também de seu desenvolvimento, das críticas que sofrem e da maneira como respondem a elas. Por este motivo, consideramos importante expor uma definição qualitativa de alguns destes conceitos, que serão utilizados posteriormente no decorrer do trabalho por fundamentarem as teorias aqui abordadas. Tais definições serão dispostas em ordem alfabética. Não é nossa intenção esgotá-las, nem tampouco oferecer detalhes demasiadamente aprofundados de tais conceitos, tarefa para a qual sem dúvida os estudiosos das áreas específicas são melhor capacitados para levar a cabo.

Desvios para o vermelho

A principal fonte de informação acerca do universo é a luz, que nos chega em diversos comprimentos de onda, desde as maiores, na extremidade vermelha do espectro de luz, até as menores, na extremidade azul. As diferentes faixas de ondas de luz emitidas pelos corpos celestes são derivadas dos elementos químicos que os compõem e, através da espectroscopia, pode-se comparar as emissões dos elementos presentes nos corpos celestes com os resultados obtidos em laboratório. Na década de 1920, os astrônomos perceberam que os espectros de luz emitidos por estrelas fora de nossa galáxia possuíam padrões de emissão iguais aos das estrelas pertencentes à Via Láctea, exceto pelo fato de que seus comprimentos de onda estavam majoritariamente desviados para a região vermelha do espectro. Tal comportamento foi atribuído ao *efeito Doppler*:

Ouça um carro que passa na estrada: à medida que se aproxima, seu motor – ou sua buzina – tem um som mais agudo e, depois que passa e está se afastando, tem um som mais grave. O som do motor ou da buzina é uma onda, uma sucessão de cristas e vales. Quando um carro está correndo em nossa direção, estará progressivamente mais próximo à medida que emite cada crista de onda sucessiva e, portanto, a distância entre as cristas de onda – o comprimento de onda do som – será menor do que se o carro estivesse estacionário. [...] Reciprocamente, se o carro estiver se afastando de nós, o

comprimento de onda será maior e as ondas atingirão nosso ouvido com uma menor frequência. Quanto mais rápido o carro estiver se movendo, maior o efeito; portanto, podemos usar o efeito Doppler para medir a velocidade. O comportamento da luz ou das ondas de rádio é semelhante (HAWKING, 2005, p. 61-62).

Desta maneira, o *desvio para o vermelho* corresponde à diferença entre as ondas de luz medidas em laboratório e as observadas na emissão dos corpos celestes, considerada um efeito da velocidade de afastamento ou aproximação destes corpos em relação ao observador. Tal efeito foi corroborado pelo astrônomo Richard Tolman (1881-1948), que propôs um teste de comparação de brilhos das superfícies de objetos celestes com seu desvio para o vermelho. Ao encontrar na maioria dos objetos analisados uma relação proporcional entre diminuição de brilho e aumento do desvio para o vermelho, tal teste corroborou a interpretação do desvio para o vermelho como efeito da distância de um objeto celeste (ainda que este não fosse um objetivo inicial do teste).

Energia Escura

Grande descoberta do último quartel do séc. XX, a energia escura seria a causa da aceleração da expansão do Universo detectada atualmente:

As medições da relação magnitude-redshift [desvio para o vermelho] para supernovas Tipo Ia revelaram que a expansão do Universo tem acelerado desde que o Universo tinha cerca de metade de sua idade atual. Para explicar essa aceleração a teoria da relatividade geral exige que grande parte da energia no Universo consista de uma componente com grande pressão negativa, que foi chamada de “energia escura”. A existência da energia escura é indicada por várias outras medições. Por exemplo, medições do fundo de microondas cósmico indicam que o Universo é muito aproximadamente espacialmente plano e, por conseguinte, de acordo com a teoria da relatividade geral, o Universo deve ter quase exatamente a densidade crítica de massa/energia. Mas a densidade de massa do Universo pode ser medida a partir de sua aglomeração gravitacional e o resultado encontrado é somente cerca de 30% da densidade crítica. Uma vez que a energia escura não se aglomera no modo usual, ela é a melhor explicação para a densidade de energia “que falta”. (VEIGA, 2015b, p. 350)

Assim como acontece com a matéria escura, os estudos sobre a energia escura representam hoje uma das grandes fronteiras da ciência, devido aos desafios técnicos e teóricos que impõe, oferecendo possibilidades de causar grandes revoluções no que sabemos sobre o universo em um futuro próximo.

Física Nuclear

Ramo da física que estuda a interação entre os núcleos dos átomos, composto por prótons e nêutrons.

Lei de Hubble

Hubble notou que a maioria dos desvios espectrais das galáxias era para o vermelho, o que significa que elas estão se afastando de nós devido ao efeito Doppler. Cruzando as distâncias e os desvios para o vermelho de uma série de galáxias, Hubble percebeu que a velocidade de afastamento das galáxias é proporcional à distância em relação umas às outras. Esta proporção, denominada Lei de Hubble, resultou num diagrama velocidade/distância (Figura 13), a partir da qual pode ser derivada a taxa de expansão do universo (Constante de Hubble, estimada hoje em $67,15 \text{ km s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$, sendo Mpc o equivalente a um milhão de parsecs) e sua idade, estimada em aproximadamente 14 bilhões de anos. É preciso lembrar que tais taxas sofreram correções no decorrer dos anos devido às melhorias nos instrumentos de observação, que oferecem dados cada vez mais precisos, o que afeta as taxas definidas inicialmente por Hubble.

Figura 13: Gráfico da Lei de Hubble

Fonte: < <http://www.das.inpe.br/cosmo/intro-cosmo/node4.html> >. Acesso em 16 ago. 16.

Matéria escura

Detectada no último quartel do séc. XX, seria uma matéria não-bariônica (ou seja, não formada por prótons, nêutrons ou elétrons) cuja composição é ainda desconhecida e que contempla aproximadamente 83% da matéria do Universo (DURRER, 2011, p. 5102).

Física Quântica

O conjunto de teorias físicas e matemáticas usados atualmente para descrever o comportamento dos prótons, nêutrons, elétrons e átomos é a Física Quântica, segundo a qual a energia das partículas de um átomo é restrita a certos valores específicos, o que faz com que os elétrons orbitem órbitas com raios e percursos bem estabelecidos.

Nucleossíntese de elementos químicos

Teorias cosmológicas contemporâneas também devem dar conta de explicar a formação de elementos químicos mais pesados que o hidrogênio, sua concentração e distribuição pelo universo. Os estudos sobre evolução estelar conduzidos a partir da década de 1920 levaram aos questionamentos sobre o processo de formação dos elementos químicos. Inicialmente, entendia-se que os elementos de massa mais leve, como o hidrogênio e o hélio, haviam se formado no início do universo, e os elementos mais pesados teriam sido sintetizados durante a formação estelar ou por processos de fusão nuclear no interior das estrelas, reações a partir das quais a energia estelar seria obtida. O avanço dos estudos nucleares à época da Segunda Guerra Mundial permitiu o desenvolvimento das teorias acerca destes processos de síntese, e George Gamow (1904-1968) foi um dos primeiros astrônomos a incorporar tais desenvolvimentos à cosmologia. Em sua teoria inicial do Big Bang, Gamow foi capaz de explicar satisfatoriamente a formação de elementos de massa atômica até 5, mas apresentava um lapso até os elementos de massa 8 e não oferecia explicação satisfatória para os elementos de massa superior a 8 (KRAGH, 1996, p. 295).

Até meados da década de 1950, as observações e os cálculos relativos à nucleossíntese não favoreciam nem prejudicavam as teorias cosmológicas do Big Bang e do Estado Estacionário. De todo modo, a possibilidade de que nem todos os elementos pesados poderiam ter sua formação explicada pela atividade no interior das estrelas atraiu a atenção de Fred Hoyle (1915-2001), defensor do Estado Estacionário que ofereceu contribuição importante para o estudo de nucleossínteses estelares.

Hoje, entende-se que o hidrogênio e o hélio, de massas atômicas 1 e 2 respectivamente, foram formados ainda durante o processo do Big Bang. Os demais elementos leves, a maioria dos medianos e alguns pesados são formados no núcleo estelar, principalmente a partir da fusão de átomos de hélio e hidrogênio. Os elementos mais pesados que o ferro (massa atômica 26) são formados durante a explosão de supernovas. Mas para a controvérsia cosmológica entre Estado Estacionário e Big Bang, até o início dos anos 1960 a nucleossíntese não oferecia contribuições determinantes, cenário que mudará a partir de então.

Obtenção de dados

Para embasar as teorias astronômicas e cosmológicas, são feitas séries de observações e medições das manifestações dos corpos celestes (cujas informações são obtidas principalmente através da luz e da radiação emitida por estes corpos), além de testes e experimentos em laboratório que simulam o comportamento dos astros, da radiação e dos elementos químicos presentes nestes corpos. Idealmente, os dados obtidos devem estar de acordo com as previsões e previsões que as teorias defendem, mas em alguns momentos, não estão. Eles podem, claro, estar errados. Se estiverem corretos e não concordarem com a teoria, indicam que determinado item da teoria deve ser revisto, mas estas discordâncias sozinhas não costumam invalidar teorias inteiras. Esta situação é ainda mais flagrante na astronomia, já que suas observações são limitadas pela capacidade técnica dos instrumentos de trabalho, problema que não atinge necessariamente a capacidade de construção de teorias.

A dificuldade de testar teorias cosmológicas não deve surpreender. Devido ao objeto de estudo de tais teorias, os testes são necessariamente baseados em observações indiretas e longas cadeias de inferências com amplo espaço de discussão em cada etapa. Os testes cosmológicos nos anos 1950 e 1960 demonstram o quanto os testes são complicados e delicados, e quanto intimamente estão ligados às teorias (KRAGH, 1996, p. 267. Tradução livre).

Paralaxe e parsecs

Paralaxe é a mudança da posição dos objetos celestes no céu em momentos diferentes de observação, o que fornece um meio de definição de distância destes objetos a partir da medição dos ângulos formados pela mudança da posição destes objetos no céu em momentos diferentes durante a observação (Figura 14).

Quanto mais próxima a estrela estiver de nós maior será essa diferença de posição. No entanto, note que mesmo para as estrelas muito próximas a

medida de paralaxe é extremamente pequena. Por esse motivo a paralaxe não é medida em graus mas sim frações de grau que têm o nome de “segundos de arco”.

A paralaxe de uma estrela é a metade do valor do ângulo de deslocamento aparente da estrela. Baseados nessa definição a distância a uma estrela é dada pelo inverso da paralaxe. Se medirmos a paralaxe em segundos de arco a distância será dada em parsecs [unidade: pc] (VEIGA, 2015a, p 107).

Figura 14: Cálculo de paralaxe estelar

Fonte: VEIGA, 2015a, p. 107

Princípio Cosmológico

É um pressuposto básico que considera que, em escalas suficientemente grandes (maiores do que o aglomerado local de galáxias, por exemplo), todos os lugares devem ser iguais. Esta ideia valida os estudos sobre o universo que somos capazes de desenvolver a partir de nossa posição, restrita ao planeta Terra ou a sondas no Sistema Solar.

Tal conjectura baseia-se neste pressuposto, conhecido como Princípio Cosmológico: o Universo é homogêneo e isotrópico. Por *homogeneidade*, entendemos que todos os lugares devem ser iguais (à menos quanto às diferenças em escala local) para um viajante cósmico; por *isotropia*, entenda-se que todas as direções devem ser iguais para um observador imóvel (COSTA, R. D. D., in FRIAÇA, 2008, p. 231 – grifos do autor).

Para os teóricos adeptos ao Estado Estacionário, o conceito adotado era o do *Princípio Cosmológico Perfeito*, segundo o qual, em larga escala, o universo não era apenas homogêneo, mas também imutável.

Problema da escala de tempo

A dedução da idade do universo obtida através da Lei de Hubble desempenhou um papel importante quando do início da controvérsia entre Big Bang e Estado Estacionário (KRAGH, 1996, p. 271). Os primeiros resultados de Hubble, aplicados aos modelos evolucionários de

universo que previam um início deste no tempo, apontavam para uma idade do universo muito inferior à que a Geologia indicava para a formação terrestre, ou que os estudos de evolução química estelar indicavam como tempo necessário para a formação das estrelas. Logicamente, o universo deveria ser mais velho que seus componentes, o que gerou dificuldades para os modelos evolucionários, mas não para a teoria do Estado Estacionário.

Os cálculos de Hubble foram sendo revistos ao longo das décadas, a partir da melhora nos instrumentos de observação. Em 1956, Allan Sandage reestimou a Constante de Hubble, que passou a apontar para uma idade do universo entre 6,5 e 13 bilhões de anos, indo de encontro às estimativas de idade das estrelas mais velhas detectadas então. A partir dos anos 1970, outras possibilidades de medida de idade passaram a ser consideradas, como a radiação cósmica de fundo, que reforçaram as previsões da Constante de Hubble então aceitas.

Quasares

Entre o final da década de 1950 e início de 1960, várias fontes de emissão de rádio começam a ser detectadas, ainda que sem identificação óptica. Cruzando estes dados com catálogos estelares, Thomas Mattheus e Allan Sandage descobriram um objeto óptico de aspecto estelar que poderia ser identificado como a radiofonte 3C 48 (3C designa o terceiro catálogo de radiofontes de Cambridge). Dezenas de objetos semelhantes foram catalogados, e percebeu-se que seus espectros de emissão de luz eram bastante diferentes das demais estrelas ou galáxias, além de possuírem desvios para o vermelho cujos valores indicavam um posicionamento bastante afastado do grupo local de galáxias, indicando estarem a distâncias muito grandes. Tais objetos foram designados como *quasares*, abreviação em inglês de *quase-stellar radio sources*.

[...] os quasares devem ter dimensões de 1 pc ou menos, correspondendo a volumes 10^{12} vezes menores que os de uma galáxia normal. [...].

A morfologia em rádio dos quasares, suas propriedades espectroscópicas, sua estrutura óptica compacta e sua variabilidade indicam que os quasares são mais uma variedade dos fenômenos NAG [Núcleos Ativos de Galáxias]. A grande diferença entre os quasares e os núcleos ativos das galáxias próximas é a sua luminosidade muito superior. [...] Tudo indica, portanto, que os quasares são exemplos extremos de NAGs! (DAL PINO, E. M. de G.; JATENCO-PEREIRA, V., in FRIAÇA, 2008, p. 212).

A descoberta dos quasares comprometeu a teoria do Estado Estacionário, pois seus postulados não davam conta de explicar o comportamento de tais objetos.

Radiação cósmica de fundo

Em 1948, os físicos Ralph Alpher e Robert Herman previram a existência de radiação remanescente do Big Bang que deveria permear todo o universo, a uma temperatura de cerca de 5K, previsão depois corroborada por George Gamow (KRAGH, 1996, p. 343), mas a época não contava com instrumentos que pudessem comprovar a existência desta radiação. Em 1965, dois pesquisadores da empresa de telecomunicações Bell Telephone, Arno Penzias e Robert Wilson, trabalhavam com antenas de rádio quando perceberam que, ainda que se eliminassem todas as fontes de interferência, podia-se perceber a existência de um “chiado”, ruído de fundo no receptor, cuja frequência era a mesma, 4080 MHz, independentemente da direção para a qual a antena era apontada ou da hora do dia em que as medições fossem feitas. Quando tais dados foram publicados, o astrônomo Robert H. Dicke, de Princeton, que pesquisava o mesmo assunto, identificou o ruído como a radiação remanescente do Big Bang prevista anteriormente. Tal constatação causou grande impacto na cosmologia principalmente a partir do final dos anos 1960, quando ficou comprovado que tal radiação “em excesso” podia ser detectada em qualquer comprimento de onda que se medisse (KRAGH, 1996, p. 354).

Encarada como golpe definitivo na teoria do Estado Estacionário, a radiação cósmica de fundo é hoje considerada pela maioria dos astrônomos como prova irrefutável da existência do Big Bang (COSTA, R., in FRIAÇA, 2008, p. 238).

Radioastronomia

Ramo específico da astronomia, desenvolvido principalmente a partir da popularização do uso de antenas de comunicação e da invenção de radares durante a Segunda Guerra Mundial, que estuda a radiação eletromagnética emitido por determinados corpos celestes na faixa dos raios X, gama e microondas, não detectáveis por telescópios ópticos. Durante a década de 1940, a expectativa era de que a radioastronomia pudesse oferecer meios de testar as diferentes teorias cosmológicas. Tal expectativa foi testada a partir da década de 1950, quando foram construídos centros de pesquisa radioastronômica em Cambridge, Manchester e Sidney para investigar as várias fontes extragalácticas de emissão de rádio que vinham sendo detectadas por astrônomos ao redor do mundo. Em 1961, a publicação de uma pesquisa conjunta das equipes de Cambridge e Sidney acerca das localizações e intensidade de emissão de mais de duas mil fontes de rádio

oferecem dados que contribuíam para o arrefecimento da controvérsia entre Estado Estacionário e Big Bang.

Relatividade

No início do séc. XX, a questão da estabilidade do universo ainda não era assunto resolvido pela ciência: como se explicaria o fato de que a gravidade não atrai todos os corpos celestes para um único centro, causando assim o colapso do sistema? Albert Einstein (1878-1955) foi um dos cientistas que tentou resolver esta questão. Em 1905, considerando os estudos de eletromagnetismo realizados por James Maxwell ⁵ e Hendrik Lorentz⁶, além do resultado do experimento Michelson-Morley⁷, postulou que as leis da física valem igualmente para todos os observadores que estejam em qualquer tipo de movimento, independentemente da velocidade, o que significa que a velocidade da luz seria a mesma se medida por qualquer observador, em qualquer movimento, em qualquer direção em relação à fonte de luz. Tal ideia possui implicação sobre a noção newtoniana de tempo como um valor absoluto:

[...] [Alguém dentro de um trem] que quicasse uma bola de pingue-pongue para cima e para baixo pudesse dizer que a bola se deslocou apenas uns poucos centímetros, outra pessoa de pé na plataforma perceberia a bola se deslocando cerca de 40 metros. Da mesma forma, se um observador no trem ligasse uma lanterna elétrica, os dois observadores discordariam sobre a distância percorrida pela luz. Já que velocidade é distância dividida por tempo, se eles discordam sobre a distância que a luz percorreu, a única maneira de concordarem sobre a velocidade da luz é também discordarem sobre o tempo de duração da viagem. Em outras palavras, a teoria da relatividade exige que coloquemos um ponto final à ideia de tempo absoluto! Em vez disso, cada observador deve ter sua própria medida de tempo, registrada por um relógio

⁵ Os estudos do físico James Maxwell em eletromagnetismo permitiram a dedução de que a luz se propaga em ondas eletromagnéticas, a uma velocidade fixa. Tal dedução não era compatível com a física newtoniana, que não previa a existência de um padrão único de velocidade universal (a velocidade de um objeto dependeria sempre da posição de seu observador). Para conciliar estas duas percepções, foi sugerida a existência de uma substância chamada *éter*, que preencheria todos os espaços e ofereceria o meio através do qual as ondas eletromagnéticas poderiam se propagar.

⁶ Lorentz havia notado que, se dois observadores estiverem se movimentando um em relação ao outro a velocidades muito altas, próximas à da luz, ao contemplarem um mesmo campo eletromagnético, poderiam não ter a mesma percepção, sendo que um dos observadores poderia perceber um campo magnético, o outro poderia perceber um campo elétrico. Tal descoberta permitiu a constatação de que a física newtoniana, que considera tempo e espaço como itens absolutos (ou seja, são os mesmos para diferentes observadores, independentemente de sua condição), poderia não ser válida a velocidades próximas à da luz.

⁷ Em 1887, os físicos Albert Michelson e Edward Morley, a partir de medições da velocidade da luz emitida pelo sol em diferentes épocas do ano, provaram que a luz se propaga à mesma velocidade, independentemente da direção em que seja observada em seu movimento através do éter, enfraquecendo a ideia de que tal substância de fato existisse.

que ele carrega consigo, e relógios idênticos carregados por diferentes observadores não precisam ser concordantes (HAWKING, 2005, p. 41).

Tal teoria, nomeada posteriormente de Teoria da Relatividade Restrita, postula que espaço e tempo não são fatores independentes, mas que se combinam para formar um conjunto denominado espaço-tempo. Assim, qualquer objeto no universo tem sua localização determinada não apenas pelas suas três coordenadas espaciais, mas também pela quarta coordenada, o tempo. É também desta teoria que Einstein deriva sua famosa equação de equivalência entre massa e energia ($E=mc^2$). No entanto, ela apresentava um problema: a atração gravitacional que os corpos exercem entre si é instantânea, não está limitada à velocidade da luz. Por exemplo, os efeitos de um hipotético desaparecimento mágico do Sol seriam imediatamente sentidos na Terra, antes mesmo que pudéssemos notar que sua luz desapareceu do céu. Portanto, a Teoria da Relatividade Restrita era incompatível com a Gravidade. Por quase uma década Einstein buscou desenvolver uma teoria que conciliasse as duas forças.

Em 1915, Einstein publica sua Teoria da Relatividade Geral⁸, que incorporava a gravidade à concepção de espaço-tempo. De acordo com tal teoria, a massa e a energia dos corpos celestes seriam capazes de distorcer, curvar, o espaço-tempo ao seu redor, e quanto maior a massa ou a energia deste corpo, maior distorção ele causa. Nesse sentido, as órbitas dos corpos celestes não são consequência de uma força de atração ou repulsão, mas sim do caminho percorrido entre as curvaturas do espaço-tempo (Figura 15).

Corpos como a Terra não são colocados em movimento em órbitas curvas por uma força chamada gravidade; pelo contrário, eles se movem em órbitas curvas porque seguem a coisa mais próxima a uma trajetória retilínea em um espaço curvo, que é denominada uma geodésica. Tecnicamente falando, uma geodésica é definida como o caminho mais curto (ou mais longo) entre dois pontos próximos (HAWKING, 2005, p. 47).

⁸ Esta teoria foi exposta em uma série de quatro artigos públicos ao longo deste ano: *Fundamental Ideas of the General Theory of Relativity and the Application of this Theory in Astronomy*, *On the General Theory of Relativity*, *Explanation of the Perihelion Motion of Mercury from the General Theory of Relativity*, *The Field Equations of Gravitation*. As implicações destes artigos para a astronomia e cosmologia foram trabalhadas mais detalhadamente nos anos seguintes.

Figura 15: Curvatura do espaço-tempo

Fonte: <http://www.uh.edu/~jclarage/astr3131/lectures/4/einstein/Einstein_stanford_Page7.html> Acesso em 16 ago.16.

Einstein provou sua teoria através de três experimentos: a análise da influência gravitacional sobre os desvios para o vermelho do Sol, a ocorrência de deflexão da luz de uma estrela pelo sol durante um eclipse solar, e a previsão correta das irregularidades do periélio de Mercúrio. A partir de então, sem aplicações práticas ou novos desenvolvimentos, a teoria da relatividade parecia estar restrita a um campo teórico até a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), quando os avanços tecnológicos, notadamente o laser, oferecem possibilidades de usos e de novos testes em laboratórios (KRAGH, 1996, p. 318).

Embora já oferecesse contribuições definitivas para a cosmologia, notavelmente após o artigo *Cosmological Considerations in the General Theory of Relativity*, publicado por Einstein em 1917, a teoria da relatividade só teve implicações práticas para esta ciência a partir da década de 1950, com o desenvolvimento das teorias do Big Bang e do Estado Estacionário.

O significado da nova cosmologia relativística é evidente em retrospecto, não estando refletida na literatura astronômica da década de 1920. Para a maioria dos astrônomos, e claro para a maioria dos leigos, a reconceituação do universo de Einstein era desconhecida, irrelevante, ininteligível, ou censurável (KRAGH, 1996, p. 13. Tradução livre).

Singularidade física

Em física, singularidades são associadas a condições brutalmente extremas de densidade, massa, temperatura, curvatura do tecido espaço-tempo, que produzem situações nas quais as leis conhecidas da física já não se aplicam mais. Tal conceito é normalmente aplicado a teorias referentes aos momentos iniciais de existência do universo ou aos buracos negros.

3.2 Um universo em expansão

Quando Einstein desenvolve sua teoria da Relatividade Geral, o mundo vivia os horrores do acirramento da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), e por isso tal teoria demorou a circular para além dos círculos científicos alemães. Um dos primeiros lugares a tomar contato com a cosmologia relativística fora da Alemanha foi a Inglaterra, via Willem de Sitter (1872-1934), astrônomo holandês que era membro da Royal Astronomical Society.

As equações originais de Einstein apontavam para a configuração estática do universo, mas os novos cálculos feitos por de Sitter apontavam para outras possibilidades. Seus resultados implicavam em um universo vazio (cuja densidade da matéria, em comparação com o espaço, seria tão baixa que poderia ser considerada praticamente nula) e espacialmente fechado. De Sitter descreve a diferença entre os modelos de Einstein (A) e o seu próprio (B) como segue:

Em A, há uma matéria-mundo com a qual todo o mundo está preenchido, e que pode estar num estado de equilíbrio sem nenhuma tensão interna ou pressão, se estiver completamente homogênea e em repouso. Em B, pode ou não haver matéria, mas se houver mais de uma partícula material, esta não pode estar em repouso, e se o mundo inteiro estiver homogeneamente preenchido com matéria, esta não pode estar em repouso, sem nenhuma pressão interna ou tensão (DE SITTER, W., apud KRAGH, 1996, p. 11. Tradução livre).

Einstein considera os cálculos de De Sitter válidos, e embora seu modelo parecesse fisicamente improvável devido à ausência de matéria, acabou servindo de base para o desenvolvimento de vários modelos posteriores, principalmente porque estava em concordância com os desvios para o vermelho dos corpos celestes observados à época. A divulgação de tais soluções para as equações relativísticas, e da própria teoria da Relatividade Geral, será bastante ampliada após o artigo *Report in the relativity theory of gravitation*, do astrofísico inglês Arthur Eddington, que expõe as informações disponíveis até então para os leitores de língua inglesa.

Em 1922, Alexander Friedmann (1888-1925), matemático russo, provou que não havia outras soluções das equações relativísticas além das versões A e B de Einstein e De Sitter que pudessem descrever um universo estático. Nesta mesma época, as tentativas de aplicar as soluções estáticas das equações relativísticas aos dados observados sugeriam que tais soluções não descreviam o universo real, ainda que a maioria dos pesquisadores resistissem em abandonar tal modelo. Os resultados de Friedmann também apontavam para um universo em

expansão, mas provavelmente seu autor nunca considerou tais resultados como mais do que modelos matemáticos, e não chegou a argumentar que uma das soluções equacionárias possíveis, que apontava para a expansão, poderia descrever o universo real (KRAGH, 1996, p. 26-27), por isso a criação da teoria do Big Bang, embora desfrute de seus cálculos, não pode ser atribuída somente a Friedmann.

Outro desenvolvimento do trabalho de De Sitter foi proposto pelo belga Georges Lemaître (1894-1966), cuja biografia merece breve exposição. Em 1919, após servir como soldado na Primeira Guerra Mundial, Lemaître iniciou seus estudos em física, matemática e teologia na Universidade de Louvain. Ordenado padre em 1923, procurou ao longo de sua vida conciliar as carreiras científica e religiosa. Em 1936, quando da refundação da Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano, foi escolhido como membro e eleito seu presidente em 1960, cargo que exerceu até sua morte. Notável pela concepção inicial da teoria do Big Bang, Lemaître também merece destaque por ter sido um dos primeiros astrônomos a incluir implicações físicas na cosmologia, fato que só se tornará comum após a Segunda Guerra Mundial, a partir do trabalho de George Gamow (KRAGH, 1996, p. 42).

Em artigo publicado em 1925, Lemaître defende que os desvios para o vermelho dos corpos celestes poderiam ser interpretados como sendo causados pela distância dos corpos celestes, podendo indicar, além disso, o tempo que tal luz demorou para chegar até o observador. Do mesmo modo que Friedmann, Lemaître também trabalha neste artigo com as equações relativísticas, mas considera-as conjuntamente a elementos termodinâmicos do universo, assim como a pressão exercida sobre os corpos pela radiação, derivando deste conjunto de dados uma equação que apontava para um universo em expansão (KRAGH, 1996, p. 29). Outra grande diferença em relação a Friedmann é que Lemaître defende que suas equações descrevem um universo real.

Num universo de quatro dimensões, cada ponto é equivalente a qualquer outro e a escolha de qualquer origem é imaterial. Na separação [proposta por De Sitter] entre espaço e tempo, esta simetria é quebrada. [...] Estes pontos têm agora propriedades diferentes de qualquer outro; isto é um *centro*. [...]

É claro que tal introdução de um aparente centro num universo que, por definição, não tem nenhum, é condenável para um estudo das propriedades deste universo. [...]

A proposta deste artigo é procurar por uma separação entre espaço e tempo que seria livre desta objeção [...] O ponto central do espaço foi removido, mas agora um ponto central no tempo foi introduzido. (LEMAÎTRE, 1925, p. 37-41. Grifo do autor. Tradução livre).

Apesar de Lemaître ser à época membro respeitável da comunidade astronômica ocidental, seu artigo não causou impacto, muito provavelmente devido ao fato de ter sido publicado num jornal científico belga de baixa circulação. Uma cópia do artigo também foi enviada a Eddington na Inglaterra, mas a teoria proposta por Lemaître só recebeu a atenção do astrofísico inglês em 1930, quando os estudos de Hubble também associaram os desvios para o vermelho das galáxias à sua distância de nós. Traduzido então para o inglês, o artigo de Lemaître se torna conhecido dos astrônomos ocidentais, chegando a ser elogiado por Eddington e De Sitter.

A ideia de um universo em expansão pode ser rastreada desde 1917, com as equações relativistas de Einstein. Mas foi a partir de seu enriquecimento físico-matemático produzido por Friedmann e Lemaître, e da conjugação destas teorias com os dados observacionais de Hubble, que o modelo de um universo em expansão começa de fato a ganhar corpo. Sua popularização ocorre pouco tempo depois, a partir dos trabalhos de divulgação científica de James Jeans, de Sitter e Eddington no início da década de 1930. Tema de reportagem no Times em 1932, o modelo relativista de um universo em expansão chega a gerar incômodo em muitos leitores (KRAGH, 1996, p. 34). O paradigma cosmológico estava em processo de mudança.

Apesar da coerência matemática, os modelos de expansão despertaram objeções imediatamente. A maioria delas se relacionava às dúvidas sobre a possibilidade de se considerar as leis da física imutáveis ao longo de grandes escalas de espaço e de tempo. Na Inglaterra, William McCrea e George McVittie apontaram para o fato de que as equações de Lemaître não distinguiam entre a expansão ou a contração do universo, e questionaram o porquê da preferência pela expansão. Esta questão, entendida como *direção cosmológica do tempo*, será central para a controvérsia cosmológica que começava a se formar.

3.3 Big Bang

Vamos examinar, então, o chamado *modelo-padrão de Big-Bang*. A rigor, não se pode iniciar o estudo da evolução do Universo desde o instante

inicial, ou seja, $t = 0$. Isto porque os atuais limites do conhecimento impõem uma barreira até agora intransponível: nada se pode dizer da evolução do Universo desde o instante inicial ($t = 0$) até $t = 10^{-43}$ segundos, quando o Universo tinha 10^{-33} cm de raio, durante a chamada Era de Planck. Deste intervalo de tempo, que apesar de diminuto *não é* nulo, nada se pode falar, pois a Teoria da Relatividade (a física do macrocosmo) e a Mecânica Quântica (a física do microcosmo) são inaplicáveis simultaneamente nesta situação, como seria necessário.

Assim, a descrição da evolução começa com a chamada Era das Partículas Pesadas. A partir de uma singularidade surgida a cerca de 15 bilhões de anos atrás, o Universo iniciou sua expansão; no começo, devido à brutal densidade de energia, tudo que havia eram fótons de alta energia. Com a expansão do volume, a densidade de energia começou a cair rapidamente e um milionésimo de segundo (10^{-6} s) após a “explosão” começaram a se formar as partículas elementares muito pesadas e instáveis, como os híperons e os mésons, que por sua vez decaíram em outras menos pesadas, mas estáveis, como os prótons e nêutrons, mais os neutrinos. [...].

