



# Cosmologia e pluralismo teórico

Marcelo BYRRO RIBEIRO & Antonio AUGUSTO PASSOS VIDEIRA



## RESUMO

Este trabalho discute a presença de uma postura dogmática no *main stream* da cosmologia moderna. Através de uma leitura crítica de alguns textos representativos de pesquisadores da área, constatamos a presença desse espírito dogmático e discutimos o quão negativo ele é para o desenvolvimento da cosmologia, bem como uma possível forma de neutralizar sua influência sobre esse domínio da pesquisa. A solução proposta origina-se no pensamento filosófico do físico austríaco Ludwig Boltzmann (1844-1906). Em particular, utilizamos as suas duas principais teses epistemológicas, o pluralismo teórico e a teoria científica como representação da natureza, para mostrar que, uma vez incorporados esses mesmos princípios à prática científica, não mais permanecem motivos para comportamentos dogmáticos.

PALAVRAS-CHAVE • Cosmologia. Boltzmann. Epistemologia. Pluralismo teórico. Dogmatismo. Filosofia da ciência.

Nos estudos cosmológicos, portanto, um conhecimento da história e da filosofia da ciência não é supérfluo, é uma necessidade. (Herbert Dingle, 1954, p. 513).

## INTRODUÇÃO

No dia 22 de maio de 2004, a revista *New Scientist*<sup>1</sup> publicou uma carta aberta dirigida à comunidade científica internacional e assinada por dezenas de cientistas oriundos de várias partes do mundo. Apesar de a maior parte dos signatários dessa carta serem reconhecidamente cientistas que se opõem ao modelo padrão na cosmologia – usualmente designado como modelo do Big Bang –, o principal propósito dessa carta consiste em defender a necessidade de projetos científicos que procuram formular e testar modelos alternativos e, até mesmo, contrários ao chamado modelo padrão serem

<sup>1</sup> Consultamos a versão eletrônica da carta, a qual pode ser obtida em <[www.cosmologystatement.org](http://www.cosmologystatement.org)>.

financeiramente apoiados pelos órgãos de fomento à pesquisa. Além da ausência de recursos financeiros, esse grupo de físicos, cosmólogos e astrofísicos reclama da tendência, segundo eles preconceituosa, presente nos autores dos relatórios que decidem a publicação, ou não, dos seus artigos. Esses árbitros mostrariam, na maioria das vezes, uma grande má vontade para com idéias e propostas teóricas e experimentais contrárias ao modelo padrão. Essa má vontade não estaria fundada em argumentos científicos, mas em atitudes dogmáticas e contrárias ao espírito científico, o qual, em princípio, deveria estar baseado na livre discussão de idéias. Em resumo, contrariamente à imagem que se faz e se apresenta da ciência, como um domínio da atividade humana determinado pela liberdade de opinião, no caso daqueles que publicamente recusam-se a aceitar o modelo padrão, o ambiente científico seria dominado ou, pelo menos, configurado por posturas designadas como dogmáticas.

Neste trabalho não é nosso objetivo julgar a validade científica das idéias contrárias e favoráveis ao modelo padrão. Nosso propósito consiste tão somente, acreditando na autenticidade dos motivos que levaram à redação e à publicação desse documento, em pôr em discussão uma possibilidade epistemológica que explicaria a origem desse dogmatismo. Ao mesmo tempo, e a partir da determinação da origem dessas atitudes dogmáticas, defender uma saída, igualmente fundada em argumentos relativos à natureza das teorias científicas, para essa situação.