Com um décimo de milésimo de segundo (10^{-4} s) de idade, o Universo já estava suficientemente frio para que fossem formadas as partículas leves (ou *léptons*), como os elétrons e os pósitrons. Esta Era das Partículas Leves acabou quando havia se passado 1 segundo da “explosão” inicial.

Uma vez formadas as partículas elementares, o Universo era ainda dominado pela radiação, e a era seguinte é denominada Era da Nucleossíntese Primordial. Nessa época, a expansão e a conseqüente diminuição da temperatura proporcionaram às partículas elementares as condições para que elas se combinassem formando os elementos químicos de menor massa atômica. Foram assim formados o hidrogênio, o deutério (um isótopo pesado do hidrogênio), o hélio e, uma vez que não existem núcleos atômicos estáveis com massa atômica 5 e 6, traços de lítio e de berílio. A formação dos elementos mais pesados foi impossível inicialmente porque a densidade de energia era muito alta e eles seriam imediatamente dissociados, e depois porque a rápida expansão do volume (com o conseqüente decréscimo na densidade de partículas) impediu a fusão nuclear que formaria os demais elementos, que só viriam a ser formados posteriormente nos núcleos estelares.

Após cerca de dois mil anos da nucleossíntese primordial, a quantidade de matéria no Universo passou a ser finalmente maior que a quantidade de radiação disponível, e este sai da Era da Radiação e entra na Era da Matéria. Finalmente, quando a densidade de energia baixou o suficiente, a radiação passou a transitar no Universo independentemente da matéria, ocorrendo o chamado *desacoplamento* da matéria e da radiação. A partir daí, matéria e radiação passaram a evoluir de modo independente (COSTA, R. D. D., in FRIAÇA, 2008, p. 239-240 – grifos do autor).

Tal descrição do Big-Bang (Fig. 16) aponta os estágios atuais da teoria. O desenvolvimento de um corpo teórico sólido, que mobiliza tantos ramos distintos das ciências não foi, logicamente, um empreendimento de curta duração, sendo construído passo a passo a partir de pesquisas levadas a cabo ao longo de décadas, por cientistas de diversas áreas. Suas implicações filosóficas não são poucas, nem tampouco são desprezíveis os desafios que tal teoria impõe à ciência ou à capacidade humana de entendimento do mundo. Discutiremos então o processo que levou à sua formação e consolidação.

Figura 16: Diagrama do Big Bang e evolução do Universo

Tradução livre (sentido horário): Big Bang; flutuações quânticas; Inflação; Época escura; Formação das primeiras estrelas (400 milhões de anos); Desenvolvimento de planetas, galáxias, etc.; Expansão acelerada pelo efeito da energia escura; Satélite Cobe; Expansão do Big Bang (13.700 milhões de anos); imagem do universo com 400.000 anos, obtida pelo satélite Cobe em 1992. O diagrama não está em escala de tempo ou espaço.

Disponível em: < <http://fuenlabradanoticias.com/wp-content/uploads/2015/02/teoria-del-Big-Bang.jpg>>. Acesso em 24 ago. 16.

O pressuposto básico da teoria do Big-Bang, a ideia de que o Universo teve um início no tempo e se expande desde então, não era ideia nova na década de 1910, época em que é

possível identificar seus primórdios. Presente em muitas religiões, como a judaico-cristã, aparece também em considerações filosóficas e racionalizações não-científicas, como a que foi produzida por Edgar Allan Poe, poeta norte-americano que em 1848, em sua conferência *Eureka: a Prose Poem*, descreve o que imaginou: um universo que se expandia e se retraía ritmicamente, ao ritmo do coração de Deus (HARRISON, 1995, p. 171). Como veremos, tais heranças filosófico-religiosas foram pontos que despertaram críticas à teoria, principalmente quando de sua formação e mais tarde, quando se tornou paradigma cosmológico.

Segundo Kragh (1996, p. 41), em 1904, o químico inglês Frederick Soddy, analisando as recentes descobertas no campo da radiação, apontou que a capacidade dos átomos de desprenderem partículas e formarem novos elementos químicos poderia ter implicações cosmológicas. Tal ideia era baseada no pressuposto da conservação entre massa e energia, conhecido antes mesmo da famosa equação de Einstein $E=mc^2$, e pela primeira vez conjuga considerações científicas da física à ideia do início do universo.

No artigo de Friedmann de 1922, pela primeira vez aparecem os conceitos “criação do universo”, “singularidade física” e “idade do mundo”, e a ideia de que o “início do mundo” teria se dado a partir de uma singularidade física (KRAGH, 1996, p. 24), concepções que serão amplamente utilizadas nas cosmologias que se desenvolverão a partir de então. A despeito destas contribuições, a obra de Friedmann continuava sendo um trabalho matemático, não sobre a física. Assim, não havia a preocupação com a conjugação entre teoria e observação, resultando na construção de modelos matemáticos possíveis de universo, mas não na pretensão de oferecer um modelo que corresponda à realidade em termos físicos.

A ideia de um universo com início no tempo pode ser percebida “pairando” em trabalhos de vários cientistas desde a criação da Teoria da Relatividade Geral, embora exista também a defesa de que especulações sobre o início do tempo, condição tão afastada das possibilidades de provas científicas à época, não fossem assunto da alçada de cientistas. Mas foi em 1931 que a ideia de um universo com início no tempo foi formalmente proposta quando, no artigo *The Evolution of the Universe: discussion*, publicado na revista *Nature*, Georges Lemaître desenvolveu os conceitos de “átomo primitivo” e “universo de fogos de artifício” na busca por conciliar as especulações qualitativas anteriores com os cálculos permitidos pelas evidências coletadas acerca da expansão do universo e do que pressupunha a teoria relativística. A ideia de “átomo primordial” já havia aparecido em um artigo anterior de Lemaître, publicado também em 1931, mas aparecia somente em colocações qualitativas:

Originalmente, toda a massa do universo existiria na forma de um único átomo; o raio do universo, apesar de não exatamente zero, seria relativamente pequeno. O conjunto do universo teria sido produzido pela desintegração deste átomo primordial'. Ele ainda imaginou que o átomo primordial teria se desintegrado primeiro em 'estrelas atômicas', átomos de peso comparável ao das estrelas, e que a desintegração destes super átomos teria produzido a radiação cósmica e a matéria comum agora observadas (KRAGH, 1996, p. 50. Tradução livre).

A formulação matemática de Lemaître apontava para um estágio inicial do universo onde, a partir de uma singularidade física em que a constante cosmológica e a curvatura do espaço-tempo estariam próximas a zero, teria se iniciado a expansão. No início, a expansão aconteceria num ritmo acelerado, que posteriormente decairia e chegaria às taxas apontadas pelos cálculos de De Sitter, sequência esta que permitia uma analogia ao que é observado quando da explosão de fogos de artifício.

Embora tenham recebido apoio público de Einstein e rendido o Prêmio Franqui⁹ em 1934 (KRAGH, 1996, p. 55), as ideias de Lemaître tiveram uma recepção fria por parte de muitos cosmólogos, que a entenderam mais como uma possibilidade matemática do que como expressão da realidade física. Os dados observacionais possíveis de serem obtidos à época não permitiam conclusões sobre o comportamento do Universo em grandes períodos de tempo, e havia resistência a modelos cosmológicos que despertassem suspeita de demasiada influência filosófica ou teológica.

Lemaître deixa de desenvolver suas teorias cosmológicas a partir de 1934, e suas publicações posteriores sobre o assunto foram repetições do que já havia criado (KRAGH, 1996, p. 57). É notável que não volte a se interessar pelo tema nem mesmo diante da introdução da física quântica e nuclear na teoria, no fim dos anos 1940, por Gamow.

Ao fim da década de 1930, a ideia de um universo em expansão e com início no tempo já não causava mais tanta estranheza. Após a Segunda Guerra Mundial, o modelo cosmológico do Big Bang começa a se delinear, principalmente a partir do trabalho de George Gamow.

Em 1948, com base nos modelos de expansão do universo, Gamow (ALPHER; BETHE; GAMOW, 1948) e seus dois parceiros demonstraram que o mesmo estava inicialmente num estado de alta temperatura e densidade, mas confinado em um volume muito pequeno. Neste

⁹ Depois do Prêmio Nobel, o Franqui era o mais prestigiado prêmio científico à época.

estágio, não poderia existir matéria, apenas radiação (período denominado como Era da Radiação). Com a expansão do universo até seu volume atual, parte da radiação inicial havia se convertido em matéria, conforme a equação de Einstein $E=mc^2$ previa. No entanto, parte desta radiação inicial teria permanecido em forma de energia, devendo permear todo o Universo.

Gamow consegue reforçar as bases da teoria do Big-Bang ao introduzir elementos de física quântica, contribuindo para que esta concepção fosse ganhando simpatia de muitos astrônomos. Ainda assim, havia lacunas não preenchidas, como o problema da escala de tempo e da síntese de elementos químicos (ver seção 2.4). No início da década de 1950, só com muita boa vontade os astrônomos consideravam a cosmologia um ramo respeitável da astronomia, capaz de oferecer mais do que especulações sobre a formação e organização do Universo. A busca por dados observacionais procurava corrigir estas questões, mas havia a percepção de que os resultados eram ainda muito imprecisos, insuficientes e muito ambíguos para atingir estes objetivos, possibilitando muitas interpretações discordantes.

Na tentativa de responder a estes problemas e de propor uma alternativa que desfrutasse de maior simplicidade teórica, várias outras teorias cosmológicas foram concebidas no início da década de 1950. A maior parte delas teve vida curta, mas ainda assim levantam pontos cruciais não só para o desenvolvimento da controvérsia que se formava, mas também para a melhoria de pontos críticos de suas adversárias, contribuindo para o avanço científico. Mais adiante, nos deteremos sobre a teoria que por mais tempo rivalizou com o Big Bang e lhe lançou as mais duras críticas, a teoria do Estado Estacionário, bem como discutiremos de que maneira tal controvérsia se arrefeceu. No momento, nos deteremos sobre as críticas sofridas pelo Big Bang e sobre as lacunas que tal teoria ainda apresenta, além das discussões e diálogos que suscitou com o cristianismo católico.

Ao longo das décadas de 1960 e 1970, a descoberta de novas fontes de dados, como os Raios-X cósmicos e a radiação cósmica de fundo, o desenvolvimento de equipamentos de observação e a descoberta dos quasares acabaram vencendo a resistência da maioria dos críticos da teoria do Big Bang. Ainda assim, não é possível imaginar que as críticas não continuassem surgindo, derivadas ou de interpretações discordantes dos dados, ou das lacunas que ainda não foram preenchidas.

Entre os mais proeminentes críticos do Big Bang após a década de 1960 estão Hannes Alfvén (1908-1995), físico sueco, e Alton Arp (1927-2013), astrônomo norte-americano, nenhum dos dois adeptos ao Estado Estacionário - Alfvén o rejeitou, Arp nunca expressou

interesse por ele (KRAGH, 1996, p. 382), além dos teóricos do Estado Estacionário, que serão abordados na seção específica.

Especialista em física de plasmas, Alfvén, em parceria com o físico Oskar Klein, concebeu no início dos anos 1960 uma cosmologia que não se alinhava nem ao Big Bang (que consideram uma teoria não-científica e mística) nem ao Estado Estacionário. Em relação a este último, simpatizavam com o conceito de Princípio Cosmológico Perfeito (ver seção 2.4), com as críticas tecidas ao Big Bang, mas defendiam que somente as leis da física já conhecidas poderiam compor a cosmologia, rejeitando as ideias de criação contínua de matéria e de singularidade física inicial. Seu universo admitia uma quantidade igual de matéria (denominada *koinomatter*) e antimatéria. O plasma então formado pela presença de matéria e antimatéria seria o *ambiplasma*, mas ambas estariam separadas por campos magnéticos cósmicos. Devido à concentração gravitacional, o processo de aniquilação aumentaria e produziria uma pressão de radiação que teria interrompido o colapso e dado início ao processo de expansão do universo observado. Tal universo também se iniciaria em uma explosão, mas não a partir de uma singularidade física, e atingiria apenas uma parte do universo, e não todo ele. Apesar de respeitar as leis da física e oferecer um corpo teórico relativamente simples, o “Universo de Plasma”, como ficou conhecida a teoria, ganhou alguns adeptos entre os físicos de plasma, mas recebeu quase nenhuma atenção dos demais físicos, cosmólogo e astrônomos (KRAGH, 1996, p. 383).

Halton Arp não concebe uma nova cosmologia nem se posiciona favoravelmente a nenhuma das existentes. Suas críticas são direcionadas à interpretação corrente do significado dos desvios para o vermelho, além de apontar contradições entre a teoria do Big Bang e os dados observados. Astrônomo observacional experiente, graduado no Instituto de Tecnologia da Califórnia, discordava principalmente quanto à interpretação das observações de galáxias peculiares¹⁰ e quasares, entendendo vários destes objetos como estando associados a galáxias vizinhas, o que não era reconhecido pelo restante da comunidade astronômica. A base de tal concepção era o significado atribuído aos desvios para o vermelho, que para Arp não seriam indicativos da distância de um corpo celeste, mas sim de sua idade:

Em 1964, Fred Hoyle e Jayant Narlikar propuseram uma teoria da gravitação [...] Segundo esta teoria toda partícula no universo deriva sua inércia do restante das partículas no universo. Imagine um elétron que acabou

¹⁰ Galáxias com formatos, composição e luminosidade completamente diferentes de outras, como as espirais ou elípticas, por exemplo, que surgem a partir da interação entre galáxias distintas.

de nascer no universo antes de ele ter tido tempo de “ver” quaisquer outras partículas em sua redondeza. Ele tem massa nula já que não há nada em relação a qual possa medi-la operacionalmente. À medida que passa o tempo ele recebe sinais de um volume de espaço que cresce na velocidade da luz e contém cada vez mais partículas. Sua massa cresce [...] Se a massa de um elétron saltando de uma órbita atômica excitada para um nível mais baixo é menor, então a energia do fóton de luz emitido é menor. Se o fóton é mais fraco, ele é desviado para o vermelho. [...] *elétrons de menor massa darão maiores desvios para o vermelho e se esperava que elétrons mais jovens tivessem massa menor* (ARP, 2001, p. 168 – grifos do autor).

Desta maneira, Arp entendia que boa parte dos quasares estava associado a galáxias, e interpretava as observações como indicando que estes quasares estavam sendo ejetados pelas galáxias, não sendo objetos a grandes distâncias cosmológicas (Figura 17).

Figura 17: Interpretação do Aglomerado de Virgem segundo Arp

À esquerda, mapa em raios-X do sul do Aglomerado de Virgem mostrariam conexão com o quasar 3C273. À direita, mapa em raios-X do mesmo aglomerado, com a marcação dos desvios para o vermelho dos objetos que Arp entende como conjugados.

Fonte: ARP, 2001, p. 197-198.

Suas interpretações foram associadas à teoria do Estado Estacionário, ainda que Arp não se posicionasse sobre o assunto. Em sua obra *O Universo Vermelho: Desvios para o vermelho, Cosmologia e Ciência Acadêmica*, publicada em 2001, Arp tece constantes reclamações sobre o que classifica como boicote da comunidade científica ao seu trabalho, entendendo ter seus artigos recusados sem justificativa por periódicos científicos e seu acesso desnecessariamente

negado a instrumentos de observação. Ainda que suas colocações sobre cosmologia tenham sido recebidas com ceticismo, geraram diversos debates públicos no meio acadêmico.

Em geral, tais tipos de críticas foram rebatidas por defensores do Big Bang como sendo carentes de indícios consistentes para que sejam levadas em consideração. Contudo, a teoria possui lacunas ainda por resolver. O astrônomo Michael Heller apresenta algumas delas:

O problema do horizonte. A anisotropia da radiação cósmica de fundo agora é conhecida por ser inferior a 10^{-4} . Como explicar esse grau de uniformidade em dois pontos no céu que são separados pelo horizonte causal (a distância entre esses pontos é maior do que a luz que pode abranger desde a singularidade inicial)?

O problema do achatamento. Como explicar o fato de que o parâmetro $\Omega = \rho/\rho_{cr}$ [a razão entre a densidade do universo e a densidade crítica da singularidade inicial] está muito perto da unidade? Aqui ρ é a densidade atual da matéria, e ρ_{cr} é a densidade de matéria característica do modelo cosmológico plano. Note-se que $\Omega=1$ é um valor "instável" no modelo padrão.

O problema do monopolo. Como explicar o fato de que o modelo padrão prevê uma superprodução de monopoles magnéticos, e eles não são observados no universo presente?

O problema da origem das estruturas. Como explicar a geração de densidade de flutuações no universo primitivo (são indispensáveis para formar estrelas, galáxias, conjunto de galáxias ...)? (HELLER, 2010, p. 343-344. Tradução livre).

Além destes pontos, é preciso mencionar também as lacunas no que sabemos sobre a natureza e composição da matéria escura e energia escura, que formam a maior parte do universo e são determinantes para seu comportamento.

Outras modalidades de crítica não se atêm aos elementos técnicos da teoria, mas sim às suas implicações filosófico-religiosas. De início, a percepção de que o Big Bang era demasiadamente concordante com a teologia judaico-cristã, aliado ao fato de um de seus principais proponentes ser um padre católico, geraram acusações de que tal teoria teria sido proposta com o intuito de legitimar concepções religiosas acerca do Universo, configurando

uso ilegítimo da ciência¹¹. Bertrand Russel chega a tecer duras observações sobre esta aproximação: “Teólogos são gratos por pequena compaixão, e eles não se importam muito com que tipo de Deus os homens de ciência lhes deem, conquanto lhes deem um afinal” (RUSSEL, B., apud KRAGH, 1996, p. 251-252. Tradução livre). Fred Hoyle, um dos principais propositores do Estado Estacionário, defendia que o Big Bang poderia implicar um milagre inicial para que pudesse acontecer, reforçando assim crenças religiosas, a despeito de Gamow, ateu, defender um universo oscilatório, onde para cada big bang teria havido um “big squeeze” (“grande compressão”), o que não condizia com a cosmologia cristã (KRAGH, 1996, p. 255).

Em 1952, o Papa Pio XII ofereceu munção a quem defendia que o Big Bang possuía implicações religiosas ao ser citado numa introdução ao artigo de Gamow publicada no 86º número do *Physical Review*, ainda que o artigo em si nada mencionasse sobre religião¹². A citação fora retirada de uma carta enviada à Pontifícia Academia de Ciências no ano anterior, na qual Pio XII endossava o Big Bang:

[...] Em 22 de novembro de 1951, ele entregou uma carta à Pontifícia Academia de Ciências na presença de vários cardeais e do Ministro da Educação italiano. Na carta, o Papa tratava com considerável nível de detalhe o apoio a uma noção de um criador que, segundo ele, havia chegado recentemente da Cosmologia. O argumento básico do Papa não era apenas que não havia discordância entre astrônomos e a Igreja, mas que os resultados da Ciência moderna na verdade ofereciam ampla evidência à existência de um Criador transcendental. Ele endossou a imagem do Big Bang, sem reservas, desde o início de sua carta (KRAGH, 1996, p. 256. Tradução livre).

Tal atitude foi vista como tentativa infeliz de intervenção da Igreja em assuntos da ciência, tornada ainda pior devido ao fato de Pio XII desconsiderar solenemente as controvérsias e dúvidas que até então cercavam o assunto. A clara tentativa de conciliar ciência e religião também foi mal recebida por teólogos, que alegaram que a ciência não deveria ser encarada como um instrumento de endosso da religião, às custas de esta última precisar necessariamente acompanhar os desenvolvimentos da primeira, se tornando subserviente a ela e abandonando sua posição de verdade revelada. Tal visão concordava com a opinião de

¹¹ Contudo, isso não quer dizer que o Big Bang tenha sido apontado como um reforço à religião enquanto o Estado Estacionário implicasse ateísmo. Para alguns cientistas, a ideia de criação contínua de matéria também poderia ser interpretada como um indício da atividade divina.

¹² Gamow, célebre por seu humor, pode ter feito aqui mais uma de suas brincadeiras ao inserir uma fonte religiosa em um artigo científico.

Lemaître emitida tempos antes acerca da relação entre Deus e ciência, na qual defendia que “Não só é ‘Deus’ um conceito sem sentido do ponto de vista da Ciência (já que se posiciona além do raciocínio matemático e de testes experimentais), mas do ponto de vista da religião estaria completamente errado reduzir Deus a uma hipótese científica” (KRAGH, 1996, p. 60. Tradução livre).

Depois de recebidas diversas reprimendas, Pio XII não mais se pronunciou oficialmente de forma tão taxativa acerca da cosmologia. Mas o reforço da ideia de que o Big Bang endossava o Cristianismo – e que, por extensão, o Estado Estacionário seria expressão de ateísmo – ganhou certa popularidade, o que pode ter contribuído para a aceitação da teoria pelo público leigo católico, mas certamente não o fez entre os cientistas.

3.4 Estado Estacionário

Surgida como alternativa às dificuldades que a teoria do Big Bang apresentava no final dos anos 1940, o Estado Estacionário reuniu adeptos principalmente na Inglaterra, embora nem mesmo ali tenha se tornado a teoria cosmológica dominante. Normalmente mal compreendida e sub-representada na literatura científica (KRAGH, 1996, p. XII), ofereceu como principal contribuição à cosmologia a crítica a pontos sensíveis do Big Bang, incentivando seus adeptos a se debruçarem sobre tais questões: muito do desenvolvimento da cosmologia relativística ocorrido nos anos 1950 se deve à controvérsia entre Big Bang e Estado Estacionário.

Os pressupostos da Teoria Relativística de Einstein, como a homogeneidade do Universo em larga escala, não foram imediatamente aceitas por todos os cientistas. Nos anos que se seguiram à publicação da Teoria da Relatividade Geral, diversos estudos propuseram alternativas a esta interpretação, conseguindo chegar a resultados relativamente satisfatórios (mas não completamente livres de problemas). Entre os críticos da Relatividade, podemos destacar Edward A. Milne, contrário à aplicação *a priori* da ideia de que o Universo possui uma distribuição homogênea de matéria, e desenvolvedor de uma cosmologia que, a partir da aplicação das leis de Newton, apontava para comportamentos do Universo semelhantes aos preditos pela cosmologia relativística.

Com base nos resultados de Milne e nos estudos em mecânica quântica de Paul Dirac, no final dos anos 1940 ganha corpo a teoria do Estado Estacionário. Entre os diversos cientistas

que contribuíram para esta empreitada, destacam-se Fred Hoyle (1915-2001), Thomas Gold (1920-2004) e Hermann Bondi (1919-2005), que basicamente desenvolveram a ideia de um universo de idade infinita, dinâmico, cuja expansão é derivada das consequências gravitacionais da permanente criação de matéria. Embora estivesse livre de problemas embaraçosos para o Big Bang, como a questão da escala de tempo, o Estado Estacionário recebeu duras críticas, que apontavam principalmente para o uso excessivo de dados *a priori*.

Hoyle, astrônomo britânico sediado em Cambridge e que ofereceu importantes contribuições aos estudos de nucleossíntese estelar, se incomodava com a ideia do início do Universo a partir de uma singularidade física, e que estaria, portanto, além da capacidade de entendimento científico (KRAGH, 1996, p. 174). Deste modo, em artigo publicado em 1948, procurou conceber uma cosmologia que escapasse das dificuldades enfrentadas pelos relativistas, como a singularidade e o problema da escala de tempo, além de buscar uma teoria de maior simplicidade e cujas observações não fossem o resultado de causas desconhecidas para a ciência sem, no entanto, abandonar os moldes relativistas de um universo em expansão. As equações a que chegou também não concordaram totalmente com as observações, notadamente no que se referia à densidade da matéria observada – problema cuja resposta oferecida por Hoyle foi a observação de que nem toda a matéria do universo encontra-se em estado condensado.

Num artigo basicamente qualitativo, com poucas equações, publicado também em 1948, Bondi e Gold sinalizam um importante ponto de início para as discussões cosmológicas: somente num Universo imutável seria permitido supor que as leis da física não mudam com o tempo, não havendo justificativas para defender que num passado remoto, em que a densidade do Universo seria brutalmente maior, as leis da física seriam as mesmas que atualmente. De acordo com tal concepção, as leis e constantes físicas poderiam mudar a partir de alterações substanciais na densidade do universo. Se as leis são imutáveis (aparentemente), então o universo também seria, o que levou à concepção do Princípio Cosmológico Perfeito (ver seção 2.4). Para que tal pressuposto se conjugasse à observação de um Universo em expansão, deveria ser considerada a criação constante de matéria, ainda que a taxas muito baixas e de improvável detecção, ocorrendo aleatoriamente pelo espaço e não preferencialmente no interior de estrelas (KRAGH, 1996, p. 183). Além disso, diferentemente de Hoyle, Bondi e Gold também rejeitavam o entendimento da Relatividade como válida para todo o Universo, e não moveram grandes esforços no sentido de adequá-la à sua teoria.

De fato, a necessidade constante de criação de matéria foi um dos principais focos das críticas recebidas pela teoria do Estado Estacionário. O paradigma sobre a equivalência entre matéria e energia foi estabelecido na década de 1840, com o Primeiro Princípio da Termodinâmica. Sua validade foi constantemente questionada, mesmo depois do desenvolvimento da teoria quântica, por cientistas do porte de Bohr, Dirac, Landau e Schrödinger (KRAGH, 1996, p. 228), mas o fato de Hoyle, Bondi e Gold não terem mencionado esta questão histórica os fez parecer hereges ao contestar tal lei. Formalmente, no entanto, os teóricos do Estado Estacionário fazem poucas especulações sobre a criação de matéria, apenas que podem ser partículas inicialmente isoladas ou átomos de hidrogênio.

Nenhuma das versões do Estado Estacionário fazia previsões sobre a natureza da matéria nova. A princípio, ela poderia muito bem ser de elementos radioativos comuns, como átomos de hidrogênio. De todo modo, Bondi, Gold e Hoyle argumentaram que a matéria recém-nascida poderia estar numa forma primordial fora da qual os elementos mais pesados poderiam ser sintetizados em processos estelares. Se eram nêutrons, prótons e elétrons, ou átomos de hidrogênio, era menos importante neste estágio da teoria (KRAGH, 1996, p. 183-184. Tradução livre).

Outros cientistas tentaram trabalhar sobre a ideia de criação de matéria, como William McCrea, notadamente no sentido de conjugar tal noção à teoria quântica, mas foi percebido que esta tarefa, se fosse possível, só poderia ser levada à cabo pela ciência futura. De todo modo, às críticas dos que alegavam que a criação de matéria ofendia um pressuposto básico das leis da física, e como tal não poderia ser considerada realidade, os teóricos do Estado Estacionário costumavam responder que era uma noção tão fantástica quanto a ideia do surgimento do Universo a partir “do nada”.

Inicialmente o Estado Estacionário não atraiu grande atenção entre os cosmólogos, nem mesmo na Inglaterra. Mas a partir de 1950, com a criação de um programa de cinco palestras apresentado por Hoyle na rede de rádio BBC, nomeado *The Nature of the Universe*, o cenário começa a mudar. O sucesso da série de palestras demandou reprises e a publicação de um artigo no *Listener*, jornal da BBC, onde Hoyle expunha as maiores questões em cosmologia à época. Hoyle viu ali a oportunidade de dar ao Estado Estacionário a atenção que pensava que a teoria merecia, e foi claramente favorável a ela em detrimento do Big Bang. Curioso mencionar que, durante o programa de rádio, ao se referir jocosamente à teoria rival, Hoyle acabou dando-lhe o nome pela qual é conhecida até hoje. Tornada mais próxima do público leigo, a teoria do

Estado Estacionário também ganhou maior visibilidade entre os acadêmicos, o que não chegou a resultar em maior apoio.

As bases da teoria do Estado Estacionário foram lançadas nos dois artigos publicados em 1948, mas após este ponto, poucos desenvolvimentos significativos foram realizados. O que se produziu sobre ela nas décadas de 1950 e 60 foi principalmente a especificação de alguns pontos mais obscuros, como a questão da densidade de matéria, e a defesa contra críticas. Em artigo publicado em 1955, Bondi argumenta que um dos principais motivos de críticas ao Estado Estacionário era sua discordância em relação aos dados observados, mas chama atenção para os erros na obtenção de tais dados, derivados principalmente de limitações técnicas e interpretações equivocadas, argumentando que por este motivo, teorias não podem ser descartadas apenas por não estarem de acordo com alguns dados observados. Tal relativização antecipava argumentos comuns da filosofia da ciência das décadas posteriores, mas em 1955 levantou muita hostilidade.

Nos anos 1960, quando ganha força a ideia de que os dados devem se sobrepor à teoria na cosmologia, semelhante ao que já acontecia em outras ciências, novas descobertas observacionais acabaram por colocar a teoria do Estado Estacionário em grandes dificuldades.

3.5 A controvérsia arrefece

A implicação de teorias cosmológicas para os campos da ética, da filosofia, da religião, é flagrante. No entanto, ao contrário do que se poderia esperar, fatores metafísicos não exerceram influência para minimizar a maior controvérsia cosmológica do século XX.

No final da década de 1950, anos de debates não haviam sido capazes de arrefecer a controvérsia, embora a grande maioria dos astrônomos rejeitasse o Estado Estacionário. Mas paulatinamente a atenção se voltava cada vez mais aos dados observáveis, levando a um aparente abandono dos aspectos filosóficos e dos desenvolvimentos teóricos das versões cosmológicas. No fim dos anos 1950, com a confirmação da validade da teoria da Relatividade Geral, as versões do Estado Estacionário que não a aplicavam começam a perder espaço e crédito. O modelo defendido por Bondi e Gold desaparece de cena, e Hoyle abandona o Princípio Cosmológico Perfeito (KRAUGH, 1996, p. 319).

Durante as décadas de 1960 e 1970, o desenvolvimento da radioastronomia, a descoberta da radiação cósmica de fundo, das fontes de raios-X e o levantamento de radiofontes, o entendimento do significado dos quasares e os avanços nos estudos de nucleossíntese (ver seção 2.4) forçaram a adequação das teorias aos novos dados. Neste sentido, o Estado Estacionário se saiu muito pior do que o Big Bang. Não que este último tivesse sido definitivamente provado à época, mas os dados observacionais reforçavam seus pressupostos e, além de não serem absolutamente previstos pelo Estado Estacionário, era praticamente impossível adequá-los a esta teoria. Em artigo de 1961, o astrônomo britânico Martin Ryle (1918-1984) chega a afirmar que o comportamento das radiofontes oferecia evidências conclusivas contra o Estado Estacionário (CLARKE; RYLE, 1961. p. 349).

É possível perceber nesta época uma ruptura clara na cosmologia, que passa a ser considerada muito menos especulativa e mais realista, resultando num aumento claro no número de pesquisadores que se interessam por ela (KRAUGH, 1996, p. 377) e na mudança de sua nomenclatura: a partir de então, começa a ser referida como *Cosmologia física*, e identificada com a ideia do Big Bang quente. Por esta mesma época, Bondi e Gold abandonam a teoria do Estado Estacionário e se voltam a outros ramos da física, e Hoyle permanece, junto a poucos seguidores, como Jayant Narlikar, um dos poucos que ainda defendiam o Estado Estacionário, apesar de a maioria dos astrônomos começar a dar a controvérsia como encerrada. No início dos anos 1970, o Estado Estacionário já não era mais considerado alternativa séria, e a maior parte dos seguidores que lhe restavam se aliaram ao campo dos críticos ao Big Bang (que não necessariamente haviam alguma vez apoiado o Estado Estacionário). A comunicação entre Hoyle e Narlikar com os adeptos do Big Bang quando o assunto era cosmologia passou a ser quase nula, relegada a críticas que não costumavam ser sequer respondidas. Ora, se uma controvérsia pressupõe a interação entre campos opostos do conhecimento, a controvérsia cosmológica entre Estado Estacionário e Big Bang pode ser considerada encerrada no início dos anos 1970. Kragh (1996, p. 394) faz um interessante balanço deste processo:

A teoria do Big Bang não foi socialmente negociada ou o resultado de um particular clima sociocultural favorável a este tipo de cosmologia. Sua emergência e desenvolvimento foram possivelmente influenciadas por estes fatores, mas acho difícil documentar exatamente como e em qual extensão. Em seu conjunto, a teoria foi vista como superior em relação a outras visões do universo por questões epistemológicas e não por outras razões. A controvérsia terminou numa mistura de resolução e abandono, porque uma esmagadora parte da comunidade cosmológica concluiu que haviam

evidências convincentes de que o Universo de fato evoluiu a partir de um big bang, em acordo com as leis da Relatividade Geral e da Física de Partículas. O rápido crescimento da popularidade da versão do big bang foi sem dúvida ajudado por uma espécie de efeito manada, mas as conclusões dos cosmologistas foram baseadas epistemologicamente, não socialmente (Tradução livre).

Em 1993, Hoyle, Narlikar e Geoffrey Burbidge chegam a propor a teoria *Quasi-steady-state*, ou QSS, na qual estão inseridas as fontes de rádio, a radiação cósmica de fundo e os desvios para o vermelho dos quasares. O Universo continua tendo idade infinita, a criação de matéria ainda está presente, embora tal criação só tenha espaço em campos gravitacionais fortíssimos (em pequenos big bangs), e a constante de Hubble é aplicada e pode variar com o tempo. Tal universo também está em expansão, mas não uniformemente, oscilando em escalas de tempo cósmico, sendo a criação de matéria acelerada nos momentos em que a densidade deste universo é maior. No entanto, tal versão também não recebeu acolhida efusiva, visto que desde a década de 1970 as evidências observacionais apontam que o Universo não precisaria da criação de matéria para surgir e evoluir como evoluiu. Além destes fatores, os avanços nos estudos de nucleossíntese também acabaram por reforçar as bases da teoria do Big Bang:

O reator nuclear natural que chamamos de Big Bang desligou a si mesmo após o Universo ter se expandido por cerca de três minutos, mas nesse curto tempo ele transformou 25% da massa do Universo em hélio, e aproximadamente 75% dela em hidrogênio. Digo ‘aproximadamente’ porque a fusão nuclear do hidrogênio em hélio deixou minúsculos traços de deutério, lítio e do isótopo hélio-3 nas relativas abundâncias de 1/1000%, 1/100.000.000%, e 1/1000% sobre a massa, respectivamente. Estas abundâncias previstas correspondem exatamente às frações medidas no Universo hoje. Esta notável descoberta é uma das pedras angulares da teoria cosmológica do Big Bang (BARROW, 1988, p. 354. Tradução livre).

3.6 Princípio Antrópico

Desde pelo menos os trabalhos de Copérnico e Kepler, o homem perdeu seu lugar de destaque na organização cósmica. Com o delineamento da cosmologia do século XX e seu postulado do princípio cosmológico, que defende um Universo homogêneo e isotrópico em

grandes escalas (ver seção 2.4), reforça-se a ideia de que a Terra e seus habitantes não podem de maneira alguma postular um lugar especial na natureza.

Em meio à elevação do Big Bang como paradigma cosmológico, começam a surgir questionamentos acerca da real posição do homem no Universo, além de ideias que visam conciliar a noção de insignificância com o antropocentrismo anterior, rediscutindo o posicionamento do homem perante a natureza. Tais concepções não chegam a suscitar o que poderíamos classificar como controvérsia, mas causam certa polêmica em uma cosmologia que há séculos abandonou a ideia de que o homem pudesse de alguma forma ser uma criatura especial.

Entre estas teorias está o Princípio Antrópico, delineado em 1961 por Robert Dicke (COMITTI, 2011, p. 2), físico norte-americano que, mobilizando principalmente os campos da física e da biologia, nota a curiosa conjugação de valores específicos da constante de Hubble, estimativa da idade do universo, para o surgimento de condições que permitissem a formação da vida inteligente. Tais condições específicas não poderiam ser aleatórias: seus ajustes precisavam ser exatamente o que são, ou caso contrário a vida inteligente como a conhecemos não poderia surgir.

Em 1974, com base nas observações de Dicke, o astrofísico norte-americano Brandon Carter formula o Princípio Antrópico, dividindo-o em duas versões, a forte e a fraca. A versão fraca previa que nossa posição deveria ser de alguma forma privilegiada, pois é compatível com nossa existência enquanto observadores, o que depende de uma ampla gama de fatores conjugados no tempo e no espaço para que possa ocorrer. A versão forte postula que o Universo e os parâmetros fundamentais que o configuram devem ser tais que permitam o surgimento de observadores em algum momento.

O Princípio Antrópico fraco não foi fonte de grandes discordâncias, pois é notório que se certos valores de ajustes da natureza como as forças de acoplamento nuclear e gravitacional fossem diferentes, a organização do Universo como o conhecemos não seria possível. Já a versão forte do mesmo princípio, por despertar referências teleológicas de fundo religioso, causou resistência e críticas de cientistas.

Tais noções serão remodeladas na década de 1980 por John D. Barrow e Frank K. Tippler na obra *The Anthropic Cosmological Principle*, de 1988. Para estes autores, a definição de Princípio Antrópico fraco é semelhante à de Carter, mas inclui como condições prévias para o surgimento da vida inteligente, que os valores das constantes físicas e cosmológicas sejam

específicos (tal condicionamento só aparece na versão forte de Carter), e só consideram a vida inteligente como possível em sua versão carbonácea. Barrow complementa esta visão na obra *The World within the World* (1988) ao discutir a possibilidade de existência de outros Universos além do nosso, de acordo com a teoria dos multiversos:

Este reconhecimento de que há tipo de universos que não podemos esperar observar, é às vezes chamado de *Princípio Antrópico Fraco*. É basicamente uma extensão de nossa cautela em exigir uma compreensão completa das distorções presentes em nossos aparelhos de medição, quando se faz ciência experimental. Diz-nos que nosso espanto acerca de algumas propriedades do Universo que a priori parecem incomuns, deve ser relativizado pelo reconhecimento de que muitas destas propriedades devem estar presentes se um universo deve ser estudado por observadores inteligentes (BARROW, 1988, p. 355. Grifo do autor. Tradução livre).

Já o Princípio Antrópico Forte possui formulação mais radical do que a de Carter. Segundo os autores, “O universo deve possuir aquelas propriedades que permitem o desenvolvimento de vida dentro dele em algum estágio de sua história” (BARROW, TIPPLER, apud COMITTI, 2011, p. 2). Tal ideia, que a princípio pode parecer presunçosa, foi desenvolvida por Barrow à luz da lógica que a aplicação de leis naturais da física oferece ao entendimento do Universo:

Se o Universo é exclusivamente estabelecido por alguma lógica interna mais elevada, então devemos nos julgar extremamente afortunados de que este arranjo único e autoconsistente tenha acontecido de modo a permitir a evolução de observadores para testemunhar isso, e somos incapazes de concluir mais nada sobre a conexão entre vida e Universo sem apelar para a metafísica ou crenças religiosas. Se o Universo possui algum aspecto aleatório em sua composição, o veredito será diferente. Devemos aceitar que, contrariamente ao preconceito de muitos cientistas, existem aspectos da estrutura em larga escala do Universo que não têm qualquer explicação no sentido convencional. Eles surgem como eventos aleatórios nos primeiros momentos da história do Universo. Isso poderia ter sido de outra forma (e pode até ser diferente em outras partes do Universo). Não poderíamos existir na maioria dos universos possíveis, onde os resultados de tais acidentes conduzem a universos que não podem sustentar a vida (BARROW, 1988, 361. Tradução livre).

Ambas as versões de Barrow e Tipler sofreram as mesmas críticas que o Princípio Antrópico Forte de Carter, por permitirem uma interpretação teleológica, além de denotarem certa arrogância, como apontou Carl Sagan, ao considerar somente a possibilidade de existência de vida inteligente sob a forma carbonácea que conhecemos.

Embora concepções teleológicas sejam criticáveis em análises sobre a natureza, Koestler, ao discutir o nível de abstração necessário atualmente para os estudos da física, derivados de uma ultraespecialização de estudos de fenômenos longe da experiência empírica humana, faz uma observação interessante sobre a maneira como a ciência lida com a ideia de objetivo:

[...] se a causalidade desabou e os fatos não são rigidamente governados pelos impulsos e pressões do passado, não serão, por acaso, influenciados de algum modo pelo ‘puxão’ do futuro, o que é uma maneira de dizer que o ‘objetivo’ pode ser um fator físico concreto na evolução do universo, tanto no nível orgânico como inorgânico? No cosmos relativista, a gravitação é resultado das curvaturas e dobras do espaço que continuamente tendem a se endireitar, o que, como observou Whittaker “é uma afirmação tão completamente teleológica que houvera indubitavelmente deliciado o coração dos escolásticos”. Se o tempo, na física moderna, é tratado em dimensão quase de pé de igualdade com as dimensões do espaço, por que deveríamos, *a priori*, excluir a possibilidade de sermos puxados e também impelidos ao longo de seu eixo? O futuro possui, afinal, tanta ou pouca realidade como o passado, e não há nada logicamente inconcebível em introduzir, como hipótese atuante, um elemento de finalidade, suplementar do elemento de causalidade, nas nossas equações. Trai grande falta de imaginação acreditar que o conceito de ‘objetivo’ deve ser necessariamente ligado a uma divindade antropomórfica. (KOESTLER, 1989, p. 375).

A cosmologia de fato demonstra a existência de condições muito específicas de tempo, nucleossíntese de elementos e disposição espacial do Universo que se conjugaram para que fosse possível a evolução da maneira como ela ocorreu. Neste sentido, os apontamentos propostos pelo Princípio Antrópico, embora não reivindicuem o posto de categoria de explicação completa da realidade universal, podem ser invocadas enquanto não se chega a uma “teoria de tudo”, capaz de conjugar de maneira mais sólida tanto nossos conhecimentos em mecânica quântica quanto em gravitação relativística.

3.7 Astrobiologia

A exploração espacial iniciada na década de 1950 abriu à humanidade a possibilidade de pesquisa do espaço a partir de instrumentos localizados fora de nosso planeta. Conjugada à nossa capacidade imaginativa e a angústias que acompanham a humanidade há séculos, como o questionamento sobre se estamos sozinhos no Universo, tais possibilidades de exploração logo suscitaram a formação de um ramo novo das ciências, a Astrobiologia, nos anos 1960.

Conforme definição dada pelo NASA Astrobiology Institute em 1995, Astrobiologia é “o estudo do universo com vida” (FRIAÇA, 2010, p. 96). Devido não só à complexidade do objeto-base do estudo, a vida, mas também à necessidade de desenvolvimento de tecnologias específicas para que tais estudos possam ser feitos, tal proposta demanda uma série de conhecimentos específicos, como astronomia, biologia, química, geologia, física, filosofia, entre outros, e pode ser entendida como um esforço transdisciplinar de conhecimento, colocado nas fronteiras do desenvolvimento científico em nossos dias. Tal esforço é orientado a partir de três questões fundamentais: como a vida se originou e evoluiu, se existe vida em outras partes do Universo e qual será o futuro da vida na Terra.

Entende-se possível encontrar vida no Universo a partir da detecção de condições como a distância dos planetas em relação às suas estrelas (nem tão próxima que não permita a formação de atmosfera, nem tão distante que não permita a existência de água em estado líquido), tamanho (nem tão pequeno que não permita variedade de vida, nem tão grande que se torne gasoso) e composição do planeta (rochoso), além da presença de oxigênio em abundância na atmosfera, indicando atividade orgânica (FRIAÇA, 2010). A principal expectativa, no entanto, não é que se encontre vida inteligente devido às pequenas probabilidades de evolução para esta condição, e sim de seres unicelulares resistentes a condições extremas (FRIAÇA, 2010, p. 100). Além disso, é preciso considerar também que o desenvolvimento da busca por indícios de vida fora da Terra favorece avanços no entendimento de como ela se iniciou em nosso próprio planeta: “A busca até então sem frutos de uma conexão íntima entre a origem da vida terrestre e o resto do cosmos pode ser o início de uma teoria geral da biologia, uma estrutura de conceitos capazes de explicar o desenvolvimento da vida onde quer que exista” (SANTOS, C. et. al., 2016, Tradução livre).

A Astrobiologia é ainda uma disciplina permeada por controvérsias, que começam na própria definição do objeto de estudo: o que podemos entender como sendo vida, assunto de

enorme abrangência conceitual? Quais os mecanismos que levam ao seu surgimento? Tais questões, longe de serem esclarecidas ainda, geram inúmeros debates: sobre os elementos químicos necessários para o desenvolvimento da vida, a importância da água (e de seus estados físicos) e do oxigênio neste desenvolvimento, a validade dos marcadores biológicos considerados como indicadores de presença de vida, o tempo e as condições geológicas necessários para a formação das primeiras moléculas orgânicas, entre dezenas de outros fatores. Não há perspectiva de formação de consenso nestas questões a curto prazo, situação que aponta para a existência de um campo fértil de desenvolvimento e discussão para os estudos em cosmologia nas próximas décadas.

Além disso, a possibilidade de vida em outras regiões do universo desperta discussões que mais uma vez colocam em cheque a posição da humanidade no cosmos. A cosmologia se vê de novo envolvida por questões não só de ordem técnica, mas também filosófica e social. Ao fim, a despeito do que comumente se pensa sobre a objetividade científica, a cosmologia parece ter por vocação a capacidade de conjugar dados observacionais com questões filosóficas e sociais colocadas por inquietações existenciais da humanidade.

3.8 Outros desafios recentes

Durante a década de 1930, o astrônomo suíço Fritz Zwicky (1898-1974) percebeu que havia muito mais massa nos aglomerados de galáxias do que a matéria bariônica (composta por prótons, nêutrons e elétrons) detectável então. A esta massa indetectável à época foi dado o nome “matéria escura”.

Desde a década de 1980, estudiosos de galáxias elípticas costumavam explicar a presença de lentes gravitacionais¹³ em torno de vários destes objetos como sendo resultado da atuação de um halo de matéria escura em torno de tais galáxias, e havia a expectativa de que, se pudessem ser estudadas, tais partículas poderiam ajudar a explicar a formação de galáxias e seus aglomerados (ELLIS, 2010, p. 973).

Medições de emissões das supernovas SN Ia realizadas no final da década de 1990 mostraram que o Universo na verdade se expandia a taxas maiores do que as previstas pelas

¹³ “Lentes gravitacionais” é o nome que se dá à replicação da luz de um objeto extragaláctico, causada pela gravidade de um corpo presente entre o objeto emissor da luz e seu observador.

equações relativísticas (DURRER, 2011, p. 5102), levando os cosmólogos a resgatarem o conceito e os valores da constante cosmológica desenvolvida e depois abandonada por Einstein. Esta constante, à qual foi dado o nome de “energia escura”, funcionaria como um fluido antigravidade, e seria responsável por acelerar a expansão do Universo.

Os efeitos da matéria e energia escura sobre a formação de galáxias e a aceleração da expansão do universo tornaram a busca por suas partículas ou substâncias constituintes um dos grandes objetivos da física e da cosmologia atuais, sendo o Bóson de Higgs, detectado recentemente pelos laboratórios do CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear), um dos grandes candidatos a esta posição (SHAPOSHNIKOV, 2014, p. 6-7). De toda forma,

O nome energia escura foi inventado em grande parte para esconder nossa ignorância sobre esta propriedade do espaço. Uma explicação que está ganhando muito espaço no momento é que a energia escura poderia até ser uma ilusão derivada de nossa descrição incompleta da gravidade de Einstein. Os físicos relutaram em abandonar a física newtoniana no começo do século XX e o mesmo pode estar acontecendo hoje com a Relatividade Geral. De todo modo, a resolução do problema da energia escura oferece a perspectiva de uma emocionante revisão de nosso entendimento do Universo (ELLIS, 2010, p. 983. Tradução livre).

CAPÍTULO 4. PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS E OBSERVATÓRIO DO VATICANO COMO ELEMENTOS DE APROXIMAÇÃO ENTRE IGREJA CATÓLICA E COSMOLOGIA PARADIGMÁTICA

Neste capítulo, abordaremos o relacionamento que a Igreja Católica estabelece com a cosmologia contemporânea a partir de duas de suas instituições acadêmicas: a Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano e o Observatório do Vaticano. Mas antes de continuarmos, cabe aqui uma observação: a bibliografia à qual tivemos acesso sobre a história destas duas instituições é basicamente a produzida por elas próprias. Ainda que tais obras não excluam a autocrítica, foram produzidas em tom elogioso, e tal conjuntura lança armadilhas evidentes ao trabalho do historiador. Assim, mesmo que o foco principal da análise deste trabalho não seja fundamentado sobre estas bibliografias, é produtivo que se mantenha em mente a limitação imposta pelas fontes para a reconstrução do percurso histórico destas instituições.

A partir desta ressalva, abordaremos os discursos norteadores da atuação da Academia e do Observatório, e como a atuação de seus membros influencia o posicionamento da Igreja acerca da cosmologia.

4.1 A Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano

4.1.1 História

A Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano reclama suas origens na Academia dos Lincei (SORONDO, 2012, p. 1), fundada em Roma em 17 de agosto de 1603 por Federico Cesi, em sua própria residência. Cesi, aos 18 anos, era o filho mais velho de uma das famílias mais ricas e poderosas de Roma e, junto a outros três colegas estudantes, concebeu como proposta inicial a formação de uma espécie de “irmandade” de estudiosos, cujo objetivo seria a troca de saberes e aprendizagens, que deveriam ocorrer com liberdade de pensamento e investigação científica. Galileu foi incorporado ao grupo em 1611, e ofereceu objetivos e metodologias de investigação a seus membros. Como elemento mais destacado da Academia, Galileu recebeu apoio político em seu conflito com a Igreja Católica, e viu a repressão a membros do grupo que

não concordavam com seus pontos de vista, apesar das pretensões iniciais de liberdade de fala e investigação (VINTI, *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2004, p. 44). Federico Cesi faleceu em 1630, precipitando a Academia dos Linceus numa existência precária por falta de verbas, organização e atuação política, até que foi finalmente desfeita em 1657. A Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano exalta o papel da Academia dos Linceus para a inovação de pensamento e método do fazer científico, a despeito da falta de relevância atribuída a ela por outros autores (IDEM, p. 47).

Em 1847, Pio IX fundou a Academia Pontifícia dos Novos Linceus, enquanto instituição oficial do Estado Pontifício, e com objetivos claros:

À Academia foram atribuídas tarefas eminentemente práticas: promover o progresso da ciência e se tornar um centro de especialização para atender às necessidades dos Estados Pontifícios na melhoria de sua infraestrutura técnica. Poderia ser comparada aos conselhos de pesquisa que foram estabelecidos nesse período em muitas nações europeias. O conjunto dos membros refletiu, com exceções interessantes, o nível científico relativamente atrasado dos Estados: uma comparação com os grandes centros de ciência da época seria pouco generosa. A Academia, no entanto, cumpriu sua tarefa com honra (CABIBBO, Nicola, *in* PONTIFICAL ACADEMY OF SCIENCES, 2004. p. 116. Tradução livre).

Em 1870, quando os Estados Papais foram anexados pelo reino da Itália, parte dos membros da Academia dos Novos Linceus passou à Academia Italiana, atual Academia Nacional dos Linceus. A instituição papal continuou suas atividades de pesquisa, ainda que desfalcada e sem destinação permanente de verbas. Em 1923, sob o papado de Pio XI, a Academia foi alojada em sua sede atual, a Casina Pio IV, no Vaticano, construída no séc. XVI e residência de verão de vários papas.

Foi o mesmo Pio XI que, em 28 de outubro de 1936, refundou a Academia dos Novos Linceus, batizando-a como Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano, designação que recebe até hoje. Tal ação foi oficializada no *Motu Proprio In Multis Solaciis*. O documento prevê a promulgação simultânea dos Estatutos da Academia, bem como a nomeação de 70 membros (nem todos eram integrantes da Academia dos Novos Linceus), tratados como o “Senado Científico da Santa Sé”, além da afirmação de compromisso de destinação de verbas permanentes e adequadas para o funcionamento da instituição. A importância deste ato foi destacada por Nicola Cabibbo, físico italiano, membro e ex-presidente da Academia:

Esta não era uma simples mudança de nome: a Academia recebeu um novo conjunto de membros, escolhidos entre os cientistas mais proeminentes da época, e recebeu uma tarefa sublime, a de se tornar o Senado Científico da Igreja Católica. Não mais um centro de especialização para os Estados Pontifícios, a Academia se tornaria um centro a serviço do Sumo Pontífice e da Igreja Católica em geral, no desempenho da Sua missão pastoral. A Academia estudaria o progresso da ciência e suas implicações filosóficas, com especial atenção para as consequências das novas descobertas científicas para o progresso da condição humana. A Academia restaurada estabeleceria, ao mais alto nível possível, *um canal aberto de comunicação entre a Igreja Católica e a comunidade científica*. (Idem. p. 116. Tradução livre. Grifo nosso).

A pretensão exposta por Cabibbo, de consolidação de um canal de diálogo com o mundo científico, faz eco à tentativa de aproximação já tratada no Capítulo 1, e corresponde ao que foi exposto no *In Multis Solaciis* (PIO XI, 1936), que já reclama a convivência frutífera da ciência e religião, além de problematizar a tese de conflito entre ambas:

A ciência, quando é verdadeiro conhecimento do real, nunca contrasta com as verdades da fé cristã; pelo contrário, de fato - como só pode confirmar quem consultou os anais das ciências -, os Sumos Pontífices, juntamente com toda a Igreja, sempre favoreceram a pesquisa de cientistas também em assuntos experimentais, de modo que, por sua vez, essas disciplinas consolidaram a maneira de defender o tesouro da verdade celestial, em favor da própria Igreja. Portanto, como o Concílio Vaticano ensinou solenemente, "a fé e a razão não devem estar em conflito uma com a outra, mas sim trazer benefício mútuo, porque a razão correta demonstrará os fundamentos da fé, e, enriquecida com essa mesma luz, será perfeita a ciência das coisas divinas; por sua vez, a fé se libertará e se protegerá de erros e se enriquecerá com um conhecimento multifacetado".

Infelizmente, nos últimos tempos, os homens cultos que habitaram anteriormente a casa paterna da religião ancestral, às vezes abandonaram, infelizmente, o "filho pródigo", mas certamente não com o objetivo de aprender melhor a verdade; acima de tudo, no século passado, foi apoiado, com audaz e fictícia ousadia, que os motivos e os caminhos das ciências humanas e da revelação divina estavam em conflito um com o outro. No

entanto, opiniões prejudiciais deste tipo até agora caíram em desuso [...] (PIO XI, 1936. Tradução livre.).

A posição de Pio XI vai ao encontro não só ao defendido no Concílio Vaticano I, mas também ao que é defendido em praticamente todas as cartas papais enviadas à Pontifícia Academia de Ciências posteriormente: percebe-se uma clara influência da Teologia Natural, à medida em que o esforço científico é justificado como a busca pelo entendimento das ações de Deus; também fica clara a ideia de que a razão deve servir à fé, vista como possibilidade máxima das capacidades humanas ao invés do pensamento racional. É também flagrante o otimismo exagerado de Pio XI ao defender que o embate entre ciência e religião havia sido encerrado – ideia usada talvez apenas como ferramenta retórica, caso contrário a defesa de uma convivência pacífica entre ciência e religião não fosse tema tão recorrente nos demais documentos analisados, inclusive os produzidos pelo próprio Pio XI.

A imprensa científica internacional noticiou a fundação da Academia de maneira fria, refletindo o que parece ser uma descrença em um órgão que alega a promoção da ciência, mas é subordinado a uma instituição religiosa. A revista de divulgação científica onde encontramos o maior número de reportagens sobre a Academia foi a *Science*, que em 6 de novembro de 1936 noticiou sua fundação limitando-se a reproduzir as alegações do Vaticano e a informar quem eram os membros do grupo recém-formado:

Uma nova Pontifícia Academia de Ciências foi inaugurada pelo Papa Pio em 30 de outubro. *Foi anunciado* que seus membros foram selecionados somente por suas conquistas científicas. Ela consiste de 70 membros, como segue [...] O Papa ofereceu o seguinte discurso em relação à organização da academia [...] (SCIENCE, 1936. Tradução livre. Grifo nosso).

Mais adiante, os dados sobre a Academia serão tratados com maior profundidade. Mas cabe aqui colocar que, inicialmente, os membros nomeados para a Academia eram todos homens e predominantemente europeus: contando as nomeações ordinárias e honorárias, os europeus eram 73 entre os 79 nomeados em 28 de outubro de 1936. Neste momento a Academia já contava com grandes nomes, como Max Planck e Niels Bohr, mas vai ser somente a partir da década de 1970 que os escopos de discussão se ampliarão para além das ciências aplicadas, e a nomeação de membros abará mais cientistas de outros lugares do planeta, além de mulheres. Tal mudança configura uma resposta às mudanças políticas, sociais e culturais que o mundo vivia à época, e pode ter sido influenciada também pela atuação de Carlos Chagas, cientista Brasileiro nomeado para a academia em 1961, e presidente da instituição entre 1972 e

1989, qualificado em diferentes falas como dedicado à Academia e preocupado em fazê-la se tornar mais efetiva e abrangente (SCIENCE, 1982, p. 1076). Além disso, as determinações do Concílio Vaticano II também influenciam esta mudança de rumos: a Constituição Pastoral *Gaudium et Spes: Sobre a Igreja no mundo atual*, de 1965, por exemplo, trata entre outros pontos da necessidade de a Igreja se atualizar e manter atenta às necessidades e discussões que surgiam no mundo, notadamente em um contexto de tensões provocadas pela Guerra Fria e pelo surgimento da Contracultura, sinalizando sua determinação em manter diálogo com um mundo em rápida transformação, e de não abrir mão de seu peso político neste novo mundo:

Nos nossos dias, a humanidade, cheia de admiração ante as próprias descobertas e poder, debate, porém, muitas vezes, com angústia, as questões relativas à evolução atual do mundo, ao lugar e missão do homem no universo, ao significado do seu esforço individual e coletivo, enfim, ao último destino das criaturas e do homem. [...]

Eis a razão por que este sagrado Concílio, proclamando a sublime vocação do homem, e afirmando que nele está depositado um germe divino, oferece ao gênero humano a sincera cooperação da Igreja, a fim de instaurar a fraternidade universal que a esta vocação corresponde. [...]

Para levar a cabo esta missão, é dever da Igreja investigar a todo o momento os sinais dos tempos, e interpretá-los à luz do Evangelho; para que assim possa responder, *de modo adaptado em cada geração*, às eternas perguntas dos homens acerca do sentido da vida presente e da futura, e da relação entre ambas. É, por isso, necessário conhecer e compreender o mundo em que vivemos, *as suas esperanças e aspirações*, e o seu carácter tantas vezes dramático. Algumas das principais características do mundo atual podem delinear-se do seguinte modo. [...] Evolução e domínio da ciência e da técnica [...] Transformações psicológicas, morais e religiosas [...] (CONCÍLIO VATICANO II, 1965. Grifo nosso).

Neste sentido, um ponto importante na história da Academia e da relação entre Igreja Católica e ciência foi a sessão plenária de 1979, que comemorava o centenário do nascimento de Albert Einstein e a primeira sob o pontificado de João Paulo II. A Science também noticia esta sessão, mas desta vez com muito mais destaque. Nesta matéria, a revista constrói o perfil histórico da Academia, publica as cartas lidas por Carlos Chagas, então presidente da instituição, de Paul Dirac e de Victor Weisskopf, também seus membros, e a carta de João Paulo II em que defende a autonomia científica e convida os estudiosos da Igreja a reinvestigarem a

condenação de Galileu Galilei. A reportagem enfatiza a importância desta sessão de maneira bastante clara, demonstrando mudança de posicionamento da revista em relação à Academia:

A sessão de Einstein foi histórica de três maneiras. Foi a primeira vez que o Papa presidiu uma sessão da Pontifícia Academia. Foi a primeira sessão desse tipo com a participação dos cardeais, muitos dos quais estavam em Roma na época. Finalmente, a fala do Papa foi notável, particularmente sua ênfase na autonomia da verdade científica e sua independência em relação à verdade religiosa (SCIENCE, 1980, p. 1159. Tradução livre).

Alegamos que a Science passa a demonstrar maior entusiasmo em relação à Academia não só devido à reportagem indicada acima, mas também devido à publicação no volume 215, de 1982. Sob o título *The Pope's Science Advisers*, a revista traça um panorama das atividades da instituição a partir das falas de dois pesquisadores do MIT e membros da Academia, Alexander Rich e Viktor Weisskopf, legitimando assim o tom elogioso da reportagem, que enfatiza o caráter internacional e a importância das discussões que a instituição promove, além da atuação de Carlos Chagas Filho como presidente:

A única academia internacional de ciências tem seu quartel general em Roma, na Cidade do Vaticano. A pouco conhecida, mas ilustre, Pontifícia Academia de Ciências oferece conselhos científicos ao Papa. A maioria dos seus 70 membros não são católicos; a academia conta com 26 laureados com o Nobel. Victor Weisskopf, físico do MIT que é membro da academia há 5 anos, diz: “A única explicação que tenho para a obscuridade da academia é que o Vaticano é muito ruim em publicidade”.

De toda maneira, nos últimos anos houve várias ocasiões em que notícias da academia e seus conselhos vieram à tona. Isso é devido a João Paulo II que, de acordo com muitos membros da academia, tem um ativo interesse pela ciência. Mas, de acordo com Alexander Rich, biólogo do MIT e membro acadêmico, isso também ocorre devido à influência de Carlos Chagas, um famoso neurofisiologista brasileiro que é o atual presidente da academia. “A Pontifícia Academia se tornou uma academia ativa sob Chagas. Ele é animado, compassivo e engajado. É respeitado pelos membros da academia e se dá bem com o Papa”, Rich ressalta (SCIENCE, 1982, p. 1076. Tradução livre).

A mesma reportagem ressalta a influência da Academia nas decisões do Papa, exemplificando com as cartas e visitas diplomáticas que João Paulo II realizou a vários líderes

mundiais para alertar sobre os riscos de uma guerra nuclear, após as discussões sobre o tema realizadas por um grupo de estudos da Academia. Viktor Weisskopf ainda reforça a importância de João Paulo II para a instituição ao participar de suas discussões e incentivar seus trabalhos, o que a tornaria mais ativa e efetiva, já que, segundo ele, Paulo VI se restringia a “balançar as mãos dos recém-nomeados”, e as reuniões até então eram de “cientistas falando com cientistas”. A realidade teria mudado com João Paulo II que, ao demonstrar grande interesse nos acadêmicos e na ciência, reforçou a atuação da instituição e melhorou sua comunicação com a comunidade internacional, de acordo com os ideais de divulgar a ciência e fazê-la servir à humanidade.

Em 1986 o número de membros vitalícios da Academia foi elevado para 80, na mesma época em que os temas de discussão nas Sessões Plenárias, em que estes acadêmicos se encontram, se tornaram paulatinamente mais interdisciplinares, se preocupando sobretudo com as questões atreladas à ética científica, à alimentação e o impacto da ciência sobre o respeito aos Direitos Humanos. Hoje, a Academia concentra seus trabalhos em seis áreas principais: a) ciência fundamental, b) ciência e tecnologia relacionadas a questões globais, c) ciência aplicada aos problemas do Terceiro Mundo, d) ética e política científica, e) bioética, f) epistemologia (SORONDO, 2012, p. 3).

4.1.2 Estatutos e metas

O Estatuto que rege a Pontifícia Academia de Ciências foi promulgado em 1936 por Pio XI, e posteriormente alterado em 1976 por Paulo VI e em 1986 por João Paulo II, com o objetivo de adequar as ações da Academia às diretrizes do Concílio Vaticano II e facilitar o cumprimento de suas próprias metas (SORONDO, 2012, p. 1). Neles, encontram-se os objetivos da instituição, as regras de nomeação de seus membros e presidentes, suas fontes de financiamento e disposições gerais. Entre tais pontos, destacamos:

Parte I: CONSTITUIÇÃO E OBJETIVO

Art. 1: A Pontifícia Academia de Ciências, fundada por Pio XI de memória sagrada, é colocada sob a proteção exaltada e direta do Sumo Pontífice reinante.

Art. 2: O objetivo da Pontifícia Academia de Ciências é promover o progresso das ciências matemáticas, físicas e naturais e o estudo de problemas epistemológicos relacionados a elas.

Art. 3: Para a consecução de seus fins, a Academia:

- a. realiza sessões plenárias dos acadêmicos;
- b. organiza reuniões para promover o progresso das ciências e a solução de importantes problemas científico-técnicos, que são fundamentais para o desenvolvimento da humanidade;
- c. promove investigações e pesquisas científicas que podem contribuir, nos contextos apropriados, na exploração de problemas morais, sociais e espirituais;
- d. organiza conferências e celebrações;
- e. cuida da publicação dos Procedimentos de suas próprias reuniões, dos resultados das pesquisas científicas e estudos dos acadêmicos e de outros cientistas.

Art. 4: Com o objetivo de promover a pesquisa científica, a Academia de dois em dois anos concede a Medalha Pio XI a um jovem cientista de reputação internacional.

Parte II: OS ACADÊMICOS

Art. 5: Os candidatos a um lugar na Academia são escolhidos pela Academia [membros] com base em seus eminentes estudos científicos originais e de sua personalidade moral reconhecida, sem qualquer discriminação étnica ou religiosa, e são nomeados de maneira vitalícia pelo ato soberano do Santo Padre.

[...]

Art. 6: O complemento completo da Academia é composto por 70¹⁴ membros vitalícios, escolhidos de forma a que, na medida do possível, todos os ramos principais da ciência e todas as principais regiões geográficas sejam representados.

Parte III: GESTÃO DA ACADEMIA

Art. 7: A Academia é gerida por um Presidente, nomeado dentre os acadêmicos, Motu Proprio, pelo Sumo Pontífice, a quem é diretamente subordinado. O presidente permanece no cargo por quatro anos e pode ser reeleito pelo Sumo Pontífice. O Presidente guia e dirige toda a atividade da Academia e a representa perante a Santa Sé ou qualquer outra Autoridade ou Instituição.

[...]

Parte IV: RECURSOS FINANCEIROS

¹⁴ Conforme citado anteriormente, são 80 acadêmicos desde 1986.

Art. 10: O financiamento da Academia é assegurado pela Administração do Patrimônio da Sé Apostólica. [...] (PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 1936b. Tradução livre).

Percebe-se assim algumas precauções no sentido de que a Academia seja construída como um órgão duradouro dentro da Igreja Católica: se assegura a comunicação periódica entre os acadêmicos sob diversos formatos, evitando que a Academia se dissipe por falta de participação de seus membros; a atividade permanente da instituição é garantida através da destinação assegurada de verbas, benefício com o qual suas academias predecessoras não puderam contar. Também podemos notar a ausência da preocupação inicial com as ciências Humanas ou com aspectos eminentemente morais e éticos do fazer científico, uma das características mais marcantes da atuação da Academia nas últimas décadas. A divulgação dos resultados de seus encontros, bem como a oferta da Medalha Pio XI¹⁵, vão de encontro ao objetivo de contribuir com a divulgação e desenvolvimento científico, e permitem que a Academia marque sua posição enquanto instituição científica que promove contribuições ao meio. Além disso, cabe ressaltar que a subordinação direta ao Sumo Pontífice teoricamente assegura que, se há interferência ou limitações impostas por elementos religiosos na atuação da Academia, ao menos esta interferência provém de um membro altamente qualificado do clero – embora exista o argumento de que a Academia é plenamente livre e autônoma em suas discussões e decisões (SORONDO, 2012, p. 2).

Atualmente, a Academia se atribui as metas de:

- Promover o progresso das ciências matemáticas, físicas e naturais e o estudo de questões e assuntos epistemológicos relacionados
- Saudar a excelência científica
- Estimular uma abordagem interdisciplinar do conhecimento científico
- Incentivar a interação internacional
- Promover a participação nos benefícios da ciência e da tecnologia pelo maior número de pessoas e povos
- Promover a educação e a compreensão pública da ciência
- Garantir que a ciência trabalhe para o avanço das dimensões humana e moral do homem
- Reforçar um papel para a ciência que envolve a promoção da justiça, o desenvolvimento, a solidariedade, a paz e a resolução de conflitos

¹⁵ Entre os anos de 1944 e 1960, a medalha não foi ofertada.

- *Promover a interação entre fé e razão e encorajar o diálogo entre ciência e valores espirituais, culturais, filosóficos e religiosos*
- Fornecer assessoria qualificada em questões científicas e tecnológicas
- Cooperar com os membros de outras Academias em um espírito amigável para promover tais objetivos. (PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 1936a. Tradução livre. Grifo nosso).

Tais metas são coerentes com os Estatutos e refletem as discussões travadas nas Sessões Plenárias das últimas décadas. Sobre elas, cabe ressaltar a importância atribuída ao *encorajamento do diálogo* entre ciência e religião, fator que se mostra preponderante para a justificativa da existência da Academia (ver pp. 111-112). As metas também jogam luz sobre o posicionamento quanto à atuação da Academia: ao final, o incentivo ao progresso das ciências recebe menos ênfase que as discussões acerca do uso da ciência para o bem da humanidade, refletindo o fato de que a Academia funciona muito mais como um espaço de encontro de cientistas do que como uma entidade financiadora de pesquisas.

4.1.3 Cartas Papais

As Sessões Plenárias e as semanas de estudos em que os acadêmicos se reúnem oferecem uma boa oportunidade de apreender qual o discurso oficial dos papas (e, por extensão, da Igreja Católica¹⁶) em relação à ciência, além de sua interação com a religião. Estas sessões contam com uma solenidade de abertura em que o Papa lê uma carta dirigida aos acadêmicos, e em algumas delas houve também a leitura de mensagens nas solenidades de encerramento. As cartas lidas entre 1936 e 2002 foram reunidas na publicação *Papal Adresses* (PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003)¹⁷, e as demais encontram-se disponíveis nas atas das Sessões Plenárias publicadas no site da Academia (<http://www.pas.va>) e, somadas a uma carta de João Paulo II ao diretor do Observatório do Vaticano em 1988, totalizam 65 documentos.

Alguns pontos perpassam as cartas de todos os papas, refletindo os estatutos e metas da Academia, e cabe aqui indicá-los:

Como amiga da verdade, a Igreja admira e encoraja o avanço do conhecimento, juntamente com o das artes e de todas as coisas, e o vê como

¹⁶ Como Paulo VI atesta em carta de 3 de outubro de 1964 (PAULO VI, in PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 186).

¹⁷ *Papal Adresses* publicou também as cartas enviadas à Academia dos Novos Linceus entre 1914 e 1936, além de algumas correspondências a instituições científicas e pesquisadores.

uma coisa bela e boa para exaltar o espírito e promover o bem. A própria Igreja não é a causa do progresso divino no mundo e a mãe do maior progresso intelectual e moral da humanidade e da vida civilizada das nações? Ela avança ao longo dos séculos, mestra da verdade e da virtude, lutando contra erros e não contra aqueles que erram, não derrubando, mas construindo, plantando rosas e lírios sem desarraigar oliveiras e loureiros. Ela cuida e muitas vezes santifica monumentos e templos do paganismo romano e grego. Se em seus museus não existem mais admiradores de Marte e Minerva, em seus mosteiros e bibliotecas ainda se fala de Homero e Virgílio, Demóstenes e Cícero; nem despreza reconhecer que ao lado da águia de Hipona e o filho de Aquino colocam Platão e Aristóteles. A busca das ciências é encorajada nas universidades fundadas por ela; ela pede à matemática e astronomia para corrigirem os métodos antigos de medir o tempo; ela invoca todas as artes que são marcadas com o esplêndido signo da verdade para imitar em honra a Cristo as basílicas dos Césares e para ir além delas com cúpulas, ornamentos, pinturas e imagens vertiginosas, que tornarão eternos os nomes de seus criadores.

Toda forma de arte e todo tipo de ciência servem a Deus porque Deus é *Scientiarum Dominus* [conhecimento] e *docet hominem scientiam* [ensina o conhecimento ao homem]. (PIO XII, in PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 85. Tradução livre).

O trecho exemplifica a ideia defendida ao longo das cartas de que não só a ciência é compatível com a fé, mas de que a Igreja Católica contribuiu ao longo dos séculos com a construção deste conhecimento, incentivando e preservando as conquistas intelectuais e artísticas da humanidade em seus prédios, universidades e bibliotecas, pensamento que ecoa as falas papais pelo menos desde o fim do século XIX, conforme apresentado anteriormente, e que torna flagrante a intenção de construção da imagem de uma instituição unanimemente favorável à ciência.

[...] O homem tem em sua maior escola apenas dois livros. No livro do universo, a mente humana busca a verdade das coisas boas criadas por Deus; no livro da Bíblia e dos Evangelhos, o intelecto humano, juntamente com sua vontade, busca uma verdade que seja além da razão, sublime como é o mistério íntimo de Deus e somente conhecido por Ele. Na escola de Deus, a filosofia se reúne com a teologia, a palavra divina com a ciência da paleontologia; a luz é separada das trevas, a terra, durante a órbita ao redor do

sol, fixa eternamente o olhar de Deus e do homem. (IDEM, p. 85. Tradução livre).

A influência da Teologia Natural também pode ser percebida em diversas ocasiões, e o trecho acima representa uma das mais claras delas (embora em geral as referências sejam mais sutis) ao considerar que o ser humano pode, através da investigação da natureza, chegar a uma melhor compreensão da obra divina (ver seção 1.2). Trata-se de defender a ciência e a racionalidade, mas que este ato tenha como objetivo último reforçar a fé humana na sabedoria de Deus, que a tudo criou. Desta maneira, a fé é constantemente colocada como um pensamento superior, ou mais nobre, do que o pensamento científico:

O enigma da criação tem atraído, durante séculos, o intelecto de todos os povos; as várias soluções oferecidas ocuparam os estudantes da academia; os volumes preencheram bibliotecas antigas e modernas; as tentativas de encontrar a solução para este enigma foram as causas das disputas entre sábios pesquisadores da natureza, da matéria e do espírito. [...] Nossas investigações humanas medem a verdade encontrada por nossos desenvolvimentos e instrumentos científicos, e várias máquinas; eles são capazes de transformar, capturar e dominar o material oferecido pela natureza, mas eles não podem criá-la [...]. Quando o nosso intelecto não está em conformidade com a realidade das coisas, é surdo à voz da natureza, iluminado pelas ilusões dos sonhos. [...] E, assim, *o gênio do homem, quando não é borrado por preconceito e erro, vem a entender que, da mesma forma que a natureza, cuja verdade é medida na mente divina, é filha de Deus, também é a verdade de nossas ciências, alcançada por nossas próprias mentes, a neta de Deus.* (PIO XII, in PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 81-82. Tradução livre. Grifo nosso).

Note-se que Pio XII coloca a natureza como *filha* de Deus, originando, portanto, a razão humana, *net*a de Deus, o que coloca a obra divina em posição de superioridade em relação à capacidade intelectual humana. Tal noção é constantemente corroborada nas correspondências de outros pontífices:

Além disso, os estudos dos pesquisadores especializados, por mais admiráveis e profundos que sejam, no final, fornecem o motivo das coisas que descobrem? Quantas estrelas existem no céu! Certamente, mas como e por quê? Quantas maravilhas existem na anatomia e fisiologia do corpo humano! Sem dúvida, mas por que o corpo humano existe? Por que o homem existe? A

ciência é muda nesta fase, e deve ser assim, apesar de tudo. [...] No seu diálogo com o mundo das ciências, a Igreja [...] tem uma palavra para dizer ao homem da ciência sobre sua missão no universo criado por Deus. (PAULO VI, *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 188. Tradução livre).

[...] A ciência em si é boa, uma vez que é o conhecimento do mundo, que é bom, criado e prezado pelo Criador com satisfação, como o livro de Gênesis diz: "E Deus viu tudo o que havia feito, e tudo havia ficado muito bom". Estou muito ligado ao primeiro capítulo de Gênesis. O pecado original não estragou completamente a bondade original. O conhecimento humano do mundo é uma forma de participar do conhecimento do Criador. [...] *A fé não oferece recursos para a pesquisa científica como tal, mas incentiva o cientista a prosseguir em suas pesquisas sabendo que ele encontra, na natureza, a presença do Criador* (JOÃO PAULO II, *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 236-238. Tradução livre).

Apesar de advogarem a supremacia da fé sobre a ciência, as cartas papais em geral sublinham a importância do trabalho dos Acadêmicos e da Academia, como não poderia deixar de ser, reconhecendo a importância do trabalho científico e a necessidade de independência dos pesquisadores para a obtenção de seus resultados – mas há críticas quando a independência de pensamento científico leva a concepções agnósticas ou ateístas.

Vocês são em primeiro lugar, pesquisadores. Tenho que dizer que esta é uma palavra particularmente querida para mim. Pesquisadores! É oportuno apontar essa característica da sua atividade e incentivar a legítima liberdade de sua pesquisa em seu próprio objeto e método, de acordo com a "legítima autonomia da cultura e especialmente das ciências", recordada pelo Concílio Vaticano II (JOÃO PAULO II, *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 236. Tradução livre).

Seus estudos de ciências matemáticas e experimentais, executados com a liberdade própria da cultura, certamente contribuíram para o progresso da ciência pura e prepararam o progresso das ciências aplicadas. [...] No fundo dessas investigações, existe o problema do próprio ser deste cosmos, deste universo: a questão da sua existência. Vocês permanecem, de fato, na observação experimental científica, de uma ordem matemática e cosmológica. Mas o que impede a mente, por motivos filosóficos, da possibilidade de ascender ao princípio transcendente, ao Criador, [...]? Muitas vezes, hoje,

duvidamos desse poder. "Quanto mais a ciência, ao aperfeiçoar seus métodos, subjuga o mundo ao homem, o ser maior, que em reação não se deixa subjugar, evade-o ... então vem a tentação de agnosticismo" [...]. Muitas vezes falamos da "morte de Deus". Mas não devemos falar da morte do homem e do seu pensamento em sua forma superior? (PAULO VI, *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 198. Tradução livre).

Para além do reforço dos estatutos e das metas da Pontifícia Academia de Ciências, as cartas papais refletem nuances do contexto político-social de sua época, dos interesses pessoais e dos compromissos dos Sumos Pontífices, variando seus escopos de discussão e a profundidade com que abordam temas científicos. Pio XI (1922-1939), por exemplo, tende a enfatizar a compatibilidade entre fé e razão, legitimando a existência da Academia; Pio XII (1939-1958), amigo pessoal de Georges Lemaître (SORONDO, *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. XXVII), em suas longas cartas foi o que se mais se aprofundou nas minúcias cosmológicas, assumindo a teoria do Big Bang como válida, ao mesmo tempo em que enfatiza as advertências quanto aos avanços científicos sem preocupação com a ética, reflexo claro da detonação das bombas nucleares; João XXIII (1958-1963), às voltas com a organização do Concílio Vaticano II, enfatizou o papel da Academia como instrumento de auxílio na vocação educativa da Igreja; Paulo VI (1963-1978), sob os impactos do Concílio Vaticano II e com o acirramento da Guerra Fria, saudou o avanço da ciência ao mesmo tempo em que reclamou reflexões sérias acerca das implicações morais e éticas do avanço científico, que deveria ser usado em benefício de toda a humanidade; João Paulo II (1978-2005) volta a aprofundar discussões científicas em vários campos, mantendo as preocupações morais e éticas em pauta, ao mesmo tempo em que conclama a Igreja Católica a reconhecer os erros do passado e rever o caso de Galileu Galilei (ver seção 1.3), reflexo não só da laicização dos meios acadêmicos e da Europa Ocidental, mas também dos esforços deste pontífice de se aproximar de outras religiões e reafirmar a posição da Igreja enquanto importante ator político e cultural; Bento XVI (2005-2013) mantém o tom de preocupação com a ética científica, diante do avanço rápido das tecnologias de manipulação genética e da desigualdade econômica; Francisco (2013) deixa apenas uma carta no período que é escopo deste trabalho, na qual reitera a validade da teoria do Big Bang. Nas cartas papais que abordam a cosmologia, o traço comum é a adoção de noções paradigmáticas no campo e a defesa da ideia de que Deus é a causa primeira da existência do Universo. Analisemos então as abordagens específicas sobre cosmologia presentes nestes documentos.

Pio XI resvala brevemente no assunto ainda antes da fundação da Pontifícia Academia de Ciências. Em carta dirigida à Academia dos Novos Linceus, na solenidade de abertura do ano acadêmico de 1930, sob o título *A estrutura do Universo ilustra a infinita sabedoria do Legislador*, Deus é colocado na posição de criador do universo e ordenador de seu funcionamento (PIO XI, in PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 35). A aceitação e a percepção da complexidade da teoria da Relatividade de Einstein oferecem o plano de fundo da ideia de que só uma sabedoria infinita seria capaz de ordenar um universo com leis tão complexas, ao mesmo tempo tão grande e tão minuciosamente ajustado.

Pio XI foi substituído por Pio XII, sobre o qual nos deteremos mais pausadamente. Em sua primeira carta à Academia, em 3 de dezembro de 1939, este papa já toca em temas astronômicos e cosmológicos, ainda que não entre em detalhes científicos:

Deus deu ao homem caído esta tarefa de entender este grande enigma; o enigma do Deus desconhecido que trabalha na criação [...]. O homem ascende a Deus escalando a escada do Universo: o astrônomo, alcançando o céu, o escabelo do trono de Deus, não pode permanecer descrente diante da voz do firmamento; de além dos sóis e das nebulosas emana o pensamento, seguido do amor e adoração, que navega em direção a um sol que ilumina e dá calor não ao barro do homem, mas ao espírito que o anima (PIO XII, in PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 81-83. Tradução livre).

Na carta de 30 de novembro de 1941, Pio XII mantém Deus como criador do mundo e inspirador da ciência. A astronomia novamente aparece, aprofunda-se sua abordagem, mas a investigação dos céus é utilizada para demonstrar a necessidade de humildade do cientista perante Deus – talvez uma reprimenda aos avanços da física à época, notadamente a serviço de governos em guerra e aparentemente imunes às preocupações humanitárias com suas vítimas, além de representar um chamamento à manutenção da fé dos cientistas:

Vocês realmente assumem a estatura de gigantes; com a ampla visão de seus telescópios, vocês medem o número das estrelas e dividem os espectros, vocês perseguem os vórtices e os flashes das nebulosas e dão-lhes um nome; mas é necessário que vocês se inclinem para a ciência divina, que é melhor capaz de fixar o número de estrelas que existe e dar a cada uma o seu nome, *numerat multitudinem stellarum e omnibus eis nomina vocat* [“faz saber e número e os nomes da multidão de estrelas, e as chama pelos seus nomes”]. [...] na chama e na luz desses mundos revoltantes, vocês

descobrem elementos que podem ser encontrados em nosso próprio globo [...]. O universo é talvez burro quando se apresenta para vocês? Ele não tem algo para lhes dizer para satisfazer as poderosas inclinações de seus intelectos a uma grande síntese das ciências? Para uma síntese que está de acordo com a ordem do universo? (PIO XII, in PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 81-83. Tradução livre).

É evidente neste trecho o conhecimento de Pio XII sobre os fundamentos da astronomia da época, com suas análises espectroscópicas e de nucleossíntese, refletindo seu acompanhamento sobre os avanços desta ciência, o que poderia advir não só de um interesse pessoal, mas também de sua amizade com Lemaître. Fica patente também sua familiaridade com a busca dos cientistas por uma teoria capaz de unificar os níveis atômico e relativístico, promovendo assim uma “grande síntese das ciências”, que ele insinua ser Deus. Já é claro aqui que Pio XII se apropria com certa profundidade das discussões sobre astronomia, cosmologia e física, e as mobiliza para imprimir legitimidade às suas falas diante dos pesquisadores da Academia. Tais noções são reforçadas na carta de 8 de fevereiro de 1948:

O cientista quase sente a palpitação desta sabedoria eterna, quando a sua investigação lhe revela que o universo é formado como em um molde na fundição sem limites de tempo e espaço. Não só os céus estrelados brilham, compostos dos mesmos elementos, mas eles ainda obedecem às mesmas grandes e fundamentais leis cósmicas, sempre e onde quer que apareçam, em suas ações internas e externas. As mesmas leis da gravidade e da pressão de radiação determinam a quantidade de massa para a formação dos corpos solares na imensidade do universo até as mais distantes espirais nebulosas; as mesmas leis misteriosas da física nuclear regulam, através da composição atômica e desintegração, a economia de energia de todas as estrelas fixas.

Esta unidade absoluta do design e governo que se manifestam no mundo inorgânico você encontrará não menos grandiosa nos organismos vivos. [...] Não é esta, talvez, a unidade fechada e absolutamente fixa de leis naturais?

Sim; é uma unidade fechada com a chave dessa ordem universal das coisas contra as quais, na medida em que depende da primeira Causa de um Deus Criador, o próprio Deus não pode agir; porque, se Ele pudesse fazê-lo, Ele iria operar contra a sua própria presciência ou Sua vontade ou Sua bondade; agora, Nele, "não há mudança, nem sombra de variação". Mas se

essa ordem é considerada dependente de causas secundárias, Deus possui a sua chave e pode deixá-la fechada, ou abri-la e operar além dela. (PIO XII, in PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 115. Tradução livre).

Neste ponto, Pio XII aborda as discussões sobre a imutabilidade das leis da física e sobre a constante cosmológica, pontos chave para a controvérsia que se delineará entre as teorias do Big Bang e do Estado Estacionário. Ora, ao admitir que as leis da física são imutáveis ao longo do tempo e do espaço, Pio XII delineia uma posição favorável à física relativística e chama a atenção para a concordância das Escrituras com este enunciado. Considerando que a teoria do Big Bang se adequava à Relatividade de maneira mais satisfatória que o Estado Estacionário, a carta de 21 de novembro de 1951 se torna muito menos surpreendente do que pode soar se tomada de maneira isolada.

Sob o título *As provas da Existência de Deus à Luz da Moderna Ciência Natural* (PIO XII, in PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 130-142), Pio XII produz uma longa carta para os acadêmicos presentes na Sessão Plenária que tinha como tema *A questão dos microseísmos*¹⁸. Esta foi a carta mais técnica deste papa no que tange à cosmologia, onde se aborda desde a estrutura da matéria e do cosmos até a origem do universo, mobilizando novas descobertas científicas e usando tais argumentos para provar a existência de Deus:

[...] Assim, tudo parece indicar que o universo material teve, *em tempo finito, um começo poderoso*, uma vez que foi fornecido com uma abundância inimaginável de reservas em energia; em seguida, com o aumento da lentidão, *evoluiu para o estado atual* (p. 137. Grifo nosso).

Desta maneira, Pio XII oferece uma descrição básica da Teoria do Big Bang, admitindo sua plausibilidade e legitimando seus pressupostos ao indicar a existência de vários indícios que a suportam.

Duas perguntas espontaneamente vêm à mente: É a ciência está em posição de dizer *quando* este poderoso início do cosmos ocorreu? E qual era o *estado inicial*, primitivo do universo?

Os especialistas mais notáveis em física atômica, em cooperação com os astrônomos e astrofísicos, têm colocado um grande esforço para lançar luz

¹⁸ Pequenos tremores detectados no solo, decorrentes da atividade sísmica.

sobre estes dois problemas difíceis, mas extremamente interessantes (p. 137. Grifo nosso).

Pio XII traz à luz alguns dos grandes desafios da teoria naquele momento: fundamentar a singularidade física que corresponderia ao estágio anterior à expansão, determinar com precisão a época do início da expansão do universo, além de suas causas. Consciente das incertezas do campo em que se encontrava, Pio XII dá margens a correções posteriores da teoria que, no entanto, não a invalidariam:

É verdade que os fatos verificados até agora *não são argumentos de prova absoluta da criação no tempo, como são aqueles que são retirados de metafísica e revelação*, na medida em que se preocupam com a criação em seu sentido mais amplo, e da Revelação propriamente à medida em que diz respeito à criação no tempo. Os fatos pertinentes à ciência natural, a que nos referimos, *ainda esperam por uma investigação mais aprofundada e confirmação*, e as teorias fundadas sobre eles têm necessidade de *novos desenvolvimentos e provas*, a fim de oferecer uma base segura para uma *linha de raciocínio que é, em si, fora da esfera das ciências naturais* (p. 139-140. Grifos nossos).

Ao salientar que ainda existem lacunas na teoria, Pio XII faz dois movimentos: se resguarda de eventuais desenvolvimentos que não corroborem sua posição, e mantém a supremacia da fé e da revelação sobre o desenvolvimento científico, em consonância com os ideais defendidos pelas variadas cartas papais. Note-se também que, apesar de admitir uma teoria com lacunas, Pio XII não aborda a controvérsia existente entre as teorias do Big Bang e do Estado Estacionário, e complementa sua argumentação expondo os principais indícios que fundamentam o Big Bang:

Primeiro, para citar alguns números, que só servem para expressar a ordem de grandeza para a designação do surgimento do nosso universo, isto é, seu início no tempo, *a ciência tem à sua disposição vários caminhos de investigação, um independente do outro*, embora convergentes, como indicamos brevemente: 1. A velocidade de deslocamento das nebulosas espirais ou galáxias [...] 2. A idade da crosta sólida da terra [...] 3. A idade dos meteoritos, [...] 4. A estabilidade dos sistemas de estrelas duplas e de massas estelares [...]. Embora estes números sejam surpreendentes, no entanto, mesmo o crente mais simples não poderia tomá-las como desconhecidas ou diferentes daquelas derivadas das primeiras palavras do Gênesis, "no início

...”, que significam o começo das coisas no tempo. Estas palavras assumem uma expressão concreta e quase matemática, e um novo conforto é dado para aqueles que compartilham com o Apóstolo uma estima para com a Escritura, divinamente inspirada, que é sempre útil *ad docendum, ad arguendum, ad corripiendum, ad erudiendum* – para ensinar, para provar, para corrigir, para educar (p. 137-138. Tradução livre. Grifos nossos).

De todas as passagens da carta de 1951, esta é a que mais claramente expõe a aceitação da teoria do Big Bang como válida, enfatizando que ela concorda com o exposto no Gênesis. Mantendo a supremacia do saber provindo das Escrituras, Pio XII ainda saúda este tipo de avanço, em um trecho que parece tripudiar dos que duvidavam da veracidade científica do exposto na Bíblia, embora erre ao supor que o Big Bang postule a criação de matéria a partir do nada:

Apesar disso, é importante notar que expoentes modernos das ciências naturais consideram a ideia da criação do universo inteiramente conciliável com suas concepções científicas, e de fato eles são espontaneamente trazidos a isso por suas pesquisas, embora apenas algumas décadas atrás tal “hipótese” tenha sido rejeitada como absolutamente incompatível com o estado atual da ciência. Tão tarde quanto 1911, o célebre físico Svante Arrhenius declarou que “a opinião de que algo pode surgir a partir do nada está em contraste com o estado atual da ciência, segundo o qual a matéria é imutável”. Semelhante a esta é a afirmação de Plate: “A matéria existe. Nada procede do nada: em consequência a matéria é eterna. Não podemos admitir a criação da matéria” (p. 140. Tradução livre).

Mas, segundo Pio XII, que lugar cabe a Deus neste processo de criação do Universo?

É inegável que uma mente iluminada e enriquecida pelo conhecimento científico moderno, que avalia calmamente este problema, é levada a quebrar o círculo de uma matéria pré-concebida como totalmente independente e autônoma - ou porque não criada ou autocriada - e reconhecer o Espírito Criativo. Com o mesmo olhar límpido e crítico com o qual examina e julga os fatos, ela também avista e reconhece o trabalho do Criador onipotente, Cujo poder, despertado pelo poderoso 'ser' pronunciado bilhões de anos atrás pelo Espírito Criativo, desdobrou-se a si mesmo no universo e, com um gesto de amor generoso, chamou à existência a matéria, cheia de energia. Na verdade, parece que a ciência de hoje, voltando milhões de séculos em um

salto, conseguiu ser uma testemunha daquele primordial Ser de Luz, quando, do nada, irrompeu com a matéria um mar de luz e radiação, enquanto que as partículas de elementos químicos se dividiam e se reuniam em milhões de galáxias (p. 139. Tradução livre).

A Deus é reservado o papel de causa primordial, o iniciador do universo que teria surgido e evoluído de acordo com a teoria do Big Bang. Com tais argumentos, Pio XII defende a posição de sua fé ao reservar para Deus o espaço da singularidade física que, além de ser um dos pontos de sondagem mais difícil da cosmologia, ainda reserva espaço para o divino quando há o questionamento sobre sua origem ou mudança de estado. Além disso, tal concepção sobre o início do universo elimina a possibilidade de a matéria ter sido eterna ou estar em estado de autocriação, o que impossibilita a concordância do papa com a teoria do Estado Estacionário.

Criação, portanto, no tempo e, portanto, um Criador; e conseqüentemente, Deus! Esta é a afirmação, embora não explícita ou completa, *que exigimos da ciência*, e que a atual geração de homens espera dela. É uma afirmação que surge da consideração madura e calma de um único aspecto do universo, isto é, de sua mutabilidade; mas é suficiente porque toda a humanidade, o ápice e a expressão racional do macrocosmo e do microcosmo, é conscientizada do seu Criador sublime e sente Sua presença no espaço e no tempo e, caindo de joelhos diante de Sua Majestade soberana, começa a invocar o nome *Rerum Deus, vigor tenax – Immotus in te permanens – lucis diurnae tempora – successibus determinans* [Deus de todas as coisas, de vigor impassível, imutável permanece, a luz, o dia, o tempo, sucessivamente determina] (p. 141. Tradução livre. Grifos nossos).

Pio XII conclui sua carta conjugando mais uma vez aspectos da cosmologia e da religião, e subordinado a ciência à fé ao *exigir* dela as afirmações que corroboram o relato bíblico da criação do universo.

A carta de 24 de abril de 1955, intitulada *A estrutura da matéria do mundo criado como manifestação da sabedoria e bondade de Deus*, embora mobilize temas cosmológicos, é mais centrada na mecânica quântica, também tratada como paradigmática. Nela, Pio XII demonstra a crescente preocupação com os impactos morais da ciência nuclear, além de conclamar os pesquisadores à manutenção de sua fé e reforçar a supremacia da fé sobre a razão científica:

O conhecimento do universo físico, desde o infinitamente pequeno ao infinitamente grande, intoxica a mente do homem, por seus enigmas

tentadores e sedutores; mas que ainda não o libertam de sua inquietação. [...] A verdade científica torna-se um chamariz desde o momento em que é considerada adequada para explicar tudo, sem estar ligada a outras verdades e, acima de tudo, à verdade subsistente, que é um ser vivo e livremente criativo. O trabalho do cientista, por mais desinteressado e corajoso, perde o seu último motivo se ele se recusa a ver, além dos fins puramente intelectuais, os que lhe são propostos pela consciência, a escolha decisiva entre o bem e o mal, a orientação profunda de sua vida para a aquisição de valores espirituais, de justiça e de caridade; acima de tudo, a caridade que não é meramente filantropia ou um sentimento de solidariedade humana, mas que procede de uma fonte divina, da revelação de Jesus Cristo (PIO XII, *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 155).

De falas longas e permeadas por informações técnicas, Pio XII marca suas comunicações com a Academia pela aceitação do discurso científico, adequando-o à teologia católica, mas em momento algum abre mão de marcar a supremacia da fé sobre a razão como capacidade última do pensamento humano. Foi sucedido por João XXIII que, em seu curto pontificado, não chega a se aprofundar em temas cosmológicos. Uma de suas poucas menções sobre esta ciência está na carta de 5 de outubro de 1962, lida na sessão plenária de tema *O problema da radiação cósmica no espaço interplanetário*, que refletia a previsão da existência da radiação cósmica de fundo e dos resultados das pesquisas sobre radiofontes publicados pelas equipes de Cambridge e Sidney (ver seção 3.1). Nela, João XXIII exalta o papel das descobertas científicas que coincidem com o Gênesis para defender a ideia de que não há um conflito necessário entre a ciência e fé (JOÃO XXIII, *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 169).

Paulo VI também não tece considerações detalhadas sobre cosmologia ou astronomia, atendo-se à exortação da preocupação dos cientistas com aspectos morais e éticos, defendendo a ideia de uma “caridade do conhecimento”, sob a qual a ciência seria usada em prol da humanidade, levando o esclarecimento e a melhora das condições de vida de todos os seres humanos (PAULO VI, *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 189).

João Paulo II se tornou notável por incentivar a revisão do caso de Galileu Galilei (JOÃO PAULO II *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 241-242), contribuindo para a história da ciência e da astronomia a partir dos esclarecimentos que tais

estudos possibilitaram (ver seção 1.3)¹⁹. Em suas cartas, a preocupação principal é com a moralidade e ética científica, sendo também marcante a opção pelos Magistérios Não Interferentes: “A colaboração entre a religião e a ciência moderna é vantagem para as duas, sem que haja violação de suas respectivas autonomias de nenhuma maneira. Assim como a religião reclama sua liberdade religiosa, também a ciência corretamente pede liberdade de pesquisa” (IDEM).

O posicionamento mais claro de João Paulo II sobre cosmologia veio na carta de 3 de outubro de 1981 (JOÃO PAULO II, *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 250), na qual se nota uma diferença de posicionamento em relação aos papas precedentes:

Cosmogonia e cosmologia sempre despertaram grande interesse entre os povos e as religiões. A própria Bíblia fala-nos da origem do universo e de sua constituição, não para nos fornecer um tratado científico, mas para indicar as relações corretas do homem com Deus e com o universo.

Aqui, João Paulo II sufoca as possibilidades de cobranças de explicações bíblicas exatamente condizentes com as descobertas científicas, defendendo a noção de que a Bíblia trata apenas de assuntos espirituais, e continua:

A Sagrada Escritura deseja simplesmente declarar que o mundo foi criado por Deus e, para ensinar essa verdade, expressa-se nos termos da cosmologia em uso no tempo do escritor. O Livro Sagrado também deseja dizer aos homens que o mundo não foi criado como a morada dos deuses, como foi ensinado por outras cosmogonias e cosmologias, mas foi criado para o serviço do homem e a glória de Deus. Qualquer outro ensinamento sobre a origem e a constituição do universo é estranho às intenções da Bíblia, que não deseja ensinar como o céu foi feito, mas como se vai ao céu.

Delimitado mais uma vez o escopo da explicação bíblica, João Paulo II segue a tradição de sobrepor a fé à razão:

¹⁹ Finocchiaro (2005) oferece uma visão detalhada sobre os trabalhos do grupo de investigação criado então, relativizando as reportagens publicadas à época sobre uma “reabilitação” de Galileu, visto que um rejuvimento foi colocado fora de questão quando da formação do grupo de trabalho (p. 356). O autor enfatiza que, neste caso, a reabilitação de Galileu no discurso de 1979 deve ser entendida como um posicionamento pessoal de João Paulo II, e não um pronunciamento oficial *ex-cathedra*, não podendo assim ser entendida como um reconhecimento da falibilidade papal de Urbano VIII, embora o posicionamento de João Paulo II no “encerramento” dos trabalhos, em 1992, seja claramente pró-Galileu, diferentemente de publicações anteriores da Igreja e de membros da própria Academia.

Qualquer hipótese científica sobre a origem do mundo, como a hipótese de um átomo primitivo do qual derivou todo o universo físico, deixa em aberto o problema do início do universo. A ciência não pode, por si só, resolver esta questão: é necessário o conhecimento humano que se eleva acima da física e da astrofísica e que se chama metafísica; é necessário, acima de tudo, o conhecimento que vem da revelação de Deus.

Nota-se uma mudança de posicionamento entre os papas: a noção que permeia tal carta já não é mais a de Pio XII, que advoga a concordância entre a teoria do Big Bang e o Gênesis, mas sim a convivência mútua e separada em certos momentos, já que ciência e fé tratariam de aspectos diferentes da vida. Talvez João Paulo quisesse evitar aqui a armadilha em que Pio XII incorreu, a do Deus das lacunas, ainda que flerte com ela na carta de 29 de novembro de 1996:

Homens e mulheres da ciência, como vocês, consideram o vasto e pulsante universo, e ao desvendar seus segredos vocês percebem que, em certos pontos, a ciência parece estar chegando a uma fronteira misteriosa onde surgem novas questões que se sobrepõem às esferas da metafísica e da teologia. Como resultado, a necessidade de diálogo e cooperação entre ciência e fé tornou-se cada vez mais urgente e promissora. É como se a própria ciência oferecesse uma reivindicação prática da abertura e confiança demonstradas pelo Concílio Vaticano II quando declarou que "a investigação realizada de maneira genuinamente científica e de acordo com as normas morais *nunca* entra verdadeiramente em conflito com a fé" (JOÃO PAULO II, *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 376. Tradução livre. Grifo nosso).

Nunca costuma ser uma palavra perigosa em ciência, ainda mais num campo em que os aparelhos e métodos de investigação avançam tanto.

Bento XVI também não tece considerações específicas sobre cosmologia, o que nos leva à carta de Francisco que originou as reportagens da Folha e do G1 mencionadas nos capítulos anteriores. Em sua primeira carta lida em sessão plenária da Academia, em 27 de outubro de 2014, o papa defende um posicionamento semelhante ao de João Paulo II:

Quando lemos o relato da Criação em Gênesis, arriscamos imaginar que Deus era um mago, dotado de uma poderosa varinha mágica. Mas não foi assim. Ele criou seres e os deixou desenvolver de acordo com as leis internas com as quais Ele dotou cada um, para que eles pudessem se desenvolver e alcançar sua plenitude. Ele deu autonomia aos seres do universo ao mesmo

tempo em que Ele os assegurou de sua presença contínua, dando vida a toda realidade. E assim, a Criação vem progredindo há séculos e séculos, milênios e milênios, até se tornar como a conhecemos hoje, precisamente porque Deus não é um demiurgo ou um mago, mas o Criador que dá vida a todos os seres. O começo do mundo não foi uma obra de caos que deve sua origem a outra, mas deriva diretamente de um Princípio supremo que cria a partir do amor. A teoria do Big Bang, que é proposta hoje como a origem do mundo, não contradiz a intervenção de um criador divino, mas *depende* disso. A evolução na natureza não entra em conflito com a noção de Criação, porque a evolução *pressupõe* a criação de seres que evoluem (FRANCISCO, 2014. Tradução livre. Grifo nosso).

Francisco admite aqui tanto a validade da teoria do Big Bang quanto da Evolução, e continua reservando a Deus um papel criador que a ciência não consegue sondar. E, ao afirmar que a realidade defendida pelas duas teorias depende de um criador divino, o papa, assim como seus predecessores, continua a situar a fé em um grau mais elevado, ou último, do pensamento humano em relação à razão.

Assim, podemos perceber nas cartas papais direcionadas à Pontifícia Academia de Ciências a presença de um discurso linear, afirmativo da importância e realidade histórica da colaboração entre fé e razão. Se mostra constante também a noção de que a ciência deve servir à humanidade, tanto melhorando suas condições de vida quanto reforçando sua fé, sendo esta última considerada sempre mais sublime que a razão, não devendo ser abandonada pelos cientistas. Nestes documentos a cosmologia aparece sempre como uma ciência capaz de aproximar o homem de Deus, à medida em que pode proporcionar um melhor entendimento de sua obra. E em nenhum momento a controvérsia entre as teorias do Big Bang e do Estado Estacionário é considerada nestas cartas, marcando a posição oficial dos papas ao lado da teoria paradigmática ainda antes da carta de Pio XII de 1951.

4.1.4 Sessões plenárias

A Pontifícia Academia de Ciências funciona com base na reunião periódica de seus membros em sessões plenárias, que ocorrem normalmente a cada dois anos²⁰ e se organizam em torno de temas variados, que abarcam os campos de estudo dos pesquisadores-membros. O

²⁰ Entre 1937 e 1949, os encontros foram anuais, e após este período, normalmente bienais, mas há encontros em anos consecutivos ou com um intervalo de três anos.

escopo dos trabalhos apresentados pelos acadêmicos gira em torno da divulgação de suas próprias pesquisas, das novas conquistas de seus campos, bem como de discussões sobre os caminhos para o progresso científico e as implicações morais e éticas destes progressos.

A Academia disponibiliza em seu site (www.pas.va) as atas das sessões plenárias que ocorreram entre os anos de 1937 e 1951 (15 sessões), 1959, e entre 2003 e 2016 (8 sessões), mas sabemos da existência de outros encontros devido às cartas papais, mas cujas atas não estão acessíveis. Sua periodicidade não foi notavelmente afetada pelos contextos externos ou internos à Igreja Católica. Além delas, a Academia também publica outras três séries de documentos, quase todos disponíveis em seu site. O conjunto *Scripta Varia* é formado por trabalhos considerados de grande importância para a Academia, como os resultados das discussões das semanas de estudo, encíclicas referentes à ciência, e pesquisas históricas sobre a Academia e a relação entre a Igreja Católica e a ciência. Já os *Documenta* compõem uma série de documentos mais curtos, como discursos papais ou de acadêmicos que alcançam certa notoriedade. Por fim, os *Comentarii* formam um conjunto de artigos monográficos, produzidos por acadêmicos acerca dos resultados de suas pesquisas. Como os documentos destas três séries são em geral inspirados nas discussões travadas na Academia e muitas vezes se repetem, concentramos as análises documentais nas atas das sessões plenárias.

As atas disponíveis destas reuniões até 2014 foram analisadas na tentativa de detectar quais temas a Academia mais discutiu, e de que forma os enunciados científicos sobre cosmologia e astronomia aparecem ali. De modo geral, percebe-se que ao longo das décadas os trabalhos apresentados adotam uma linguagem paulatinamente menos técnica, refletindo a meta da Academia quanto à divulgação científica, e tornam-se cada vez mais interdisciplinares e filosóficos.

Ao todo, foram analisadas 24 atas, compostas por 535 artigos científicos. Evidentemente, nem todos foram analisados por não corresponderem ao escopo deste trabalho, mas seus temas foram identificados e divididos arbitrariamente de acordo com os grupos indicados nas Tabelas 1 e 8. Sintetizamos na Tabela 1 os dez temas mais frequentes nestes trabalhos, e na Tabela 8, disponível nos anexos, consta a listagem completa de temas.

Tabela 1 – Dez temas mais frequentes de trabalhos apresentados em sessões plenárias

Temas	Qtde.	%
Biologia	104	17,11
Física	103	16,9
Matemática	88	14,5
Continua		

Temas	Qtde.	%
Astronomia	35	5,8
Ciências Humanas	29	4,8
Medicina	27	4,4
Zoologia	26	4,3
Educação	22	3,6
Cosmologia	21	3,5
Neurologia	21	3,5
Outros	133	21,9

Fonte: levantamento feito pela autora conforme dados disponíveis em www.pas.va. Acesso em 5 jan. 2018.

Percebe-se claramente a preferência por temas de ciência pura, notadamente sobre os campos relacionados à física. A abordagem de temas voltados às ciências aplicadas e humanidades ganha espaço nas atas a partir dos anos 2000, mas este movimento pode ser percebido pelo menos desde a década de 1960, a partir das cartas papais. Além disso, o número de trabalhos por sessão aumenta consideravelmente já na década de 1940, quando as sessões plenárias passam a ter entre 3 e 4 dias de duração, sendo que na década de 1930 contavam com um ou dois dias.

Contam-se no total 56 trabalhos que tratam dos temas cosmologia e astronomia, de 37 autores diferentes, nem todos membros da Pontifícia Academia de Ciências. Martin John Rees (1942), cosmólogo e astrofísico britânico, e Rudolf Muradovich Muradyan (1936), físico armênio, são os autores que mais apresentaram trabalhos com estes temas (4 cada um). Percebe-se também que, à medida em que a astronomia e a cosmologia evoluem no sentido de conseguirem captar mais dados, ganham mais espaço nas apresentações de trabalhos na Academia, tendo seu auge, dentro do período analisado, na seção de novembro de 2012, sob o tema *Complexidade e Analogia em Ciência: aspectos teóricos, metodológicos e epistemológicos*, com um total de 10 trabalhos apresentados sobre astronomia.

Foram analisados todos os artigos publicados sobre cosmologia contemporânea e os trabalhos sobre astronomia que se relacionassem à cosmologia. Uma breve descrição de cada um deles está disponível na Tabela 9, nos Anexos. Basicamente, eles podem ser divididos em dois grupos: os que foram publicados entre 1937 e 1948, e os publicados entre 2003 e 2014. Os primeiros apresentam linguagem bastante técnica e são basicamente descritivos de resultados de pesquisas de seus autores. Versam sobre o comportamento e distribuição de estrelas e galáxias, sendo comum a admissão da teoria da Relatividade de Einstein como paradigmática:

Sabe-se que a lei de Newton só é aproximada e que, para a explicação de certos fenômenos, como a precessão do periélio de Mercúrio, ela falha, o

que levou à teoria da Relatividade Geral de Einstein, por encontrar um resultado de acordo com a experiência (MAYOLO, in PONTIFICIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 1940, p. 89. Tradução livre).

É neste primeiro grupo que estão publicados dois artigos de George Lemaître, ambos de 1948, momento em que a hipótese do átomo primordial já era conhecida entre os astrônomos. O primeiro, *Quaternions et espace elliptique*, referente ao trabalho apresentado em 9 de fevereiro, refere-se à aplicação matemática dos quartênions²¹ nos estudos sobre constantes e leis cosmológicas (LEMAÎTRE, in PONTIFICIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 1948, p. 57-78). O segundo, *L'hypothese de l'atome primitif*, de 10 de fevereiro, descreve de maneira qualitativa a hipótese do ato primordial:

Essas ponderações levam-nos a considerar como uma condição inicial a partir da qual o universo atual deve evoluir pelo jogo de leis físicas e mecânicas conhecidas, o que eu chamo de hipótese do átomo primitivo.

De acordo com essa hipótese, o universo teria começado em um estado em que a energia dificilmente poderia ser descrita como algo além de um núcleo atômico.

A tendência da matéria a pulverizar-se não é senão a instabilidade radioativa do átomo primitivo; os próprios fragmentos radioativos se desintegrariam, assim como os sucessivos membros das famílias naturais dos corpos radioativos. A fragmentação parou quando chegamos a elementos estáveis, ou em corpos de longa vida, como o urânio (LEMAÎTRE, in PONTIFICIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 1948, p. 81. Tradução livre).

As cartas papais nos permitem vislumbrar a mudança nos trabalhos entre os anos de 1952 e 2002, que devem ter se tornado paulatinamente mais qualitativos devido à preocupação com a divulgação científica. Como resultado deste processo, ao nos debruçarmos sobre os artigos dos trabalhos de 2003 em diante, salta aos olhos a quase ausência de equações, a construção de panoramas históricos de desenvolvimento da cosmologia e astronomia, bem como a presença de considerações filosóficas sobre os novos avanços destas ciências, refletindo a preocupação com sua dimensão moral.

²¹ Quartênions são um sistema numérico concebido como extensão do conjunto dos números complexos, sendo muito úteis para representar rotações de objetos em três dimensões.

Neste conjunto, as menções a Deus são frequentes (não só por cientistas cristãos), de forma metafórica ou não, ou ainda de maneira atrevidamente provocativa, como no trecho do artigo *The Origin of the Universe*, de Stephen Hawking, sobre trabalho apresentado na sessão plenária de 2008: “Se alguém acredita que o universo teve um começo, a questão óbvia é o que aconteceu antes do início? O que Deus estava fazendo antes de criar o mundo? Ele estava preparando o inferno para as pessoas que perguntam tais coisas?” (HAWKING, in PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2009, p. 57. Tradução livre). Francis Collins já adota, no mesmo ano, uma posição mais pessoal e abertamente religiosa em seu *The language of God*:

Então, estamos de volta à pergunta: "Como a evolução e a fé podem ser reconciliadas?" Se você me perguntar, eu gostaria de fornecer uma resposta bastante pessoal. [...] Aqui está: Deus Todo-Poderoso, que não está limitado no espaço ou no tempo (um conceito agostiniano de 400 d.C.) criou este universo com seus parâmetros precisamente sintonizados para permitir o desenvolvimento da complexidade por longos períodos de tempo. Deus assim dotou a Criação de potencialidades surpreendentes. Esse plano incluiu o mecanismo da evolução para criar a maravilhosa diversidade de seres vivos em nosso planeta - e, sobretudo, seres humanos, com mentes criadas à imagem de Deus (COLLINGS, in PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2009, p. 357-358. Tradução livre).

De toda maneira, o espaço reservado a Deus continua sendo o da causa primeira, e não foi percebido nos artigos analisados nenhum confronto aberto contra esta ideia.

Outra posição comum neste grupo de artigos é a abordagem da teoria do Big Bang como um paradigma já estabelecido. Quando outras teorias como o Estado Estacionário são mencionadas, é no sentido de exemplificar um questionamento que existiu um dia ao Big Bang mas que já foi respondido e está encerrado:

Para distinguir entre os modelos Big Bang e Estado Estacionário, decidi em 1963 medir tamanhos angulares de um grande número de fontes fracas de rádio [...] Descobrimos que as fontes mais fracas e de densidades de fluxo menores tinham tamanho angular menor, em comparação com o tamanho angular de fontes mais fortes de 3C com maiores densidades de fluxo. Além disso, nossos resultados indicaram a evolução cósmica das fontes de rádio, fornecendo evidências independentes do modelo do Big Bang [...].

Em 1965, Penzias e Wilson fizeram uma feliz descoberta de que existe uma radiação de fundo de micro-ondas (CMB) em todo o céu, correspondente à temperatura do corpo negro de ~ 3 K [...]. Esta radiação havia sido prevista para ocorrer no Big Bang e, portanto, deu um forte apoio ao modelo. [Esta descoberta] Não pode ser explicada na Teoria do Estado Estacionário.

Durante a década de 1990, o satélite COBE [...] (SWARUP, in PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2011, p. 79-82. Tradução livre)

Ainda sobre a origem do universo, e apesar de serem trabalhos apresentados em uma instituição religiosa, vários deles criticam o Criacionismo e seu ensino nas escolas públicas, principalmente nos Estados Unidos, bem como o Design Inteligente, visto como uma releitura do Criacionismo com um verniz científico, mas tão danoso quanto (PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2009, p. 568-577), demonstrando um limite de aceitação destes acadêmicos em relação à inserção de elementos religiosos nas explicações científicas, além de reforçar sua posição favorável aos paradigmas. O debate sobre o Princípio Antrópico também aparece, entre outros, com Martin Rees, em sua conferência *Some Key Cosmological Numbers: Contingency or Necessity?*, na qual o astrônomo situa sua fala basicamente sob o Princípio Antrópico Fraco (REES, 2014).

Em geral, a postura adotada em relação à religião tanto nos artigos do primeiro grupo quanto nos do segundo, se aproxima muito dos Magistérios Não Interferentes, sendo Deus colocado na posição de causa primeira, ainda (ou para sempre) insondável pela ciência já que prévio à origem do universo, e criador das leis que regem seu funcionamento e evolução, mas que se abstém de mudá-las a seu bel prazer. Assim, estando Deus fora do alcance das investigações científicas, ciência e religião não teriam muito a interferir uma sobre a outra, a não ser para promoverem diálogos frutíferos relacionados à ética e suas implicações filosóficas, o que fecha num círculo basicamente harmônico os limites do que os cientistas podem defender com um elevado grau de certeza sobre a natureza e a vida, e o que a Igreja pode dizer acerca do fazer científico, o que favorece a existência de uma instituição como a Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano.

4.1.5 Membros

Entre sua fundação e outubro de 2014, a Academia tem listados em seus quadros 314 membros, a maioria homens e europeus, sendo 71 deles ganhadores de prêmios Nobel,

informação que a instituição costuma enfatizar, e 4 ganhadores do prêmio Templeton²². Retomemos o que os estatutos da Academia defendem para a nomeação de seus membros:

Parte II: OS ACADÊMICOS

Art. 5: Os candidatos a um lugar na Academia são escolhidos *pela Academia* com base em seus eminentes *estudos científicos* originais e de sua *personalidade moral reconhecida*, sem qualquer discriminação étnica ou religiosa, e são nomeados de maneira vitalícia pelo ato soberano do Santo Padre.

[...]

Art. 6: O complemento completo da Academia é composto por 70²³ membros vitalícios, escolhidos de forma a que, na medida do possível, todos os ramos principais da ciência e todas as principais regiões geográficas sejam representados (PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 1936b. Tradução livre).

Este trecho é condizente com outras partes dos Estatutos à medida que advoga como critério chave para a escolha de um acadêmico a sua relevância científica, contribuindo assim para que a Academia cumpra com seu objetivo principal: contribuir para o avanço da ciência. De fato, a Academia teve ou tem em seus quadros cientistas declaradamente ateus ou agnósticos, como Stephen Hawking e Martin Rees, o que reitera o posicionamento dos estatutos. Ao mesmo tempo, conta com cientistas abertamente religiosos, como Francis Collins, ou membros do clero, como James McConnell e Georges Lemaître, o que também não surpreende, já que a manutenção da fé religiosa não é incompatível com a pesquisa científica. Além disso, a disposição em admitir cientistas de outras religiões parece de fato vir desde a fundação da Academia, como indica a queixa que sofreu dos nazistas por ter judeus em seus quadros:

Agostino Gemelli, franciscano e reitor da Universidade Católica de Milão [...] é a alma do esforço científico que deu as boas-vindas a cientistas não católicos, como o matemático judeu Vito Volterra. Um artigo nazista de 1937 acusa a Academia de ser um refúgio para os judeus (havia dois deles). Gemelli respondeu: A Academia não considera a religião de seus membros, apenas seus serviços à ciência...Somente o furor político nazista pode falhar no entendimento do valor desta liberdade de espírito sobre a qual a Igreja

²² O Templeton é um prêmio oferecido anualmente desde 1973 pela fundação John Templeton a personalidades que tenham contribuído para o progresso da religião a partir de seu trabalho. Membros premiados: Stanley Jaki (1987), Charles Townes (2005), Michael Heller (2008) e Martin Rees (2011).

²³ Conforme citado anteriormente, são 80 acadêmicos desde 1986.

Católica dá um grande exemplo. O pacifismo de seu posicionamento e seu perfil independente são sinais de estratégia (PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2004, p. 107. Tradução livre).

De fato, se a Academia tinha a intenção de conquistar e manter o respeito da comunidade científica internacional, o respeito à liberdade religiosa de seus membros era ponto crucial a ser mantido. A questão é se o dispositivo que coloca como critério a personalidade moral do cientista abre espaço para que posicionamentos polêmicos ou contrários ao que a Academia defende sejam motivo de exclusão da nomeação de alguém, a despeito de sua relevância científica. Questão de apuração difícil, visto que não foi encontrado nenhum documento no qual os papas justifiquem a rejeição de nomes. Sobre as dúvidas que esta questão suscita, temos no Brasil um caso interessante: a nomeação do neurocientista Miguel Nicolelis, em 2011, gerou polêmica por suas posições pró-aborto e casamento homossexual. Nicolelis garantiu em entrevista que, apesar da oposição de grupos conservadores católicos, não foi pressionado a moderar suas falas após a nomeação para a Academia (VIOMUNDO, 2011). No entanto, o nome do cientista não consta entre os membros no site oficial da instituição. Infelizmente não foram encontrados depoimentos dele que justificassem esta ausência e, procurado, o cientista não retornou o contato, o que no momento torna inviável o aprofundamento nesta discussão. De toda forma, as falas dos membros da Academia com as quais nos deparamos no decorrer deste trabalho são uníssonas ao alegar que o principal critério para nomeação é o mérito científico.

Após nomeados, os cientistas são recebidos em uma cerimônia suntuosa, na qual recebem um colar de ouro e tratamento de Sua Excelência e são saudados pelos guardas ao entrar no Vaticano (SCIENCE, 1982, p. 1076), demonstrando o status elevado que adquirem junto à hierarquia católica. Tal cerimonial corrobora a denominação dada à Academia por Pio XI de Senado Científico. A reportagem citada da Science de 1982 informa ainda que o número inicial de 70 membros não foi aleatório: a hierarquia da Igreja contava com 70 cardeais em 1936, então a intenção era de que os dois grupos se equiparassem em importância como grupos de aconselhamento ao Papa.

Mas quem são os membros da Academia? Uma lista com todos os nomeados até outubro de 2014 está disponível na Tabela 10, nos Anexos. Dividimos arbitrariamente seus campos de trabalho em grandes disciplinas, e o resultado obtido encontra-se na Tabela 2 que segue:

Tabela 2 - Áreas de atuação dos acadêmicos pontifícios

Área	Qtde.	%
Biologia	87	27,7
Física	71	22,6
Química	33	10,5
Matemática	28	8,9
Astronomia	21	6,7
Humanidades	21	6,7
Medicina	21	6,7
Teologia	13	4,1
Geologia	11	3,5
Engenharia	7	2,2
Hidrologia	1	0,3

Fonte: levantamento feito pela autora conforme dados disponíveis em www.pas.va. Acesso em 5 jan. 2018.

Nota-se a ampla predominância das áreas biologia e física, em consonância com os resultados das atas das Sessões Plenárias, e o baixo índice de cientistas ligados às Humanidades, a despeito das implicações filosóficas das discussões que a Academia pretende enfatizar. Também há poucos teólogos no grupo, todos membros do clero católico e sem outra área de formação relatada, em geral detentores de cargos na alta hierarquia administrativa da Academia.

Tanto os documentos oficiais como as falas dos acadêmicos à imprensa citam constantemente a presença de ganhadores do Nobel entre os membros, como forma de ressaltar a importância científica da Academia. A Tabela 11, nos anexos, mostra os membros premiados pelo Nobel e seus campos. No total, são 71 premiados, sendo 1 em economia, 24 em física, 25 em química e 21 em medicina. Deste total, 11 membros receberam o prêmio antes de a Academia ser fundada. Entre os que receberam após 1936, 7 foram premiados nos anos anteriores à nomeação para a Academia, 2 foram premiados no ano de sua indicação, e 62 foram nomeados após receberem o Nobel. Entre estes últimos, a média é de 10,6 anos de intervalo entre receberem o prêmio e serem nomeados para a Academia, reforçando a ideia de que os membros da instituição são nomes amplamente consagrados e consolidados em seus campos, limitando assim a presença de estudiosos demasiadamente controversos, e até mesmo o reconhecimento apressado de inovações científicas.

Também foram analisadas a procedência e o gênero dos cientistas (Tabela 3), através da qual salta aos olhos a predominância de cientistas europeus e norte-americanos, notadamente

homens, correspondendo ao contexto de produção científica internacional dominante no séc. XX.

Tabela 3 - Procedência e gênero dos acadêmicos pontifícios

Continente	Qtde.	%	1ª nomeação
África	6	1,9	1955
Homens	6	1,9	1955
Mulheres	0	0,0	-
América Central	0	0,0	-
América do Norte	30	9,6	1936
Homens	27	8,6	1936
Mulheres	3	1,0	1986
América do Sul	16	5,1	1936
Homens	16	5,1	1936
Mulheres	0	0,0	-
Ásia	26	8,3	1961
Homens	25	8,0	1961
Mulheres	1	0,3	2014
Europa	230	73,2	1936
Homens	226	72,0	1936
Mulheres	4	1,3	1974
Oceania	6	1,9	1936
Homens	5	1,6	1936
Mulheres	1	0,3	2004

Fonte: levantamento feito pela autora conforme dados disponíveis em www.pas.va. Acesso em 5 jan. 2018.

A nomeação de africanos e asiáticos seguiu-se ao fim da Segunda Guerra Mundial e das independências africanas, e um estudo mais aprofundado sobre a história da ciência nestes continentes talvez pudesse jogar luz sobre situações específicas quanto a institutos de pesquisas e universidades, mas não foi possível levar tal empreendimento a cabo neste trabalho. A primeira nomeação de uma mulher, a neurobióloga italiana Rita Levi-Montalcini, em 1974, responde ao contexto ocidental de acesso das mulheres ao ensino superior e pesquisa ao longo das primeiras décadas do séc. XX, bem como dos movimentos pela emancipação feminina e

ocupação de mais espaços na sociedade pelas mulheres. Ainda assim, a proporção de mulheres membros na Academia permanece pequena, num total de 9 membros até outubro de 2014.

No caso específico da astronomia, disciplina com a qual o campo da cosmologia foi agrupado, a Academia contou até outubro de 2014 com 21 pesquisadores, 6,7% do total, sendo a quinta maior área, junto com Humanidades. A Tabela 4 mostra o resultado do levantamento de quem são os astrônomos e um breve resumo de seus temas de pesquisa.

Tabela 4 - Astrônomos da Pontifícia Academia de Ciências e seus principais temas de pesquisa

Membro	Origem	Nomeação	Tema de pesquisa
Emilio Bianchi	Itália	1936	Geodésia, órbitas, fotografia
Giuseppe Armellini	Itália	1936	Mecânica Celeste
Allois Gatterer	Áustria	1936	Astrofísica
Georges Lemaître	Bélgica	1936	Cosmologia
Johan W. J. A. Stein	Holanda	1936	Observações de estrelas variáveis
Paul Guthnick	Alemanha	1936	Estrelas variáveis, invenção do fotômetro
Joseph Junkes	Alemanha	1953	Mapeamento estelar
Hermann A. Brück	Alemanha	1955	Espectroscopia solar.
Jan Hendrik Oort	Holanda	1961	Radioastronomia, astronomia galáctica, previu a existência de matéria escura em 1932.
William Morgan	Estados Unidos	1964	Astronomia estelar. Desenvolvimento do sistema MK de classificação estelar.
Patrick Treanor	Reino Unido	1970	Astrofísica; diretor do Observatório do Vaticano
Daniel Joseph Kelly O'Connell	Reino Unido	1974	Astronomia estelar (estrelas variáveis), diretor do Observatório do Vaticano
Bengt Strömgren	Suécia	1975	Astrofísica, evolução e composição estelar
Giuseppe Colombo	Itália	1978	Mecânica Celeste, engenharia espacial
Nicola Dallaporta	Itália	1989	Astrofísica, evolução galáctica, cosmologia, física de partículas
Martin John Rees	Reino Unido	1990	Cosmologia, fontes de rádio, radiação cósmica de fundo, quasares
Minoru Oda	Japão	1992	Astronomia de raios-X (desenvolvedor), física de raios cósmicos
Vera C. Rubin	Estados Unidos	1996	Astronomia galáctica, matéria escura
Pierre Jean Léna	França	2001	Astronomia infravermelha
Krishnaswamy Kasturirangan	Índia	2006	Astronomia de raios-X e gama, cientista espacial.
Govind Swarup	Índia	2008	Radio galáxias, universo inicial, pulsares

Fonte: levantamento feito pela autora conforme dados disponíveis em ww.pas.va. Acesso em 5 jan. 2018.

A tabela demonstra que a maioria dos astrônomos é europeu, e que a frequência de nomeação aumenta muito na década de 1970, quando as novas descobertas em radiofontes e radiação cósmica de fundo começam a oferecer mais dados de estudo e, portanto, maior base empírica para esta ciência. A presença de grandes nomes do campo é notável, como Georges Lemaître, Jaan Oort, Vera Rubin, reforçando a ideia de que a Academia está preocupada em contar com pesquisadores de relevância e respeito. Também não se detecta a presença de cosmólogos ou astrônomos abertamente defensores da teoria do Estado Estacionário, mas sim a abundância de pesquisadores cujos temas contribuem para consolidar a teoria do Big Bang, como a espectroscopia (Jaan Oort), radioastronomia (Martin Rees, Govind Swarup) e matéria escura (Vera Rubin, Jan Oort), para só citar alguns, além de um dos próprios criadores desta teoria, Georges Lemaître, presidente da Academia de 1960 até sua morte, em 1966.

Esta situação pode ser encontrada também entre os físicos cujos trabalhos possuem relação direta com a astronomia e cosmologia, apontados na tabela 5:

Tabela 5 - Físicos da Pontifícia Academia de Ciências cujos temas de pesquisa se relacionam à astronomia e cosmologia

Membro	Origem	Nomeação	Tema de pesquisa
Martin Ryle	Reino Unido	1975	Radiofontes galácticas
Mambillikalathil Govind Kumar Menon	Índia	1981	Física subatômica, radiação atmosférica e raios cósmicos
Charles Hard Townes	Estados Unidos	1983	Espectroscopia de micro-ondas, estrutura nuclear e molecular, radioastronomia e astronomia de infravermelhos, astronomia molecular, espaço interestelar, emissões estelares
Kai M.B Siegbahn	Suécia	1985	Física nuclear, atômica e molecular, espectroscopia
Stephen W. Hawking	Reino Unido	1986	Cosmologia, gravitação, singularidade inicial, buracos negros, entropia
Walter E. Thirring	Áustria	1986	Gravitação, teoria da relatividade, geometria do espaço
James R. McConnell	Irlanda	1990	Física subatômica e relatividade
Michael Heller	Polônia	1990	Cosmologia, relatividade, singularidades, teoria de tudo, relações entre física contemporânea e cosmologia.
Roald Zinnurovich Sagdeev	Rússia	1990	Energia nuclear, síntese termonuclear, raios cósmicos, aquecimento global
Rudolf Muradyan	Armênia	1994	Física quântica com aplicação em cosmologia

Continua

Membro	Origem	Nomeação	Tema de pesquisa
Theodor W. Hänsch	Alemanha	2006	Espectroscopia laser
Edward Witten	Estados Unidos	2006	Teoria das cordas, gravitação quântica
Juan Maldacena	Argentina	2013	Gravitação quântica, teoria das cordas

Fonte: levantamento feito pela autora conforme dados disponíveis em ww.pas.va. Acesso em 5 jan. 2018.

Também encontramos aqui grandes nomes da física contemporânea, indicados principalmente a partir dos anos 1970, basicamente europeus ou estadunidenses. Em geral, seus campos de trabalho relacionam-se a paradigmas físicos, como a mecânica quântica e a física relativística, além da radioastronomia e espectroscopia, campos que, conforme já dito, foram essenciais para o reconhecimento do Big Bang como paradigma. Cabe ressaltar dois nomes, entre astrônomos e físicos: Martin Rees e Martin Ryle, ambos pesquisadores no campo da radioastronomia, cujas conquistas fundamentam contradições essenciais à teoria do Estado Estacionário.

Com Martin Ryle podemos ter também um exemplo da situação discutida por Bordieu, e abordada no capítulo 2, seção 2.1, sobre as relações pessoais de poder internas ao campo científico. Kragh relata uma série de debates acadêmicos sobre a localização galáctica ou extragaláctica de radiofontes, travados nos anos 1950 entre Thomas Gold e Fred Hoyle de um lado, e Martin Ryle e George McVittie de outro, que adquiriu contornos de defesa de posicionamentos pessoais, para além de discussões estritamente científicas:

Este parece ter sido apenas um incidente menor e não relacionado à cosmologia. De toda maneira, a nítida discordância de visões e o fato de Hoyle e Gold terem anteriormente desafiado Ryle em encontros científicos sugerem ter existido questões além de um simples debate científico. Ryle, que preferia uma abordagem astronômica com base na matemática e na engenharia, tinha obviamente pouca paciência com teóricos como Gold e Hoyle. Muitos anos depois, Hoyle descreveu o debate Gold-Ryle como desenvolvido dentro de um feudo. Em sua opinião, “foi esta discordância que primeiro levou Ryle a buscar uma refutação da teoria do estado estacionário.” Apesar de não haver evidência documental de que Ryle estivesse interessado no estado estacionário (ou em cosmologia) nesta época, é bem possível que o desacordo com Gold e Hoyle, bem como sua geral falta de respeito por teóricos, influenciasse sua visão quando a questão cosmológica recaiu sobre a radioastronomia dois anos depois (KRAGH, 1996. p. 308. Tradução livre).

É obviamente difícil quantificar se e o quanto as questões pessoais entre os cientistas são capazes de influenciar a indicação de novos membros para a Academia, mas não é infundado supor que, se há resistência pessoal quanto a um estudioso e às ideias defendidas por ele, é bastante improvável que estes nomes e ideias ganhem espaço dentro da instituição, ainda mais se o desafeto for um nome do calibre de Martin Ryle (ainda que, como aconteceu neste caso, o futuro mostrasse que Gold e Hoyle estavam corretos em sua análise sobre a procedência extragaláctica de várias radiofontes).

Ora, se um dos critérios essenciais para admissão de estudiosos pela Academia é a indicação feita por membros ativos, e se entre tais membros encontramos basicamente os adotantes dos paradigmas físicos e astronômicos, inclusive nomes essenciais para os estudos que fundamentam tais paradigmas, não podemos considerar que seja surpreendente a ausência de defensores de teorias alternativas. Inclusive, se as teorias alternativas são percebidas como desacreditadas, superadas ou incorretas, é altamente improvável que seus defensores sejam considerados aptos a receberem a indicação de seus colegas para comporem a Academia. Assim, se a Pontifícia Academia de Ciências funciona como um órgão consultivo sobre assuntos científicos para a Santa Sé e os papas, e se seu corpo não viabiliza a entrada de membros defensores de teorias não paradigmáticas (pelo menos em cosmologia), a adoção pela Igreja de discursos que validem o Big Bang se torna pouco ou nada surpreendente, não só porque esta teoria prevê um universo com início no tempo, mas também porque é reiteradamente legitimada pelo corpo científico que se relaciona mais estreitamente com a alta hierarquia católica.

4.2 O Observatório do Vaticano

4.2.1 História

Assim como o constatado com a Pontifícia Academia de Ciências, as principais fontes disponíveis sobre a história do Observatório do Vaticano são as produzidas pela própria instituição e, portanto, impõem as mesmas limitações acerca da parcialidade de seus autores, agravada pelo fato de que o Observatório do Vaticano disponibiliza menos documentos e informações que a Academia em seu site oficial (www.vaticanobservatory.va). De todo modo,

o percurso histórico do Observatório pode ser traçado com riqueza de detalhes na obra *In the service of Nine Popes*, de Sabino Maffeo, ex vice-diretor do Observatório (MAFFEO, 2002).

A atuação do Observatório do Vaticano remonta ao séc. XVI, quando o papa Gregório XIII (1502-1585) deu ordem para a construção de dois observatórios: a Torre dos Ventos, de 73 metros de altura, com o objetivo de coletar observações astronômicas sobre os solstícios para a forma do calendário, e outro no Colégio Romano, sob direção dos jesuítas, com a missão de ensinar matemática, física e astronomia, ambos em Roma.

Ainda que tenham levado a cabo seus propósitos iniciais, as duas instituições atuaram por séculos de maneira precária. No observatório do Colégio Romano, por exemplo, as observações eram feitas com lunetas instaladas em janelas e balcões, o que levou os astrônomos a não conseguirem observar um cometa em 1744, situação que gerou a compra de novos instrumentos e pedidos de mudanças de local, mas estas não chegaram a ser atendidas. A Torre dos Ventos foi reformada em 1789 e também recebeu novos instrumentos de observação astronômica, como um telescópio Dollond e aparelhos de medição meteorológica, sendo batizado então como Specola Pontificia Vaticana (IDEM, p. 7).

Mas mesmo com estas reformas, a falta de investimentos regulares e as vicissitudes que atingiram os jesuítas, cuja ordem foi extinta em 1773, acabaram fazendo com que a capacidade de atuação destes observatórios diminuísse paulatinamente. O Colégio Romano foi direcionado ao clero secular ainda em 1773 e, em 1774, passou ao comando pessoal do papa Clemente XIV (1705-1774), que morreu no mesmo ano.

Embora tenham existido planos de refundação destes observatórios, foi somente a partir de 1804 que renovações aconteceram, quando Pio VII (1742-1823), encantado após a observação de um eclipse solar, deu ordens para a construção de um novo observatório no Colégio Romano, para o qual foram comprados instrumentos atualizados. Em 1824, com a restituição da ordem dos Jesuítas, o observatório foi devolvido a eles, no mesmo ano em que a carta papal *Quod Divina Sapientia*, de Leão XII (1760-1829), estabeleceu diretrizes para os estudos científicos nas universidades católicas, além de instruir os diretores dos observatórios da Igreja para que estabelecessem contato com astrônomos renomados da época, no intuito de se inteirarem sobre as descobertas recentes “para o bem dos estudantes e das ciências sacras” (IDEM, p. 11).

Sob a direção do padre Francesco de Vico (1839-1848), o observatório do Colégio Romano começa a ganhar relevância internacional ao atuar na descoberta de 8 cometas e dois

satélites de Saturno. Nesta mesma época, o padre Angelo Secchi (1818-1878), desenvolvedor da classificação espectral das estrelas, começa a atuar neste observatório. Sob sua direção, entre 1850 e 1878, o observatório foi transferido para o domo da Igreja de Santo Inácio, em Roma, de acordo com planos de um século antes, contando com altura e estrutura capazes de abrigar novos equipamentos. Este novo local recebeu o nome de Observatório Pontifício, e tornou-se famoso em Roma por anunciar o meio dia com um tiro de canhão. Mas após a morte de Secchi em 1878 e no contexto da Unificação, foi incorporado ao Estado italiano, e com a diminuição do direcionamento de verbas, acabou sendo extinto em 1923.

Ao longo da década de 1880, o padre e astrônomo Francesco Denza (1834-1894) convenceu o papa Leão XIII (1810-1903) a fundar um observatório no Vaticano usando a antiga Torre dos Ventos. O novo observatório, batizado de Specola Vaticana (ou Observatório do Vaticano, em português), ganhou aporte de verbas, instrumentos e notoriedade ao ser aceito para colaborar na elaboração do Mapa Internacional do Céu, sob a liderança da Academia de Ciências de Paris. Maffeo destaca a importância dessa empreitada tanto para o Observatório quanto para a Igreja:

O Specola estava quase fundado quando uma oportunidade propícia foi oferecida a Leão XIII, pela qual o reconhecimento oficial em um campo de pesquisa científica internacional seria dado ao novo instituto e, portanto, também à Santa Sé. [...] Não há dúvida de que a participação neste programa foi a oportunidade mais adequada que poderia ser oferecida ao Specola naquele momento, de modo que, logo no início, teria o reconhecimento necessário para realizar da maneira mais efetiva possível a missão que lhe é dada pelo Papa: nutrir na máxima extensão o diálogo entre a Igreja e o mundo da ciência (IDEM, p. 35-37. Tradução livre).

Esta interpretação de Maffeo é baseada no *Motu proprio Ut Mysticam*, carta apostólica de fundação oficial e destinação de verbas para o Observatório do Vaticano, assinada por Leão XIII em 14 de março de 1891. Nesta Carta, embora defenda a supremacia da teologia católica à ciência, reivindicando para a Igreja a posição de veículo maior da verdade, Leão XIII já busca mitigar o impacto que discursos proponentes da ideia de conflito entre ciência e religião estão construindo, e ressalta o papel da astronomia para esta empreitada:

Para que possam exibir seu desdenho e ódio pela mística Esposa de Cristo, que é a verdadeira luz, aqueles nascidos da escuridão estão acostumados a caluniá-la para as pessoas incultas, e a chamam de amiga do

obscurantismo, a que nutre ignorância, inimiga da ciência e do progresso [...]. De fato, a Igreja, ao lado de seu conhecimento sobre as realidades divinas, das quais ela é a única professora, ainda nutre e guia a prática da filosofia que é essencial para entender as fundações científicas do conhecimento [...] a Igreja não negligenciou aquelas disciplinas que investigam a natureza e suas forças [...]. Entre todos estes estudos, a Astronomia ocupa uma posição preeminente. Ela propõe a investigação daquelas criaturas inanimadas que mais do que todas as outras proclamam a glória de Deus [...] (LEÃO XIII, 1891. Tradução livre).

O Observatório concluiu sua parte na Carta do Céu com atraso, assim como ocorreu também com outros observatórios, alegando os altos custos, que se mostraram inesperados (MAFFEO, 2002, p. 144)²⁴. Nessa mesma época, o Observatório também participou da elaboração do Catálogo Astrográfico, concluído no prazo, também sob a liderança da Academia de Ciências da França.

Maffeo (IDEM, p. 55-73) descreve os anos entre 1894 e 1906 como “períodos difíceis”, em que o comando do Observatório não foi exercido por astrônomos, e sim por meteorologistas, que acabaram direcionando seu funcionamento para a meteorologia. Os trabalhos do Observatório só retomaram o rumo da astronomia com a nomeação de J. G. Hagen (1847-1930) como diretor, em 1906. Jesuíta e astrônomo, Hagen estudava principalmente estrelas variáveis, e publicou em 1899 o *Atlas Stellarum Variabilium*.

Na década de 1910, sobretudo durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), quando as luzes de Roma eram apagadas à noite para dificultar bombardeios, foram feitas observações de cores e nuvens estelares. Com o fim da guerra, ficou claro que a urbanização de Roma e seu sistema de iluminação noturna comprometiam os trabalhos de observação astronômica. Transferido para a residência papal em Castel Gandolfo, a 22 km de Roma, em 1935, o observatório recebeu um novo telescópio e espectrógrafo para pesquisas em astrofísica, além de um laboratório de pesquisas em físico-química e em espectroscopia – estruturas que respondiam ao incentivo proporcionado pela extensa coleção de meteoritos que o observatório possuía. A ordem dos jesuítas recebeu prioridade na composição da equipe do Observatório, que contava então com 12 pesquisadores.

²⁴ O Observatório do Vaticano concluiu sua parte neste trabalho em 1955. Por diversos problemas técnicos, orçamentários e gerenciais, a União Astronômica Internacional só declarou o empreendimento finalizado em 1964.

Centrando suas pesquisas nos campos de estrutura da Via Láctea, classificação espectral de estrelas, catálogo espectral de elementos, fotometria, estrelas binárias e óptica geométrica, o Observatório viu mais uma vez a iluminação noturna romana e os custos crescentes com os equipamentos dificultarem seu trabalho durante a década de 1970.

A solução para o problema veio em 1980, quando foi firmada parceria com a Universidade do Arizona e criado o Grupo de Pesquisas do Observatório do Vaticano, com sede em Tucson, que compartilha e colabora com a estrutura de pesquisa desta Universidade no Monte Graham, onde foi concluído em 1993 o Telescópio de Tecnologia Avançada do Vaticano (VATT, na sigla em inglês). A parceria ecoa o aumento da colaboração internacional na área da astronomia à época, devido ao elevado custo que os novos equipamentos vinham apresentando, e à diminuição dos espaços propícios à observação astronômica causada pelo aumento da urbanização. Desde então, este tipo de trabalho está concentrado em Tucson, e os serviços administrativos, os congressos e *summer schools* são realizados basicamente em Castel Gandolfo. É nesta época que se intensificaram também os estudos interdisciplinares sobre filosofia e história da ciência, sobretudo em parceria com a Pontifícia Academia de Ciências.

Questionado sobre por que a Igreja mantinha investimentos tão altos no Observatório do Vaticano, Maffeo defendeu a empreitada como uma demonstração de esclarecimento e aproximação com a ciência que a Igreja procurava manter, além de promover um ponto de contato interessante entre ciência e religião:

“[...] entre as várias ciências, a Astronomia, porque é tão abrangente e tem tido uma história tão interessante, é a ciência que teve um papel especial a desempenhar, tanto prático quanto simbólico, na história do pensamento humano, especialmente com respeito à relação entre ciência e religião” (IDEM, p. 289).

Mais uma vez, a Science é o grande veículo de divulgação científica internacional que oferece mais destaque a instituições católicas. Para além de pequenas notas que anunciam encontros que acontecem no Observatório, a revista dá destaque ao órgão em reportagem de 2001, onde relata sua história e principais conquistas, mas cujo tema era a Pontifícia Academia de Ciências (SCIENCE, 2001, p. 1473).

4.2.2 Pesquisadores membros

Segundo Maffeo (IDEM, p. 311-313), a equipe inicial do Observatório fundado em 1891 era composta por um núcleo de seis membros, sendo cinco técnicos e um administrativo, todos religiosos ordenados. Este grupo contava com dois engenheiros assistentes, e estava subordinado a um conselho administrativo, formado por um cardeal e seis assistentes (astrônomos ou não), que respondia diretamente ao Papa. Era permitida a publicação de pesquisas individuais realizadas por seus membros, mas o nome do Observatório só poderia ser incluído nelas mediante autorização prévia. As decisões mais importantes, relacionadas ou não com os resultados e pesquisas científicas, só poderiam ser tomadas em reuniões nas quais comparecessem os membros especialistas da equipe. Estes pesquisadores deveriam se reunir mensalmente para compartilhar seus resultados, e o Observatório poderia receber a visita de pesquisadores externos ou do público em geral às quintas-feiras.

Estas diretivas iniciais transparecem o esforço pela formação de uma equipe especializada de membros, ainda que pequena, mas claramente subordinada à Santa Sé. A obra de Maffeo não menciona o porquê desta subordinação, nos restando apenas especulações: poderia se referir ao controle de um investimento alto de verbas em equipamentos, que deveria apresentar retorno efetivo; pode também ser devido ao desejo de vigilância sobre os resultados obtidos e divulgados, num contexto de aprofundamento de discursos antirreligiosos e de descobertas sobre o espaço extragaláctico que poderiam ter implicações teológicas; por fim, podemos especular se este controle não refletia também interesses pessoais de Leão XIII em astronomia, e o desejo de conhecer os avanços do campo.

Chama atenção o fato de que os especialistas deveriam ser religiosos ordenados, e não estudiosos laicos. Tal disposição reflete o argumento de Leão XIII (ver pp. 43-44) de que ciência e Igreja Católica não viviam um conflito e, neste caso, o desejo de demonstrar que esta tinha a contribuir com a ciência. Intencionalmente ou não, ao determinar que somente religiosos ordenados comporiam a equipe do Observatório, a Santa Sé sublinha que os resultados e conquistas deste órgão são produtos do clero, e não da colaboração recebida pela Igreja de cientistas laicos, apesar do encorajamento à colaboração com astrônomos de outros observatórios presente na carta papal *Quod Divina Sapientia*, de 1824.

Também é interessante perceber a obrigatoriedade da presença dos especialistas no momento em que as decisões importantes para o Observatório são tomadas, o que demonstra a intenção de que se adotem diretrizes acertadas sobre o órgão, e de que estas não sejam

percebidas, nem internamente, como a imposição exclusiva de decisões de instâncias clericais superiores. Tal dispositivo permite vislumbrar a importância que estes especialistas adquirem, mas sobre os quais recai a cobrança da efetividade e eficiência, ao serem impelidos a apresentarem mensalmente seus resultados. O papel estratégico destes estudiosos foi ressaltado por João Paulo II em carta ao reverendo George V. Coyne, então diretor do Observatório, em 1 de junho de 1988:

Neste processo de aprendizagem mútua [entre ciência e religião], esses membros da Igreja que são ao mesmo tempo cientistas ativos, ou em alguns casos especiais, são cientistas e teólogos, podem ser um recurso essencial. Eles também podem fornecer um auxílio muito necessário para outros que lutam para integrar os mundos da Ciência e da religião em suas próprias vidas intelectuais e espirituais, bem como para aqueles que enfrentam difíceis decisões morais em matéria de pesquisa e aplicação tecnológica. Esses auxílios que ligam os dois mundos devem ser nutridos e encorajados (JOÃO PAULO II *in* PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS, 2003, p. 299).

O quadro que se delineia é o de formação de um órgão capaz de contribuir para o diálogo entre ciência e religião, mas que, mais que isso, deve apresentar resultados e se mostrar eficiente, não devendo adquirir a pecha de um observatório meramente figurativo para o campo da astronomia. O próprio percurso científico do reverendo Coyne corrobora esta disposição: em 2009, Coyne recebeu o prêmio George Van Biesbroeck, ofertado pela American Astronomical Society aos estudiosos com carreiras que contribuem significativamente para o avanço da astronomia.

Em 1935, o Observatório já dispunha de 12 pesquisadores ordinários, mesmo número mantido atualmente, mas acrescido de um grupo de 9 pesquisadores adjuntos. Ao contrário da Pontifícia Academia de Ciências, o Observatório do Vaticano não publicou biografias de todos os membros que fizeram parte do órgão, mas apenas dos pesquisadores ativos em 2014 e alguns membros honorários. A Tabela 6 lista os membros ativos do Observatório.

Tabela 6 – Membros ativos do Observatório do Vaticano

Nome	Área de pesquisa	Função
Guy J. Consolomagno	Asteroides e meteoritos	Diretor
Paul Miller	Filosofia da ciência	Vice-diretor administrativo
Paul Gabor	Instrumentação e exoplanetas	Vice-diretor grupo de pesquisa
Richard P. Boyle	Grupos estelares na Via Láctea	Astrônomo
David A. Brown	Evolução estelar	Astrônomo

Continua

Nome	Área de pesquisa	Função
Christopher J. Corbally	Sistemas estelares, classificação espectral	Astrônomo
Richard A. D'Souza	Formação e evolução de galáxias	Astrônomo
Gabriele Gionti	Cosmologia e gravidade quântica	Astrônomo
Jean-Baptiste K. Eluo	Objetos próximos da Terra	Astrônomo
Robert Macke	Meteoritos	Astrônomo
Alessandro Omizzolo	Aglomerados de galáxias, ciência e religião	Astrônomo
Sabino Maffeo	Física	Vice-diretor emérito
Aldo Altamòre	História da ciência, astronomia	Estudioso adjunto
Louis Caruana	Filosofia da ciência	Estudioso adjunto
Ileana Chinnici	História da ciência	Estudioso adjunto
Michelle Franci-Donnay	Química	Estudioso adjunto
José G. Funes	Astronomia	Estudioso adjunto
Robert Janusz	Astronomia e programação de computadores	Estudioso adjunto
Michael Heller	Cosmologia e relatividade geral	Estudioso adjunto
Dante Minniti	Astronomia	Estudioso adjunto
Giuseppe Tanzela-Nitti	Teologia	Estudioso adjunto

Fonte: levantamento feito pela autora conforme dados disponíveis em www.vaticanobservatory.va. Acesso em 7 jan. 2018.

A seleção de membro para o Observatório não é periódica, o que indica que aconteça quando uma vaga se abre por motivos de afastamento ou morte dos titulares. Os membros leigos do Observatório são nomeados como estudiosos adjuntos, já que os membros ordinários continuam pertencentes à ordem dos jesuítas que, por ser uma ordem masculina, não admite mulheres, que não constam nem entre o corpo adjunto do Observatório. Dentre os 21 membros adjuntos ou ordinários, percebe-se a predominância dos estudiosos que se dedicam exclusivamente à pesquisa em astronomia (12 pesquisadores no total), embora constem 6 membros que se dedicam também ou com exclusividade à filosofia e história da ciência, numa proporção maior do que a encontrada na Pontifícia Academia de Ciências. A predominância de astrônomos na equipe do Observatório, além de corresponder a uma necessidade óbvia deste tipo de instituição, também reforça a proposta de criação de um órgão de relevância científica efetiva, e não apenas figurativa. Além disso, não se identifica em nenhum dos estudiosos atuais, membros ou adjuntos, a dedicação a temas não paradigmáticos em astronomia ou cosmologia.

4.2.3 Publicações e *Summer Schools*

O Observatório do Vaticano disponibiliza poucas informações e publicações em meios eletrônicos, que em geral se dividem entre as que constam no site do observatório e no da Fundação Observatório do Vaticano, que teoricamente se dedica à publicação de pesquisas e divulgação científica (www.vofoundation.org). Neste último, são publicados informativos mensais de atividades do Observatório e links para coberturas que o órgão recebe da mídia, e contam com as atualizações mais constantes percebidas entre as publicações do Observatório. O site da Fundação também oferece links para páginas com artigos e vídeos não científicos sobre a história da ciência e da religião.

Já no site oficial do Observatório do Vaticano, as publicações são bem mais escassas. Os relatórios anuais de atividades estão disponíveis a partir de 2011, ano em que parece começar a preocupação com a divulgação de atividades. Os informativos semestrais com novidades estão disponíveis somente entre os anos de 2011 e 2013, e os calendários, entre 2011 e 2014, período em que se encerram as atualizações de publicações, exceto sobre os cursos que o Observatório oferece.

Neste sentido, o maior conjunto de informações se refere aos temas das *summer schools*, oferecidas em média a cada dois anos, conforme indicado na Tabela 7.

Tabela 7 - *Summer schools* do Observatório do Vaticano

Ano	Tema
2014	Galáxias
2012	Aglomerados Estelares
2010	A química do Universo
2007	Planetas extrassolares e anãs marrons
2005	Astrobiologia
2003	Evolução de galáxias
2001	Restos estelares
1999	Estrelas solitárias e sistemas binários próximos
1997	Cometas, asteroides e meteoritos
1995	Cosmologia teórica e observacional
1993	Núcleos de galáxias
1990	Estruturas de galáxias e classificação espectral estelar
1988	Formação estelar em galáxias
1986	Estrutura e dinâmica das galáxias

Fonte: levantamento feito pela autora conforme dados disponíveis em www.vaticanobservatory.va. Acesso em 7 jan. 2018.

Os temas das *summer schools* se mostram estritamente astronômicos e cosmológicos, aparentemente sem discussões interdisciplinares ou sobre ciências humanas – indicação que atualmente não pode ser verificada devido à falta de disponibilidade da programação completa dos cursos.

Assim, considerando-se o conjunto e os temas das publicações disponibilizadas por meios eletrônicos pelo Observatório, constata-se que, ao contrário da Pontifícia Academia de Ciências, a divulgação científica e a interdisciplinaridade não são exatamente uma preocupação da equipe do Observatório do Vaticano (embora uma tentativa neste sentido possa ser sentida no período de 2011-2014), o que reforça a interpretação de sua atuação como órgão estritamente relacionado à pesquisa científica, mas não à sua propagação.

CONCLUSÃO

A cosmologia se mostra um tema de forte interesse por despertar questionamentos praticamente universais acerca de onde viemos, por que estamos aqui, e qual é, afinal, nosso futuro. A escolha deste tema para sondar como a Igreja Católica lida com a ciência se mostrou deste o início bastante feliz, não só por ser um assunto fascinante em si, mas porque a Igreja se manifestou amplamente sobre ele ao longo dos séculos, como não poderia deixar de ser para uma fé religiosa que coloca o mundo como tendo origem divina, e tem de dar conta do que a humanidade descobre usando a investigação e a razão. Assim, o histórico de manifestações sobre a cosmologia e outros ramos da ciência é tão antigo para a Igreja Católica quanto sua própria existência, e pode ser exemplificado, por exemplo, nas falas de Santo Agostinho tratadas na seção 1.2, não estando de maneira alguma restrito ao séc. XX ou aos contextos pós criação das Academias Científicas ou dos observatórios.

Diante deste contexto, o que se mostra realmente surpreendente não é o fato de que a Igreja tenha se posicionado a favor de uma teoria científica como o Big Bang, nem mesmo que o tenha feito ainda antes que essa se tornasse um paradigma, visto que há séculos possui um corpo clerical e teológico que lida com a ciência de maneira lógica e racional. O ponto realmente notável é que tal posicionamento ainda cause surpresa, ainda mais se for entre os próprios católicos. Coloca-se imediatamente o questionamento: como a Igreja trata de sua relação com a ciência entre seus próprios membros que não pertencem ao alto clero com relações estreitas com o Vaticano? Ora, se é possível que existam grupos católicos como os que criticaram a nomeação de Nicolelis para a Academia (ver seção 4.1.5), que demonstram claramente ignorar a função e o funcionamento desta instituição, para não nos determos sobre o senso comum em vigor sobre o tema, é patente que a relação estreita que a Igreja defende que existe entre ela e a ciência não é devidamente tratada com seus próprios fiéis. Evidente que não se pretende aqui discutir a liturgia ou os rituais católicos, nem mesmo a visão que a Igreja tem de seu papel junto a seus fiéis, e tampouco culpá-la por realidades resultantes de sistemas educacionais ineficientes. Mas tal distanciamento lança reflexões sobre para que, de fato, a Igreja dedicou tantos esforços em reforçar suas contribuições para a ciência, já que as conquistas destas contribuições não são incorporadas às mentalidades de sua comunidade ampla. Percebe-se claramente a adoção de um posicionamento defensivo da relevância e legitimidade histórica e política da Igreja Católica, sobretudo em momentos em que sua autoridade é questionada, e a

ciência é usada como argumento para reforçar tais ideias. Mostra-se impossível verificar o limite entre a real convicção do clero católico na capacidade de contribuição da Igreja para a ciência e o uso deste discurso para fins políticos, mas a falta de alcance destes efeitos entre os fiéis oferece margem para supor que o último caso tem preponderância. Para jogar luz sobre este tema, pode ser muito produtivo para estudos futuros realizar entrevistas com os membros brasileiros da Academia (como Vanderlei Bagnato) ou com cientistas que trabalharam em parceria com o Observatório do Vaticano (como os professores Antonio Mario Magalhães e Sandra dos Anjos, da Universidade de São Paulo), a fim de sondar de que maneira percebem o respeito e a absorção da Igreja em relação ao desenvolvimento científico, e se realmente não há interferência sobre os resultados publicados e discussões travadas. Do mesmo modo, a análise de reportagens do jornal oficial do Vaticano, *L'Osservatore Romano*, também poderia vir a enriquecer esta análise, à medida em que poderia mostrar como o Vaticano comunica os resultados das reuniões da Academia e das semanas de estudo²⁵. Seria interessante analisar, por exemplo, se há diferenças de ênfase entre assuntos que reforçam mais ou menos os dogmas religiosos.

O fato de a Igreja Católica adotar rapidamente a teoria do Big Bang nos leva ao questionamento sobre se defender dogmas religiosos pavimenta ou não o caminho para que ela seja mais aberta a adotar também dogmas científicos. Para responder esta pergunta seria necessário um estudo mais amplo sobre dogmas científicos que não fossem relacionados somente à cosmologia, mas também a um número expressivo de outros campos do conhecimento. Mas podemos ponderar sobre a teoria do Big Bang. Temos aqui um caso interessante: o Big Bang foi uma teoria que contradisse o dogma científico de sua época, e foi quase imediatamente aceita pela Igreja, ao contrário, por exemplo, do heliocentrismo na Idade Moderna ou da Evolução no século XIX. O que explica tal diferença? Além do contexto político-cultural, evidentemente, é preciso notar que a teoria do Big Bang oferece, ao menos superficialmente, uma aproximação clara com a criação do mundo descrita na Bíblia, ao propor um universo com início no tempo, ao contrário do paradigma anterior. Tal concordância atrai a simpatia da Igreja por razões evidentes, e ela adota a teoria. Nos casos em que a concordância não é tão óbvia, a aceitação não foi tão rápida, como nos casos citados acima. Assim, podemos argumentar que não é o histórico de imposição de dogmas religiosos, mas sim a adequação destes dogmas à teologia católica, que faz com que a Igreja se pronuncie mais ou menos rápido

²⁵ Em e-mail de 25 de novembro de 2014, a bibliotecária da Faculdade Jesuíta de Belo Horizonte, Vera Lúcia Abreu Bettio, informou que a instituição possuía em seu acervo as edições deste jornal a partir do ano de 1950, estando disponível para pesquisa.

a favor do paradigma científico (ou não se pronuncie, afinal). Para reforçar esta hipótese, seria interessante a elaboração de um estudo futuro que comparasse o posicionamento da Igreja acerca de teorias mais ou menos concordantes com o dogma religioso, como os estudos geológicos sobre a idade da Terra e a teoria da Eva Mitocondrial, por exemplo.

Estas aproximações com os paradigmas científicos, e o próprio discurso (ênfático nas últimas décadas) de que a Bíblia não pode ser entendida como um tratado científico, abrem bastante espaço para que se alegue que a religião pode nunca estar em conflito real com a ciência, já que sempre se pode dizer que a Sagrada Escritura não é literal, acomodando-a e modificando seu entendimento conforme o conhecimento científico avança, evitando inclusive a armadilha do “Deus das lacunas”. Além disso, abre-se a possibilidade de que, se no futuro, os paradigmas científicos se mostrarem incorretos ou incompletos, ainda reste a alegação de que os posicionamentos favoráveis a tais ideias tenham sido frutos da limitação do conhecimento à época e da posição pessoal dos religiosos, e não de falhas na Sagrada Escritura.

Podemos supor que a formação acadêmica do clero católico facilite a aceitação dos paradigmas científicos por estes fazerem parte do repertório intelectual dos religiosos, mas também se pode atrelar esta situação ao contexto político: numa sociedade na qual sistemas educacionais, bem ou mal, melhoram o entendimento científico básico de grande parcela da população, no qual o cenário político e econômico é dominado por atores laicos, e que presencia aceleradas mudanças comportamentais no tocante à sexualidade e estrutura familiar, qual é o custo de negar os paradigmas científicos, ou de não se pronunciar sobre eles? Quanto de aceitação a Igreja perderia, por exemplo, ao confrontar abertamente a ciência, e o quanto ela ganha ao defender que teorias consagradas não contradizem a religião? Não se pretende de forma alguma acusar a Igreja de agir em relação à ciência de maneira simplesmente interesseira e calculista, mas é evidente que o impacto político junto à opinião pública internacional é considerado quando se enfatiza a relação frutífera entre ciência e religião, em que se chama os cientistas a reverem o caso de Galileu Galilei, mas não o de Giordano Bruno, por exemplo. Além disso, é importante frisar que a interação estudada entre a Pontifícia Academia de Ciências e o Observatório do Vaticano se dá majoritariamente com os níveis mais altos da hierarquia eclesiástica católica, cujos membros, além de possuírem sólida formação acadêmica, também se integram aos altos círculos culturais de suas comunidades, estando assim em contato periódico com os discursos científico-culturais predominantes. Desta maneira, se torna muito mais provável a aceitação de uma teoria científica pelo comando da Igreja Católica que já está previamente familiarizado a este discurso.

Os dados analisados ao longo deste trabalho demonstram que a Igreja Católica adotou a abordagem dos magistérios não interferentes para lidar com a problemática da relação entre ciência e religião (ver Capítulo 4). Mas se de fato houvesse a compreensão de que os dois lados não têm muito a dizer um sobre o outro, faria sentido manter instituições que fomentam a ciência? Ou faria sentido promover discussões acerca da ética e dos impactos *do desenvolvimento científico*? A nosso ver, ao abordar a ciência e tentar incorporar parte de seu discurso, a Igreja Católica se arrisca numa parte lamacenta do pensamento humano onde diferentes visões se misturam mais que se separam, e o faz por não poder negar a formação intelectual de seus membros e também por opção política. Mas ao adotar a postura que adota, a Igreja acaba reconhecendo, pelo menos indiretamente, que há campos de disputa entre o discurso científico e o discurso religioso, no qual cada abordagem luta para defender seu lado mais ou menos duramente, com as ferramentas que têm disponíveis. Tais disputas se concentram em assuntos em comum, como o surgimento do universo, da vida e do próprio homem, e não dão mostras de que possam se resolver completamente, a menos que a religião abdique de seu fator sobrenatural.

O balanço que caberia então é: qual das duas abordagens vem ganhando a disputa? É evidente que, no mundo acadêmico ocidental, mobilizar explicações de cunho religioso para solucionar problemas é um caminho curto para o descrédito de carreiras científicas. Mas se nos determos sobre a população não acadêmica e, portanto, sobre a grande maioria das pessoas, a realidade se mostra diferente. Neste imenso conjunto populacional, de que vale a teoria do Big Bag se o nível educacional é tal que não se consegue entender nem mesmo os princípios básicos da teoria? Do que serve, por exemplo, toda a teoria da evolução explicada pelas semelhanças de DNA se não há a compreensão clara de como ele funciona, ou para que serve além de identificar criminosos e paternidades? Sob esta perspectiva, a abordagem religiosa do mundo oferece muito mais sentido ao propor conceitos de explicação mais fácil, sendo largamente preponderante sobre a ciência para a maioria das pessoas.

Mas ao final, para que contribuem tais considerações, além de lançar certa dose de luz sobre a relação entre uma instituição e determinado campo do saber científico? Contribuem no sentido de que, ao chamarmos atenção para o fato de que o discurso científico da Igreja não atinge sequer a maior parte de seus fiéis, fica patente a existência de toda uma mentalidade das pessoas não acadêmicas por onde a ciência não só pode, como deve penetrar. O sucesso de vendas de obras realizadas por jornalistas acerca de temas históricos e científicos, por exemplo, mostra que o público se interessa fortemente por ciência, desde que ela seja veiculada em

linguagem, mídia e preço acessíveis. Cabe aos cientistas ocuparem este espaço de divulgação, mas sem que sua própria comunidade os desprestige por isso, apesar de tais obras não contarem com o rigor argumentativo exigido pela academia. Mais uma vez, não se pretende minimizar os efeitos de políticas educacionais governamentais, nem de propor o triunfo completo da ciência sobre a religião. Mas o balanço feito nos permite enfatizar que, enquanto a ciência não conseguir ocupar lugar preponderante na mentalidade não acadêmica, seja pela educação ou pela divulgação, continuaremos a presenciar pessoas apoiando o estrangulamento da ciência e das universidades devido a cortes de verbas, por acharem que a ciência sem aplicação imediata é inútil.

Outro ponto sobre o qual cabem considerações é o da controvérsia envolvendo as teorias do Big Bang e do Estado Estacionário, e de certo dogmatismo perceptível entre seus adeptos. Teria a teoria do Big Bang quebrado o paradigma de um universo eterno, vencido a controvérsia com a teoria do Estado Estacionário, se tornando então praticamente um dogma científico? Sobre os dois primeiros pontos, podemos considerar que todo o conjunto de dados astronômicos que hoje podemos analisar permitem que a maioria absoluta dos astrônomos mundo afora sequer respondam aos defensores do Estado Estacionário, como discutido na seção 2.7. Hora, se a controvérsia prevê a discussão de dados e interpretações, e a ideia de discussão prevê a existência de diálogo, e se os astrônomos nem sequer respondem mais aos não paradigmáticos, é possível afirmar que, pelo menos entre os astrônomos, tal controvérsia foi encerrada. Isso não quer dizer que não haja o reconhecimento de que a teoria do Big Bang pode um dia, brevemente quem sabe, vir a ser substituída, considerando-se tudo que ainda nos falta entender sobre a matéria escura e a energia escura. Talvez até mesmo a teoria da Relatividade Geral esteja nesta mesma situação (ver seção 2.10). Mas o corpo explicativo, e as aplicações derivadas dele, se mostra tão extenso, que é bastante provável que, em caso de mudanças de paradigmas, o Big Bang se mostre uma teoria incompleta, e não enganosa, como é a gravidade newtoniana. Mesmo porque, o paradigma científico, ao receber reforço dos estudos de seus adeptos, constrói conjuntos argumentativos sólidos, ainda mais num mundo globalizado em que a ciência goza de intercâmbios a nível planetário. Faltou às teorias rivais do Big Bang conseguirem construir corpos tão densos quanto sua adversária. Assim, também não faz sentido supor que os adeptos do Big Bang sejam dogmáticos simplesmente por não darem crédito a teorias que não possuam ainda um conjunto lógico e probatório de peso.

Ao fim deste estudo, muitas questões ainda permanecem em aberto, sobretudo as que necessitam de pesquisas de opinião que deem voz aos próprios cientistas, membros ou não da

Academia e do Observatório. Qual nível de respeito tais instituições realmente gozam entre os cientistas? Quais os mecanismos e critérios que de fato atuam entre os cientistas, para que eles indiquem um colega, e não outro, para fazerem parte da Academia? Como os cientistas não membros enxergam estas instituições e seus membros? As ideologias seguidas por determinados governos impedem que cientistas nativos destes países sejam indicados? Governos bloqueiam ou pressionam por indicações, e tais interferências são respeitadas? O caso Paschini foi um caso isolado ou representa uma situação recorrente?²⁶ Olhares mais treinados em cosmologia e astronomia podem também oferecer maiores contribuições sobre os posicionamentos da Igreja: qual nível de apreensão das teorias se pode perceber nos pronunciamentos papais? Estas teorias são distorcidas (se sim, em qual grau) para que se aproximem do discurso religioso?

Além das limitações previsíveis de tempo e espaço de discussão para responder a tais perguntas, as próprias fontes acessíveis para este estudo podem ter contribuído para que elas não fossem abordadas. As bibliografias encontradas em português, inglês e espanhol sobre a Academia de Ciências e o Observatório do Vaticano foram basicamente as produzidas pelas próprias instituições, além das menções disponíveis nas obras que não tratavam especificamente delas. Pode ser que pesquisadores mais competentes na leitura de outras línguas encontrem análises realizadas por estudiosos não clericais, ou que não tenham atuado sob financiamento da Igreja, e que possam oferecer conclusões diferentes das disponíveis neste trabalho.

Assim, muitas possibilidades se mostram ainda em aberto para a análise da relação entre cosmologia, religiosidade e o entendimento humano do mundo. Esperamos ter contribuído para lançar luz sobre algumas delas, neste caminho sempre fascinante que é a busca coletiva pelo sentido da existência do Cosmos.

²⁶ Em 1942, o bispo e historiador Pio Paschini finalizou uma biografia sobre Galileu encomendada pelo Vaticano e escrita com base nos documentos do Arquivo do Vaticano. Este livro só foi publicado em 1964, pela Pontifícia Academia de Ciências, com uma revisão editorial que o atualizou após os avanços na historiografia sobre Galileu. Em 1978, causou muito mal-estar a descoberta de que os manuscritos originais tiveram suas conclusões modificadas no sentido de minimizar os erros da Inquisição e piorar a imagem de Galileu (FINOCCHIARO, 2005, p. 331).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Obras de divulgação científica

DAMINELI, Augusto; STEINER, João (org). **O Fascínio do universo**. São Paulo: Odysseus, 2010. Disponível em: < <http://www.astro.iag.usp.br/fascinio.pdf>>. Acesso em 23 abr. 2015.

HARRISON, Edward. **A Escuridão da Noite**: um enigma do universo. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1995.

HAWKING, Stephen. **Uma nova história do tempo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

FRIAÇA, Amâncio C. S. **Subjetividade no reconhecimento da vida no universo**. Revista Brasileira de Psicanálise [Online]. 2010, v. 44, n. 3, p. 93-101. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rbp/v44n3/a10.pdf>>. Acesso em 27 jul. 2016.

_____. **Terra, um Jardim no Cosmos**. Revista Página 22 [Online]. 2010, n. 46, p. 40-41. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/pagina22/article/view/29034/27882>>. Acesso em 27 jul. 2016.

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

PICAZZIO, Enios. **O céu que nos envolve**: Introdução à astronomia para educadores e iniciantes. São Paulo: Odysseus, 2011. Disponível em: < <http://www.astro.iag.usp.br/OCeuQueNosEnvolve.pdf>>. Acesso em 23 abr. 2015.

VEIGA, Carlos H.: **Cosmologia**: Da origem ao fim do universo. Módulo 2: conhecendo o Universo em que vivemos. Rio de Janeiro: Observatório Nacional, 2015. Disponível em: <<http://www.astroaprendizagem.on.br/daed/pdf-viewer/MODULO-2.pdf>>. Acesso em 25 jul. 2016.

_____.: **Cosmologia**: Da origem ao fim do universo. Módulo 9: Gravitação quântica e os problemas do espaço e do tempo. Rio de Janeiro: Observatório Nacional, 2015. Disponível em: <<http://www.astroaprendizagem.on.br/daed/pdf-viewer/MODULO-9.pdf>>. Acesso em 25 jul. 2016.

Obras teórico-técnicas

AGNOLIN, Adone. **História das Religiões: perspectiva histórico-comparativa**. São Paulo: Paulinas, 2013.

APLHER, R. A.; BETHE, H; GAMOW, G. **The Origin of Chemical Elements**. Physical Review. 1948, n. 73, vol. 7. p. 803-804. Disponível em: <link.aps.org/doi/10.1103/PhysRev.73.803>. Acesso em 10 jun. 2018.

ARP, Halton. **O Universo Vermelho: Desvios para o vermelho, Cosmologia e Ciência Acadêmica**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001.

AZEVEDO, Nara; LIMA, Ana L. G. S.; SOUZA, Luís O. G. de. **A ciência como profissão: entrevista com Carlos Chagas Filho**. Revista História, Ciências, Saúde-Manguinhos [online]. 2012, vol.19, n.2, pp.703-734. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-59702012000200019>>. Acesso em 29 fev. 2016.

BARROW, John D. **The World within the World**. Nova York: Oxford University Press, 1988.

BERGER, Peter L. (editor): **The desecularization of the world: resurgent religion and world politics**. Washington, DC Grand Rapids, MI: Ethics and Public Policy Center: William B. Eerdmans, 1999.

BERTOLIN, Josue. **Ciência e fé em debate: perspectivas históricas**. Dissertação (Mestrado em História Social) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8138/tde-16062015-125946/pt-br.php>>. Acesso em 25 jan. 2016.

BOTIN, Livia M. **Ciência e tecnologia em debate: uma análise das entrevistas do programa Roda Viva, da TV Cultura (1986-2006)**. Tese de Doutorado (Doutorado em História Social) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8138/tde-09092016-141643/pt-br.php>>. Acesso em 23 fev. 2018.

BOURDIEU, Pierre. **Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico**. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

BROOKE, John H. **Ciência e Religião: .** Porto: Porto Editora, 2003.

CHRÉTIEN, Claude. **A ciência em ação: mitos e limites**. Campinas: Papirus, 1994.

COLLINS, Francis S. **A linguagem de Deus**: Um cientista apresenta evidências de que Ele existe. São Paulo: Editora Gente, 2007.

COMITTI, V. S. **Princípio Antrópico Cosmológico**. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2011, v. 33. n. 1. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n1/18.pdf>>. Acesso em 25 jul. 2016.

FEYERABEND, Paul. **Contra o método**. Rio de Janeiro: F. Alves, 1989.

FINOCCHIARO, Maurice A. **Retrying Galileo, 1633-1992**. Berkeley: University of California Press, 2005.

FRIAÇA, Amâncio C. S., et al.: **Astronomia**: Uma Visão Geral do Universo. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

GOULD, Stephen J. **Pilares do tempo**: ciência e religião na plenitude da vida. Rio de Janeiro: Rocco, 2002.

HOBBSAWM, Eric J. **A era dos impérios**. 12. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

_____. **Era dos extremos**: o breve século XX: 1914-1991. 2. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

HOYKAAS, Reijer. **A religião e o desenvolvimento da ciência moderna**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1988.

KOESTLER, Arthur. **O homem e o Universo**: como a concepção do Universo se modificou através dos tempos. 2. ed. São Paulo: Ibrasa, 1989.

KRAGH, Helge. **Cosmology and controversy**: the historical development of two theories of the universe. Princeton: Princeton University Press, 1996.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LATOUR, Bruno. "Não congelarás a imagem", ou: como não desentender o debate **ciência-religião**. Mana, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 349-375, Out. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-93132004000200005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 29 mai. 2014.

LATOUR, Bruno e WOOLGAR, Steve. **A vida em laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

MAGALHÃES, Gildo: **Ciência e Conflito**: Ensaios sobre História e Epistemologia de Ciências e Técnicas. São Paulo: Book Express Editora, 2015.

MERTON, Robert K. A Ciência e a estrutura social democrática (1942). In _____ **Ensaio de Sociologia da Ciência**. São Paulo: Ed. 34, 2013. p. 181-198.

_____. Puritanismo, pietismo e ciência 1936). In _____ **Ensaio de Sociologia da Ciência**. São Paulo: Ed. 34, 2013. p. 15-62.

MITHEN, Steven J.: **A pré-história da mente**: Uma busca das origens da arte, da religião e da Ciência. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

NUMBERS, Ronald L. (org.): **Galileu na prisão e outros mitos sobre ciência e religião**. Lisboa: Gradiva, 2012.

PALEY, William. **Natural Theology**: or, evidences of the existence and attributes of the deity, collected from the appearances of nature. Filadélfia: publicado por John Morgan, No. 51, South Second-Street by H. Maxwell, no. 25, North Second-Street, 1802. Disponível em: <<https://archive.org/details/naturaltheologyo1802pale>>. Acesso em 08 set. 2017.

PIERUCCI, Antônio F. **O desencantamento do mundo**: todos os passos do conceito em Max Weber. São Paulo: Editora 34, 2003.

RONAN, Colin A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge**: da Renascença à revolução científica. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., Vol. 3.

SANTOS, Charles Morphy D. et. al. **On the parallels between cosmology and astrobiology: a transdisciplinary approach to the search for extraterrestrial life**. International Journal of Astrobiology, 15(4), pp. 251–260. Disponível em <<https://www.cambridge.org/core/journals/international-journal-of-astrobiology/article/on-the-parallels-between-cosmology-and-astrobiology-a-transdisciplinary-approach-to-the-search-for-extraterrestrial-life/28759EDF261932CD233964686F2A9B91>> Acesso em 18 jan. de 2017.

SHAPOSHNIKOV, Mikhail. **The Higgs boson and cosmology**. Philosophical Transactions of the Royal Society. 2014, n. 373. Disponível em: <<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/373/2032/20140038>>. Acesso em 26 out. 2016.

SORONDO, Marcelo S.. **I Papi e la Scienza nell'epoca contemporanea**. Cidade do Vaticano: Pontifícia Academia de Ciências, 2009. Disponível em < <http://www.casinapioiv.va/content/accademia/en/publications/scriptavaria/papiscienza.html>>. Acesso em 24 nov. 2014.

_____. **The Pontifical Academy of Sciences: A Historical Profile**. Cidade do Vaticano: Pontifícia Academia de Ciências, 2012. Extra Series 38. Disponível em <<http://www.casinapioiv.va/content/accademia/en/publications/extraseries/historicalprofile2012.html>>. Acesso em 24 de novembro de 2014

WEBER, Max. **Sociologia das religiões**. São Paulo: Ícone, 2010.

Fontes primárias

Big Bang e Teoria da Evolução não contradizem cristianismo, diz Papa. G1. São Paulo, 28 out. 2014, Seção Ciência e Saúde. Disponível em: < <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2014/10/papa-diz-que-big-bang-e-teoria-da-evolucao-nao-contradizem-lei-crista.html>>. Acesso em 28 out. 2014.

BRÜCK, H. A., COYNE, G. V., LONGAIR, M. S.. **Astophysical Cosmology: *Proceedings on Cosmology and Fundamental Physics***. Cidade do Vaticano: Pontifícia Academia de Ciências, 1981. Semana de estudos, 28 de setembro – 2 de outubro de 1981. Scripta Varia 48. Disponível em <<http://www.casinapioiv.va/content/dam/accademia/pdf/sv48pas.pdf>>. Acesso em 24 de novembro de 2014.

CLARKE, R. W.; RYLE, M. **An examination of the steady-state model in the light of some recent observations of radio sources**. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 1961, vol. 122, p.349. Disponível em: <http://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?db_key=AST&bibcode=1961MNRAS.122..349R&letter=.&classic=YES&defaultprint=YES&whole_paper=YES&page=349&epage=349&send=Send+PDF&filetype=.pdf>. Acesso em 12 jun. 2018.

CONCÍLIO VATICANO II. **Constituição Pastoral *Gaudium et Spes***. Vaticano, 1965. Disponível em: <http://www.vatican.va/archive/hist_councils/ii_vatican_council/documents/vat-ii_const_19651207_gaudium-et-spes_po.html>. Acesso em 29 dez. 2017.

DURRER, RUTH. **What do we really know about dark energy?** Philosophical Transactions of the Royal Society. 2011, n. 369, p. 5102-5114. Disponível em: <<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/369/1957/5102>>. Acesso em 26 out. 2016.

Einstein Session of the Pontifical Academy. Science 207, n. 4436 (1980), p. 1159-1167. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/1683310>>. Acesso em: 20 out. 2016.

ELLIS, Richard S. **Gravitational lensing: a unique probe of dark matter and dark energy**. Philosophical Transactions of the Royal Society. 2010, n. 368, p. 967-987. Disponível em: <<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/368/1914/967>>. Acesso em 26 out. 2016.

Evolving Concepts of Nature. REES, M. Pontifícia Academia de Ciências. Vaticano, 2014. Disponível em: <<http://www.pas.va/content/accademia/en/publications/acta/acta23/rees.html>>. Acesso em 6 jan. 2018.

FRANCISCO. **Carta à Sessão Plenária Conceitos Evolutivos da Natureza**. 27 out. 2014. Disponível em: <<http://www.pas.va/content/accademia/en/magisterium/francis/27october2014.html>>. Acesso em 5 jan. 2018.

HELLER, Michael. **How to Become Science? The Case of Cosmology**. Cidade do Vaticano: Pontifícia Academia de Ciências, 2011. Acta 21. Disponível em: <<http://www.pas.va/content/dam/accademia/pdf/acta21/acta21-heller.pdf>>. Acesso em 2 mar. 2018.

LEÃO XIII. *Motu proprio Ut Mysticam*. Vaticano: 14 mar. 1891. Disponível em: <<http://disf.org/leone-xiii-ut-mysticam>>. Acesso em 3 nov. 2017.

_____. **Carta encíclica Providentissimus Deus**. Vaticano, 1893. Disponível em: <http://w2.vatican.va/content/leo-xiii/es/encyclicals/documents/hf_l-xiii_enc_18111893_providentissimus-deus.html>. Acesso em 21 jul. 2017.

LEMAÎTRE, Georges. **Note on De Sitter's Universe**. Publications du Laboratoire d'Astronomie et de Geodesie de l'Universite de Louvain, vol. 2, pp.37-41. Disponível em: <<http://adsbit.harvard.edu/full/1926PLAGL...2...37L>>. Acesso em 2 mar. 2018.

LIMA, Ana L. G. S. et al. **Ciência, política e paixão: o arquivo de Carlos Chagas Filho**. Revista História, Ciências, Saúde-Manguinhos [online]. 2005, vol.12, n.1, pp.185-198. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-59702005000100010>>. Acesso em 29 fev. 2016.

MAFFEO, Sabino S. J. **The Vatican Observatory: In the Service of Nine Popes**. Vatican Observatory Publications, 2002. Disponível em: <<http://adsabs.harvard.edu/full/2001vosn.book.....M>>. Acesso em 6 out. 2017.

Nicolelis é alvo de sites da extrema-direita americana: contas não ajustadas da eleição. Viomundo. São Paulo, 19 jan. 2011. Disponível em: <<http://www.viomundo.com.br/denuncias/nicolelis-e-alvo-de-sites-da-extrema-direita-americana-contas-nao-ajustadas-da-eleicao-brasileira.html>>. Acesso em 7 jan. 2018.

PIO XI. **Motu Proprio *In multis solaciis***. Vaticano, 1936. Disponível em: <http://w2.vatican.va/content/pius-xi/it/motu_proprio/documents/hf_p-xi_motu-proprio_19361028_multis-solaciis.html>. Acesso em 29 dez. 2017.

PIO XII. **Carta encíclica *Humani Generis***. Vaticano, 1950. Disponível em: <http://w2.vatican.va/content/pius-xii/pt/encyclicals/documents/hf_p-xii_enc_12081950_humani-generis.html#_ftn2>. Acesso em 21 jul. 2017.

PONTIFÍCIA ACADEMIA DE CIÊNCIAS. **Discourses of the popes from Pius XI to John Paul II to the Pontifical Academy of Sciences (1936-1986)**. Cidade do Vaticano: Pontifícia Academia de Ciências, 1986. Scripta Varia 66. Disponível em <<http://www.casinapioiv.va/content/dam/accademia/pdf/sv66pas.pdf>>. Acesso em 24 de novembro de 2014.

_____. **Papal Addresses**. Cidade do Vaticano: Pontifícia Academia de Ciências, 2003. Scripta Varia 100. Disponível em <<http://www.pas.va/content/dam/accademia/pdf/sv100.pdf>>. Acesso em 3 jan. 2018.

_____. **Science and the Modern World: Part III**. Cidade do Vaticano: Pontifícia Academia de Ciências, 1979. Scripta Varia 52. Proceedings of the Symposium on “Science and the Modern World”, Plenary Session, November 11-13, 1979. Disponível em <<http://www.casinapioiv.va/content/dam/accademia/pdf/sv52pas.pdf>>. Acesso em 24 de novembro de 2014.

_____. **Goals**. Vaticano: 1936a. Disponível em: <<http://www.pas.va/content/accademia/en/about/statutes.html>>. Acesso em 3 jan. 2018.

_____. **Statutes**. Vaticano: 1936b. Disponível em: <<http://www.pas.va/content/accademia/en/about/statutes.html>>. Acesso em 29 dez. 2017.

_____. **The four-hundredth anniversary of the Pontifical Academy Of Sciences: 1603-2003**. Cidade do Vaticano: Pontifícia Academia de Ciências, 2004. Acta 17. Disponível em: <<http://www.pas.va/content/dam/accademia/pdf/acta17.pdf>>. Acesso em 19 dez. 2017.

_____. **The Scientific Legacy of the 20th Century**. 28 out. a 1 nov. 2010. Cidade do Vaticano: Pontifícia Academia de Ciências, 2011. Acta 21. Disponível em: <<http://www.pas.va/content/dam/accademia/pdf/acta21/acta21.pdf>>. Acesso em 6 jan. 2018.

_____. **Tornata inaugurale, Commemorazione di S.S. Pio XI, 3 Tornate**

ordinarie, IV anno accademico. 3 dez. 1939 e 18 fev., 19 mai. 1940. Acta 4. Cidade do Vaticano, 1940. Disponível em: <<http://www.pas.va/content/accademia/en/publications/acta/acta4.html>>. Acesso em 6 jan. 2018.

_____. **Tornata inaugurale e prima Tornata ordinaria, XII anno accademico.** 8 fev. 1940. Acta 12. Cidade do Vaticano, 1948. Disponível em: <<http://www.pas.va/content/accademia/en/publications/acta/acta12.html>>. Acesso em 6 jan. 2018.

SAMPLE, Ian. Martin Rees: **I've got no religious beliefs at all – interview.** The Guardian. Londres, 6 abr. 2011, Seção Science. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/science/2011/apr/06/astrophysicist-martin-rees-interview>>. Acesso em 18 dez. 2017.

Santa Sé apresentou o Anuário Pontifício 2013 - Igreja cresce sobretudo na África e Ásia. Rádio Vaticana, News.Va, 14 de maio de 2013. Disponível em: <<http://www.news.va/pt/news/santa-se-apresentou-o-anuario-pontificio-2013>>. Acesso em 21 jul. 2017.

Science and Religion Advance Together at Pontifical Academy. Science 291, n° 5508 (2001), pp. 1472-1474. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3082478>>. Acesso em 3 mar. 2017.

Teorias do Big Bang e da evolução estão corretas, diz papa Francisco. Folha de S. Paulo, São Paulo, 28 dez. 2014, Seção Mundo. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mundo/2014/10/1539614-teorias-do-big-bang-e-evolucao-estao-corretas-diz-papa-francisco.shtml>>. Acesso em 28 dez. 2014.

The Pope's Science Advisers. Science 215, n. 4536 (1982), p. 1076-1077. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1688367>> Acesso em: 20 out. 2016.

Einstein Session of the Pontifical Academy. Science 207, n. 4436 (1980), p. 1159-1167. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1683310>>. Acesso em: 20 out. 2016.

VATICANO. **Statutes.** Disponível em: <<http://www.casinapioiv.va/content/accademia/en/about/statutes.html>>. Disponível em 24 de novembro de 2014.

_____. **Bilateral and Multilateral Relations of the Holy See.** Disponível em: <http://www.vatican.va/roman_curia/secretariat_state/documents/rc_seg-st_20010123_holy-see-relations_po.html>. Acesso em 21 jul. 2017.

ANEXOS

Tabela 8 - Temas de trabalhos apresentados nas sessões plenárias

Temas	Qtde.	%
Biologia	104	17,11
Física	103	16,9
Matemática	88	14,5
Astronomia	35	5,8
Ciências Humanas	29	4,8
Medicina	27	4,4
Zoologia	26	4,3
Educação	22	3,6
Cosmologia	21	3,5
Neurologia	21	3,5
Ciências da Terra	15	2,5
Química	15	2,5
Biografias	13	2,1
Teologia	12	2,0
Geociências	12	2,0
Ciências Ambientais	11	1,8
Biotecnologia	10	1,6
Energia	9	1,5
História da Academia	8	1,3
Bioquímica	7	1,2
Robótica	5	0,8
Epistemologia da ciência	4	0,7
Arqueologia	3	0,5
Paleontologia	3	0,5
Ciências Atmosféricas	2	0,3
Demografia	1	0,2
Economia	1	0,2
Psicologia	1	0,2

Fonte: levantamento feito pela autora conforme dados disponíveis em www.pas.va. Acesso em 5 jan. 2018.

Tabela 9 - Breves resumos dos artigos sobre astronomia e cosmologia publicados nas atas das sessões plenárias da Pontifícia Academia de Ciências

Ano	Autor	Título	Resumo
1937	M. Tibor	The distribution of the stars in the Cepheus-Lacerta region	Distribuição estelar na região da Cepheus-Lacerta, observações do Observatório do Vaticano. Classificação estelar de acordo com espectro. Concordam com resultados de outros astrônomos e trabalhos.
1938	Herman A. Brück	The 1937 Eclipse of Aurigae	Aurigae é uma estrela binária eclipsante. Observações do Observatório do Vaticano. Descrição das observações.
1938	V. Nobile	Preliminari per una necessaria revisione della teoria dell'aberrazione annua. I fondamenti teorici del problema	Cálculos acerca da aberração da luz solar (aberração da luz é uma distorção a longa distância que contribuiu para reforçar a teoria da Relatividade).
1939/ 1941	S.A. de Mayolo	Loi des forces dans un système gravitationnel du type soleil-planète	Defende matematicamente a validade das leis de Einstein para a gravitação em um sistema sol-planeta.
1939/ 1941	B. Gross	Über den breiteneffekt der kosmischen Strahlung	Efeitos da radiação solar sobre atmosfera terrestre.
1945	Giuseppe Armellini	Misure micrometriche di stelle doppie	Descrição do processo de medida de várias estrelas binárias e seu resultado.
1945	S. Malatesta	Interpretazione relativistica delle azioni elettrodinamiche	Interpretações equacionarias de ações eletrodinâmicas com base na teoria da Relatividade
1946	M. Cimino	Sopra un'estensione alle eclissi parziali di Sole del metodo di Julius per la determinazione dell'oscuramento al bordo solare	Aplicação de método de estudo da radiação solar durante um eclipse total a um eclipse parcial. Relato de dados.
1948	P. Dru-maux	Sur la récession des nébuleuses extra-galactiques	Considera a relatividade válida. Analisa os movimentos galácticos a partir desta teoria.
1948	Georges Lemaître	Quaternions et espace elliptique	Aplicações matemáticas dos quaternions para estudos de constantes e leis cosmológicas.
1948	Georges Lemaître	L'ipothese de l'atome primitif	Descrição qualitativa da hipótese do átomo primitivo.
2004	Martin John Rees	From Controversy to Consensus in Cosmology	Implicações da energia escura sobre a cosmologia, lançando a possibilidade de vários big bangs.
2004	Pierre Lénà	The Discovery of Extrasolar Planets	História e métodos para estudo e descoberta de exoplanetas.

Continua

Ano	Autor	Título	Resumo
2006	Michael Heller	Predictability, Measurements and Cosmic Time	Importância da previsão e da retrospectção para a ciência. Tempo como categoria determinante para a formação do Universo.
2006	Antonino Zichichi	Complexity and Predictions at the Fundamental Level of Scientific Knowledge	Simplicidade e complexidade como aspectos indissociáveis do fazer científico.
2006	Rudolf Muradian	Predictions in Astrophysics and Cosmology	Origem do movimento de rotação nos níveis micro e macro da matéria.
2008	Maxine F. Singer	The Latest Challenge to Evolution: Intelligent Design	Crítica o ensino do Criacionismo nas escolas americanas e classifica o Design Inteligente como uma revisão desta teoria
2008	Francis S. Collins	The Language of God	Adota a genética como fator que prova a teoria da evolução. Não exclui Deus do papel de Criador, mas como uma entidade fora do tempo, e que, portanto, não está sujeito às nossas categorias físicas. Crítica o criacionismo e o Design Inteligente, bem como Dawking.
2008	Vera C. Rubin	What We Know, and What We Don't Know, About the Universe	Histórico da astronomia e cosmologia no séc. XX, balanço do que se sabia até 2008. Relato histórico sobre a descoberta da matéria escura e as lacunas que faltam ser preenchidas na cosmologia.
2008	Stephen Hawking	The Origin of the Universe	História da cosmologia no séc. xx, com ênfase na história da teoria do Big Bang. Fala de Deus muitas vezes, como metáfora.
2008	Govind Swarup	Scientific Quest into Evolution of Life in the Universe	Considerações sobre as novas descobertas acerca da evolução da vida em nosso planeta (extremófilos) e da busca por vida no universo
2008	Martin John Rees	From a Simple Big Bang to Our Complex Cosmos	Introdução às discussões: balanço das conquistas astronômicas no séc. XX e de suas implicações sobre nosso entendimento sobre o cosmos e a vida.
2010	Michael Heller	How to Become Science? The Case of Cosmology	Panorama da constituição da Cosmologia enquanto ciência desde o séc. XIX até os principais desafios que encontra hoje.
2010	Govind Swarup	Great Discoveries Made by Radio Astronomers During the Last Six Decades and Key Questions Today	Panorama histórico desde o início dos estudos de emissão de rádio para comunicação, sua aplicação na cosmologia, até dias atuais. Visão paradigmática do Big Bang como sendo provado pelas radiofontes, e controvérsia com Estado Estacionário dada como acabada.
2012	Martin John Rees	From Big Bang to Biospheres: The Scope and Limits of Explanation	O que sabemos sobre os níveis atômicos e o surgimento dos átomos e elementos, bem como alguns desafios para nossa compreensão de seu processo de formação.

Continua

Ano	Autor	Título	Resumo
2012	José G. Funes	A Cosmic End: From the Earth to the Universe	Para discutir estes temas, parte do suposto de que conhecemos coisas sobre o começo. O Big Bang é tratado como paradigmático. Final com fechamento religioso. Especulações com projeções sobre o fim da Terra e do Universo.
2014	Rudolf Muradyan	Rotating Strings and Branes as Basic Primeval Objects of Nature	Considerações sobre a origem e os padrões de rotação das partículas como elemento essencial à natureza
2014	Yuri I. Manin	The Big Bang Cosmology and its Mathematical Description	Descrição de elementos matemáticos da teoria. Big Bang é tratado como paradigma.
2014	Pierre Lénà	De Natura Rerum: Exoplanets and ExoEarths	Balanço dos 20 anos de pesquisas após a descoberta de exoplanetas. Definição de planeta precisou ser expandida e especificada. Melhora nos instrumentos ampliou as capacidades de detecção de exoplanetas.
2014	Rafael Vicuña	The Origin of Life on Earth: Nature's Agency and/or Divine Intervention?	Tb rejeita Design Inteligente e o Criacionismo. Apoia a convicção de Bento XVI de que a filosofia deve ter proeminência na explicação sobre o que é a vida. MNI.
2014	Martin John Rees	Some Key Cosmological Numbers: Contingency or Necessity?	Corrige o princípio antrópico forte: defende que se a gravidade fosse mais fraca, o universo seria ainda mais interessante. Quanto a Hoyle, admite sua teoria de formação de elementos. Defende que não entendemos as escalas de ajustes observados na estabilidade dos átomos ou na constante gravitacional.

Fonte: levantamento feito pela autora conforme dados disponíveis em www.pas.va.

Acesso em 5 jan. 2018.

Tabela 10 - Membros da Pontifícia Academia de Ciências nomeados até out. 2014

Membro	★-†	Origem	Área de atuação	Nomeação	Nobel
Giuseppe Armellini	1887-1958	Itália	Astronomia	1936	
Charles E. Barrois	1851-1939	França	Geologia	1936	
Emilio Bianchi	1975 - 1941	Itália	Astronomia	1936	
Guglielmo Marconi	1874-1937	Itália	Física	1936	Física, 1909
Thomas Morgan	1866-1945	EUA	Medicina	1936	Medicina, 1933
Max Planck	1885-1947	Alemanha	Física	1936	Física, 1918
Emil Abderhalden	1877-1950	Suíça	Biologia	1936	
Anselmo M. Albareda	1892-1966	Espanha	Religião	1936	
Ugo Amaldi	1875-1957	Itália	Matemática	1936	
George David Birkhoff	1884-1944	EUA	Matemática	1936	
Gaetano Bisleti	1856-1937	Itália	Religião	1936	
Vilhelm F. K. Bjerknes	1862-1951	Noruega	Física	1936	
Niels H. David Bohr	1885-1962	Dinamarca	Física	1936	Física, 1922
Marcello Boldrini	1890-1969	Itália	Matemática	1936	
Filippo Bottazzi	1867-1941	Itália	Biologia	1936	
Edouard Branly	1844-1940	França	Física	1936	
Frederik J. J. Buytendijk	1887-1974	Holanda	Biologia	1936	
Constantin Caratheodory	1873-1950	Alemanha	Matemática	1936	
Alexis Carrel	1873-1944	França	Biologia	1936	Medicina, 1912
Aldo Castellani	1877-1971	Itália	Medicina	1936	
Ludovico C. A. Rovere	1866-1951	Itália	Humanidades	1936	
Gustavo Colonnetti	1886-1968	Itália	Engenharia	1936	
Gaetano Arturo Grocco	1877-1968	Itália	Engenharia	1936	
Lucien Cuenot	1866-1951	França	Biologia	1936	
Giorgio Dal Piaz	1872-1962	Itália	Geologia	1936	
Pieter J. William Debye	1884-1966	Holanda	Química	1936	Química, 1936
Filippo De Filippi	1869-1938	Itália	Humanidades	1936	
Pietro De Sanctis	1867-1967	Itália	Matemática	1936	
Pierre Fauvel	1866-1958	França	Biologia	1936	
Allois Gatterer	1866-1953	Áustria	Astronomia	1936	
Agostino Gemelli	1878-1959	Itália	Humanidades	1936	
Ernesto Gherzi	1886-1973	Itália	Física	1936	
Alessandro Ghigi	1875-1970	Itália	Biologia	1936	
Gustavo Gilson	1859-1945	Bélgica	Biologia	1936	
Francesco Giordani	1896-1961	Itália	Química	1936	
Giovanni Giorgi	1871-1950	Itália	Física	1936	
Emil Godlewski	1875-1944	Polônia	Biologia	1936	
Giuseppe Gola	1877-1956	Itália	Biologia	1936	
Victor Grégoire	1870-1938	Bélgica	Biologia	1936	
Camillo Guidi	1853-1941	Itália	Engenharia	1936	
Paul Guthnick	1879-1947	Alemanha	Astronomia	1936	
Bernard A. Houssay	1887-1971	Argentina	Biologia	1936	Medicina, 1947

Continua

Membro	Nascimento	Origem	Área de atuação	Nome- ação	Nobel
Wilhelmus H. Keesom	1876-1956	Holanda	Física	1936	
Georges Lemaître	1894-1996	Bélgica	Astronomia	1936	
Giuseppe Lepri	1870-1952	Itália	Biologia	1936	
Tulio Levi-Civita	1873-1941	Itália	Matemática	1936	
Luigi Lombardi	1867-1958	Itália	Física	1936	
Paolo Luigioni	1873-1937	Itália	Biologia	1936	
Francesco Selvaggiani	1871-1951	Itália	Religião	1936	
Antonio Mendes Corrêa	1888-1960	Portugal	Humanidades	1936	
Angelo Mercati	1870-1955	Itália	Religião	1936	
Albert Michotte	1881-1965	Bélgica	Humanidades	1936	
Robert Millikan	1868-1953	EUA	Física	1936	Física, 1923
Umberto Nobile	1885-1978	Itália	Engenharia	1936	
Eugenio Pacelli	1876-1958	Itália	Religião	1936	
Modesto Panetti	1875-1957	Itália	Física	1936	
Nicola Parravano	1883-1938	Itália	Química	1936	
Antonio Pensa	1874-1970	Itália	Medicina	1936	
Ernst Petritsch	1878-1951	Itália	Engenharia	1936	
Emile Picard	1856-1941	França	Matemática	1936	
Enrico Pistolessi	1889-1968	Itália	Física	1936	
Franco Rasetti	1901-2001	Itália	Biologia	1936	
Pietro Rondoni	1882-1956	Itália	Medicina	1936	
Ernest Rutherford	1871-1937	N. Zelândia	Física	1936	Química, 1908
Guglielmo Schmidt	1868-1954	Alemanha	Humanidades	1936	
Erwin Schrödinger	1887-1961	Áustria	Física	1936	Física, 1933
Charles Sherrington	1858-1952	R. Unido	Biologia	1936	Medicina, 1932
Filippo Silvestri	1873-1949	Itália	Biologia	1936	
George Sperti	1900-1991	EUA	Física	1936	
Johan W. J. A. Stein	1871-1951	Holanda	Astronomia	1936	
Hugh Stott Taylor	1890-1974	R. Unido	Química	1936	
Antonio Renato Toniolo	1881-1955	Itália	Humanidades	1936	
Armin T. Seysenegg	1870-1951	Áustria	Biologia	1936	
Giancarlo Vallauri	1882-1957	Itália	Física	1936	
Charles Vallée-Poussin	1866-1962	Bélgica	Matemática	1936	
Francesco Vercelli	1883-1952	Itália	Geologia	1936	
Vito Volterra	1860-1940	Itália	Matemática	1936	
Edmund T. Whittaker	1873-1956	R. Unido	Matemática	1936	
Pieter Zeeman	1865-1943	Holanda	Física	1936	Física, 1902
Adriano Noyons	1878-1941	Holanda	Medicina	1936	
Arthur William Conway	1875-1950	Irlanda	Física	1939	
Carlo Somigliana	1860-1955	Itália	Matemática	1939	
Luigi Maglione	1877-1944	Itália	Religião	1939	
Giuseppe Pizzardo	1877-1970	Itália	Religião	1939	
Giotto Dainelli	1878-1968	Itália	Geologia	1940	

Continua

Membro	Nascimento	Origem	Área de atuação	Nome-ação	Nobel
Umberto Pierantoni	1876-1959	Itália	Biologia	1940	
Francesco Severi	1879-1961	Itália	Matemática	1940	
Alfred Ursprung	1876-1952	Suíça	Biologia	1941	
Antonio Cardoso Fontes	1879-1943	Brasil	Medicina	1941	
Giovanni B. Bonino	1899-1985	Itália	Física	1942	
Dante de Blasi	1873-1956	Itália	Medicina	1942	
José García-Siñeriz	1886-1974	Espanha	Geologia	1942	
Corneille J. F. Heymans	1892-1968	Bélgica	Química	1942	Medicina, 1938
Gaetano Quagliariello	1883-1957	Itália	Química	1942	
Leonida Tonelli	1885-1946	Itália	Matemática	1942	
Leopold Ruzicka	1887-1976	Croácia	Biologia	1942	Química, 1939
Alexander Fleming	1881-1955	R. Unido	Biologia	1946	Medicina, 1945
José Maria A. Herrera	1902-1966	Espanha	Biologia	1948	
Edward Victor Appleton	1892-1965	R. Unido	Física	1948	Física, 1947
Aloysio de Castro	1881-1959	Brasil	Medicina	1948	
Eduardo Cruz-Coke	1899-1974	Chile	Medicina	1948	
Edward Adalbert Doisy	1893-1986	EUA	Biologia	1948	Medicina, 1943
Herbert Sidney Langfeld	1879-1958	EUA	Humanidades	1948	
Joseph Junkes	1900-1984	Alemanha	Astronomia	1953	
Charles Herbert Best	1899-1978	EUA	Biologia	1955	
Hermann A. Brück	1905-2000	Alemanha	Astronomia	1955	
Louis de Broglie	1892-1987	França	Física	1955	
Julio Cesar Garcia Otero	1895-1966	Uruguai	Medicina	1955	
Otto Hahn	1879-1968	Alemanha	Química	1955	Química, 1944
Werner Karl Heisenberg	1901-1976	Alemanha	Física	1955	Física, 1932
Walter Rudolf Hess	1881-1973	Suíça	Biologia	1955	Medicina, 1949
Gaston Maurice Julia	1893-1978	Argélia	Matemática	1955	
Theodore von Karman	1881-1963	Alemanha	Física	1955	
Max T. Felix von Laue	1879-1960	Alemanha	Física	1955	Física, 1914
Paul Niehans	1882-1971	Suíça	Medicina	1955	
Arne W. Kaurin Tiselius	1901-1971	Suécia	Biologia	1955	
Artturi Ilmari Virtanen	1895-1973	Finlândia	Biologia	1955	Química, 1945
Hermann Weyl	1885-1955	Alemanha	Matemática	1955	
Martino Giusti	1905-1987	França	Humanidades	1956	
Vittorio Valletta	1883-1967	Itália	Engenharia	1956	
Pio Paschini	1878-1962	Itália	Religião	1957	
Domenico Tardini	1888-1961	Itália	Religião	1960	
Eugène Tisserant	1884-1972	França	Religião	1960	
John Carew Eccles	1903-1997	Austrália	Biologia	1961	Medicina, 1963
Antonio de Almeida	1900-1984	Portugal	Humanidades	1961	
James Chadwick	1891-1974	R. Unido	Física	1961	Física, 1935
Ronald Aylmer Fisher	1890-1962	Reino U.	Biologia	1961	
Giordano Giacomello	1910-1968	Itália	Química	1961	

Continua

Membro	Nascimento	Origem	Área de atuação	Nome-ação	Nobel
Victor Francis Hess	1883-1964	Áustria	Física	1961	Física, 1936
George C. de Hevesy	1885-1966	Hungria	Biologia	1961	Química, 1963
Domenico Marotta	1886-1974	Itália	Química	1961	
Hideki Yukawa	1907-1971	Japão	Física	1961	Física, 1949
Cyril N. Hinshelwood	1897-1967	Reino U.	Química	1961	Química, 1956
Edward Joseph Conway	1894-1968	Irlanda	Biologia	1961	
Paul A. M. Dirac	1902-1984	Reino U.	Física	1961	Física, 1933
Sven Hörstadius	1898-1996	Suécia	Biologia	1961	
Alberto Hurtado	1901-1983	Peru	Medicina	1961	
Loius Leprince-Ringuet	1901-2000	França	Física	1961	
Sanichiro Mizushima	1899-1983	Japão	Física	1961	
Chandrasekhara Raman	1888-1970	Índia	Física	1961	Física, 1930
Manuel S. Vallarta	1899-1977	México	Física	1961	
Carlos Chagas Filho	1910-2000	Brasil	Biologia	1961	
Jan Hendrik Oort	1900-1992	Holanda	Astronomia	1961	
Amleto G. Cicognani	1883-1973	Itália	Humanidades	1961	
Veikko A. Heiskanen	1895-1971	Finlândia	Geologia	1964	
Gerhard Herzberg	1904-1999	Alemanha	Química	1964	Química, 1961
Jean Lecomte	1898-1979	França	Física	1964	
Pierre R. Lepine	1901-1990	França	Biologia	1964	
Manuel Lora-Tamayo	1904-2002	Espanha	Química	1964	
William Morgan	1906-1994	EUA	Astronomia	1964	
Salimuzzaman Siddiqui	1897-1994	Índia	Química	1964	
Felix A. Vening Meinsz	1887-1966	Holanda	Geologia	1964	
Keith Edward Bullen	1906-1976	N. Zelândia	Matemática	1968	
Alan Lloyd Hodgkin	1914-1998	R. Unido	Biologia	1968	
Luis Frederico Leloir	1906-1987	França	Biologia	1968	Química, 1970
Giovanni B. M. Bettòlo	1915-1996	Itália	Química	1968	
Waclaw F. Sierpinski	1882-1969	Polônia	Matemática	1968	
Alfred Ubbelohde	1907-1988	Bélgica	Física	1968	
Hans Tuppy	1924-	Áustria	Biologia	1970	
Georges Chaudron	1891-1976	França	Química	1970	
Christian de Duve	1917-2013	R. Unido	Biologia	1970	Medicina, 1974
Fritz Feigl	1891-1971	Áustria	Química	1970	
Wolfgang Gentner	1906-1980	Alemanha	Física	1970	
Georges Joachimoglu	1887-1979	Grécia	Química	1970	
Rudolf L. Mössbauer	1929-2011	Alemanha	Física	1970	Física, 1961
Mauro Picone	1885-1977	Itália	Matemática	1970	
Marcel Roche	1920-1976	Venezuela	Biologia	1970	
Robert Stoneley	1894-1976	R. Unido	Geologia	1970	
Albert Szent-Györgyi	1893-1986	Hungria	Biologia	1970	Medicina, 1937
Patrick Treanor	1920-1978	R. Unido	Astronomia	1970	
Percy C. C. Garnham	1901-1994	R. Unido	Medicina	1970	

Continua

Membro	Nascimento	Origem	Área de atuação	Nome- ação	Nobel
Alfons Maria Stickler	1910-2007	Alemanha	Religião	1971	
Daniel Adzei Bekoe	1928-	Gana	Química	1973	
Hamao Umezawa	1914-1986	Japão	Biologia	1973	
Jérôme Lejeune	1926-1994	França	Biologia	1974	
Rita Levi-Montalcini	1909-2012	Itália	Biologia	1974	Medicina, 1986
Marshall W. Nirenberg	1927-2010	EUA	Biologia	1974	
Severo Ochoa	1905-1993	Espanha	Biologia	1974	Medicina, 1959
George Porter	1920-2002	R. Unido	Química	1974	
Daniel J. K. O'Connell	1896-1982	R. Unido	Astronomia	1974	
Michael Sela	1924-	Polônia	Biologia	1975	
Héctor Croxatto	1908-2010	Chile	Biologia	1975	
George Emil Palade	1912-2008	Romênia	Medicina	1975	
Martin Ryle	1918-1984	R. Unido	Física	1975	Física, 1974
Beniamino Segre	1903-1977	Itália	Matemática	1975	
Bengt Strömgren	1908-1987	Suécia	Astronomia	1975	
Victor F. Weisskopf	1908-2002	Áustria	Física	1975	
David Baltimore	1938-	EUA	Biologia	1978	Medicina, 1975
André Blanc-Lapierre	1915-2001	França	Física	1978	
Aage Bohr	1922-2009	Dinamarca	Física	1978	
Giuseppe Colombo	1920-1984	Itália	Astronomia	1978	
Johanna L. Döbereiner	1924-2000	Rep. Checa	Biologia	1978	
Har Gobind Khorana	1922-2011	Índia	Biologia	1978	Medicina, 1968
Albert William Liley	1929-1983	N. Zelândia	Medicina	1978	
Fedor Lynen	1911-1979	Alemanha	Medicina	1978	
Giuseppe Moruzzi	1910-1986	Itália	Biologia	1978	
Crodowaldo Pavan	1919-2009	Brasil	Biologia	1978	
Giampietro Puppi	1917-2006	Itália	Física	1978	
Alexander Rich	1924-2015	EUA	Biologia	1978	
Roger Sperry	1913-1994	EUA	Biologia	1978	Medicina, 1981
Werner Arber	1929-	Suíça	Biologia	1981	Medicina, 1978
Manfred Eigen	1927-	Alemanha	Física	1981	Química, 1967
M. G. Kumar Menon	1928-2016	Índia	Física	1981	
Christian B. Anfinsen	1916-1995	EUA	Biologia	1981	Química, 1972
Ennio de Giorgi	1928-1996	Itália	Matemática	1981	
André Lichnerowicz	1915-1998	França	Física	1981	
Thomas R. Odhiambo	1931-2003	Quênia	Biologia	1981	
Max F. Perutz	1914-2002	Áustria	Biologia	1981	Química, 1962
Bernard Pullman	1919-1996	Polônia	Biologia	1981	
Silvio Ranzi	1902-1996	Itália	Biologia	1981	
Abdus Salam	1926-1996	Paquistão	Física	1981	Física, 1979
János Szentágothai	1912-1994	Hungria	Medicina	1981	
Stanley Keith Runcorn	1922-1995	EUA	Física	1981	
Karol Borsuk	1905-1982	Polônia	Matemática	1982	

Continua

Membro	Nascimento	Origem	Área de atuação	Nome-ação	Nobel
Charles Hard Townes	1915-2015	EUA	Física	1983	Física, 1964
Stanisław Łojasiewicz	1926-2002	Polônia	Matemática	1983	
Félix Malu wa Kalenga	1936-2011	Zaire	Física	1983	
Leonard E. Boyle	1923-1999	Irlanda	Humanidades	1984	
Carlo Rubbia	1934-	Itália	Física	1985	Física, 1984
Sune Bergström	1916-2004	Suécia	Biologia	1985	Medicina, 1982
Kenichi Fukui	1918-1998	Japão	Química	1985	Química, 1981
Vladimir Prelog	1906-1998	Bósnia	Química	1985	
Kai M.B Siegbahn	1918-2007	Suécia	Física	1985	Química, 1981
Stephen W. Hawking	1942-2018	R. Unido	Física	1986	
Albert Eschenmoser	1925-	Suíça	Química	1986	
Beatrice Mintz	1921-	EUA	Biologia	1986	
John Charles Polanyi	1929-	Alemanha	Química	1986	Química, 1986
Maxine F. Singer	1931-	EUA	Biologia	1986	
Nicola Cabibbo	1935-2010	Itália	Física	1986	
Paul Marie Germain	1920-2009	França	Engenharia	1986	
Marcos Moshinsky	1921-2009	Ucrânia	Física	1986	
Czesław Olech	1931-2015	Polônia	Matemática	1986	
Walter E. Thirring	1927-2014	Áustria	Física	1986	
Carlo E. di Rovasenda	1906-2007	Itália	Humanidades	1986	
Nicola Dallaporta	1910-2003	Itália	Astronomia	1989	
Chintamani N.R. Rao	1934-	Índia	Química	1990	
Martin John Rees	1942-	R. Unido	Astronomia	1990	
Paul A. J. Janssen	1926-2003	Bélgica	Química	1990	
James R. McConnell	1915-1999	Irlanda	Física	1990	
Stanlei L. Jaki	1924-2009	Hungria	Humanidades	1990	
Michael Heller	1936-	Polônia	Física	1990	
Peter Hamilton Raven	1936-	China	Biologia	1990	
Roald Z. Sagdeev	1932-	Rússia	Física	1990	
Otto Detlev Creutzfeldt	1927-1992	Alemanha	Biologia	1990	
Jacques-Louis Lions	1928-2001	França	Matemática	1990	
Wolf Joachin Singer	1943-	Alemanha	Biologia	1992	
Bernardo M. Colombo	1919-2012	Itália	Matemática	1992	
Minoru Oda	1923-2001	Japão	Astronomia	1992	
Richard E. Southwood	1931-2005	R. Unido	Biologia	1992	
Georges M. M. Cottier	1922-2016	Suíça	Religião	1992	
Robert Joseph White	1926-2010	EUA	Medicina	1994	
Luís Ángel Caffarelli	1948-	Argentina	Matemática	1994	
Luigi Luca C. Sforza	1922-	Itália	Biologia	1994	
Rudolf Muradyan	1936-	Armênia	Física	1994	
Alistair C. Crombie	1915-1996	Austrália	Humanidades	1994	
Vladimir I. Keilis-Borok	1921-2013	Rússia	Geologia	1994	
Cyril A. Ponnamparuma	1923-1994	Sri Lanka	Química	1994	

Continua

Membro	Nascimento	Origem	Área de atuação	Nome-ação	Nobel
Andrzej Szczeklik	1938-2012	Polônia	Medicina	1994	
Joshua Lederberg	1925-2008	EUA	Biologia	1996	
Jean-Marie Lehn	1939-	França	Química	1996	Química, 1987
Joseph Edward Murray	1919-2012	EUA	Medicina	1996	Medicina, 1990
Paul J. Crutzen	1933-	Holanda	Química	1996	Química, 1995
Yuri Ivanovich Manin	1937	Rússia	Matemática	1996	
Sergey P. Novikov	1938	Rússia	Matemática	1996	
Vera C. Rubin	1928-2016	EUA	Astronomia	1996	
Raymond Hyde	1929-2016	R. Unido	Geologia	1996	
Chen Ning Yang	1922-	China	Física	1997	Física, 1957
Gary Stanley Becker	1930-2014	EUA	Humanidades	1997	Econom., 1992
Te-Tzu Chang	1927-2006	China	Biologia	1997	
Renato Dardozzi	1922-2003	Itália	Humanidades	1997	
Claude C. Tannoudji	1933-	Argélia	Física	1999	Física, 1997.
Nicole M. Le Douarin	1930-	França	Biologia	1999	
Frank Press	1924-	EUA	Geologia	1999	
Ahmed H. Zewail	1946-2016	Egito	Física	1999	Química, 1999
Antonino Zichichi	1929-	Itália	Física	2000	
Mario Molina	1943-	México	Química	2000	Química, 1995
Rafael Vicuña	1949-	Chile	Biologia	2000	
Carlo Maria Martini	1927-2012	Itália	Religião	2000	
Pierre Jean Léna	1937-	França	Astronomia	2001	
Enrico Berti	1935-	Itália	Humanidades	2001	
Günter Blobel	1936-2018	Polônia	Biologia	2001	Medicina, 1999
Thierry Boon-Falleur	1944-	Bélgica	Biologia	2002	
Jürgen Mittelstraß	1936-	Alemanha	Humanidades	2002	
Antonio M. Battro	1936-	Argentina	Medicina	2002	
Ryoji Noyori	1938-	Japão	Química	2002	Química, 2001
Fotis C. Kafatos	1940-2017	Grécia	Biologia	2003	
Tsung-Dao Lee	1926-	China	Física	2003	
Antonio García-Bellido	1936-	Espanha	Biologia	2003	
Suzanne Cory	1942-	Austrália	Biologia	2004	
William D. Philips	1948-	EUA	Física	2004	Física, 1997.
V. Ramanathan	1944-	Índia	Física	2004	
Ingo Potrykus	1933-	Alemanha	Biologia	2005	
Theodor W. Hänsch	1941-	Alemanha	Física	2006	Física, 2005.
Edward Witten	1951-	EUA	Física	2006	
K.Kasturirangan	1940-	Índia	Astronomia	2006	
Aaron J. Ciechanover	1947-	Israel	Biologia	2007	Química, 2004.
Klaus von Klitzing	1943-	Alemanha	Física	2007	Física, 1985
Yuan-Tseh Lee	1936-	Taiwan	Química	2007	Química, 1986
Takashi Gojobori	1951-	Japão	Biologia	2007	
Ignacio R. Iturbe	1942-	Venezuela	Hidrologia	2007	

Continua

Membro	Nascimento	Origem	Área de atuação	Nome- ação	Nobel
Govind Swarup	1929-	Índia	Astronomia	2008	
Stanislas Dehaene	1965-	França	Humanidades	2008	
Francis S. Collins	1950-	EUA	Biologia	2009	
Edward M. de Robertis	1947-	EUA	Biologia	2009	
Gerhard L. Ertl	1936-	Alemanha	Química	2010	Química, 2007
Vanderlei S. Bagnato	1958-	Brasil	Física	2012	
Joachim von Braun	1950-	Alemanha	Biologia	2012	
Shinya Yamanaka	1962-	Japão	Biologia	2013	Medicina, 2012
Juan Maldacena	1968-	Argentina	Física	2013	
Erna Möller	1940-	Suécia	Biologia	2013	
Yves Quéré	1931-	França	Física	2013	
Yves Coppens	1934-	França	Humanidades	2014	
Ada E. Yonath	1939-	Israel	Química	2014	Química, 2009

Fonte: levantamento feito pela autora conforme dados disponíveis em www.pas.va.

Acesso em 5 jan. 2018.

Tabela 11 - Membros da Academia premiados com o Nobel

Nome	Ano de Nomeação	Modalidade do Nobel	Ano de premiação	Nº de anos entre Nobel e nomeação
Guglielmo Marconi	1936	Física	1909	-27*
Thomas Morgan	1936	Medicina	1933	-3*
Max Planck	1936	Física	1918	-18*
Niels Henrik David Bohr	1936	Física	1922	-14*
Alexis Carrel	1936	Medicina	1912	-24*
Pieter Josef William Debye	1936	Química	1936	0
Bernard A. Houssay	1936	Medicina	1947	-11*
Robert Millikan	1936	Física	1923	-13*
Ernest Rutherford of Nelson	1936	Química	1908	-28*
Erwin Schrödinger	1936	Física	1933	-3*
Charles Sherrington	1936	Medicina	1932	-4*
Pieter Zeeman	1936	Física	1902	-34*
Corneille Jean F. Heymans	1942	Medicina	1938	4
Leopold Ruzicka	1942	Química	1939	3
Alexander Fleming	1946	Medicina	1945	1
Edward Victor Appleton	1948	Física	1947	1
Edward Adalbert Doisy	1948	Medicina	1943	5
Otto Hahn	1955	Química	1944	11
Werner Karl Heisenberg	1955	Física	1932	23
Walter Rudolf Hess	1955	Medicina	1949	6
Max Theodor F. von Laue	1955	Física	1914	41
Artturi Ilmari Virtanen	1955	Química	1945	10
John Carew Eccles	1961	Medicina	1963	-2
James Chadwick	1961	Física	1935	26
Victor Francis Hess	1961	Física	1936	25
George Charles de Hevesy	1961	Química	1963	-2
Hideki Yukawa	1961	Física	1949	12
Cyril Norman Hinshelwood	1961	Química	1956	5
Paul Adrian Maurice Dirac	1961	Física	1933	28
Chandrasekhara V. Raman	1961	Física	1930	31
Gerhard Herzberg	1964	Química	1961	3
Luis Frederico Leloir	1968	Química	1970	-2
Christian de Duve	1970	Medicina	1974	-4
Rudolf Ludwig Mössbauer	1970	Física	1961	9
Albert Szent-Györgyi	1970	Medicina	1937	33
Rita Levi-Montalcini	1974	Medicina	1986	-12
Severo Ochoa	1974	Medicina	1959	15
Martin Ryle	1975	Física	1974	1
David Baltimore	1978	Medicina	1975	3
Har Gobind Khorana	1978	Medicina	1968	10
Roger Sperry	1978	Medicina	1981	-3
Werner Arber	1981	Medicina	1978	3
Manfred Eigen	1981	Química	1967	14

Continua

Nome	Ano de Nomeação	Modalidade do Nobel	Ano de premiação	Nº de anos entre Nobel e nomeação
Christian B. Anfinsen	1981	Química	1972	9
Max F. Perutz	1981	Química	1962	19
Abdus Salam	1981	Física	1979	2
Charles Hard Townes	1983	Física	1964	19
Carlo Rubbia	1985	Física	1984	1
Sune Bergström	1985	Medicina	1982	3
Kenichi Fukui	1985	Química	1981	4
Kai M.B Siegbahn	1985	Química	1981	4
John Charles Polanyi	1986	Química	1986	0
Jean-Marie Lehn	1996	Química	1987	9
Joseph Edward Murray	1996	Medicina	1990	6
Paul Berg	1996	Química	1980	16
Paul J. Crutzen	1996	Química	1995	-1
Chen Ning Yang	1997	Física	1957	40
Gary Stanley Becker	1997	Economia	1992	5
Claude Cohen-Tannoudji	1999	Física	1997	2
Ahmed H. Zewail	1999	Química	1999	0
Mario Molina	2000	Química	1995	5
Günter Blobel	2001	Medicina	1999	2
Ryoji Noyori	2002	Química	2001	1
William D. Philips	2004	Física	1997	7
Theodor W. Hänsch	2006	Física	2005	1
Aaron J. Ciechanover	2007	Química	2004	3
Klaus von Klitzing	2007	Física	1985	22
Yuan-Tseh Lee	2007	Química	1986	21
Gerhard L. Ertl	2010	Química	2007	3
Shinya Yamanaka	2013	Medicina	2012	1
Ada E. Yonath	2014	Química	2009	5

* Recebimento do Nobel antes da fundação da Pontifícia Academia de Ciências

Fonte: levantamento feito pela autora conforme dados disponíveis em www.pas.va. Acesso em 5 jan. 2018.