Com a publicação, em 1916, das equações do campo gravitacional e, como consequência, com a criação da teoria da relatividade geral, Albert Einstein não só construiu, por meio de idéias e métodos geométricos, uma nova teoria física para o tratamento de fenômenos gravitacionais, como também estabeleceu as bases de uma nova disciplina científica, a cosmologia, a qual se propõe a estudar a física do Universo, onde este é considerado como sendo uma entidade física única, ou seja, ele é tratado como um único objeto de estudo. Ou ainda, uma teoria do todo enquanto totalidade. A cosmologia científica nasceu efetivamente com a criação da relatividade geral, não porque antes de Einstein não tivessem sido realizadas tentativas de tornar a cosmologia uma disciplina científica, mas porque a cosmologia tem como premissa básica a hipótese de que a interação entre os objetos cosmológicos fundamentais (galáxias) é de origem gravitacional.<sup>2</sup> Como a teoria da gravitação newtoniana é notoriamente problemática

<sup>2</sup> A cosmologia também tem como premissa básica a hipótese de que as leis físicas localmente verificáveis, isto é, verificáveis dentro dos limites do sistema solar, são igualmente válidas em regiões muito mais distantes, ou seja, em regiões onde a sua validade não foi verificada ou onde não podemos testá-las. Além disso, a cosmologia também possui pressupostos acerca da matéria constituinte do Universo e sua distribuição. Em geral, pressupõe-se que a matéria pode ser modelada como sendo um fluido distribuído de maneira esfericamente simétrica ao redor de um ou de infinitos pontos.

para lidar com sistemas infinitos (cf. Sciama, 1993, p. 18), o que não ocorre com a relatividade geral, é a criação desta última que efetivamente coloca a cosmologia sobre bases físicas seguras, na medida em que, pela própria natureza geométrica global das equações de campo de Einstein, a cosmologia torna-se intrínseca à geometria que compõe a relatividade geral.<sup>3</sup>

Assim, devido à sua ligação constituidora com a física, a cosmologia, que nasce nos anos 10 do século xx, transforma-se em uma disciplina científica, tendo em comum com o que se entendia como cosmologia na era pré-relativística apenas o seu propósito mais amplo, isto é, o de elaborar uma tentativa de explicação da totalidade. Na medida em que essa cosmologia pré-relativística era, em grande parte, baseada em considerações filosóficas ou mitológicas ou religiosas, o que se entende por totalidade na cosmologia moderna é bastante distinto da totalidade cosmológica existente na fase pré-relativística. Não se trata aqui de discutir as definições de totalidade nos contextos filosófico, mitológico ou religioso, mas antes de observar que a forma com que a cosmologia científica lida com essa questão é fundamentalmente diferente: a cosmologia científica moderna entende a totalidade como sendo o Universo visto como uma entidade física única descrita por meio dos métodos da geometria diferencial e de variáveis físicas típicas, tais como densidade, energia e pressão, estas últimas tendo seu comportamento regido pelas soluções das equações diferenciais do campo gravitacional, oriundas, em sua maioria,<sup>4</sup> da relatividade geral. Conseqüentemente, a cosmologia científica moderna consiste no estudo do mais remoto grupo de objetos nos quais as nossas leis físicas têm significado e podem ser aplicadas de maneira consistente e bem sucedida. As definições dos termos em cosmologia moderna<sup>5</sup> originam-se, ou devem originar-se, na física, na matemática e na observação astronômica. No entanto, embora a cosmologia científica tenha algo em comum com as cosmologias não científicas, ao menos no que diz respeito aos seus propósitos mais gerais, ela terá pouco em comum em termos de métodos, conceitos utilizados e com os resultados obtidos por aquelas outras cosmologias.

Esta breve discussão introdutória tem por objetivo delinear as distinções fundamentais entre a cosmologia científica e as cosmologias consideradas como não-científicas, além de explicitar que as idéias básicas da cosmologia científica, o seu desen-

3 Cf. North (1965) para uma exposição da história da cosmologia newtoniana no período pré-relatividade geral.

4 O termo “em sua maioria” se justifica pelo fato de que existem outras teorias da gravitação além da relatividade geral, mas que também são formuladas a partir de idéias geométricas, e que fazem parte da cosmologia científica moderna.

5 A partir de agora, quando nos referirmos à cosmologia como disciplina científica, utilizaremos os termos “cosmologia moderna”, “cosmologia científica” ou simplesmente “cosmologia”.

volvimento, a sua definição e a sua explicação dos fenômenos cosmológicos devem ser provenientes de interpretações e métodos baseados na física. Caso isso não ocorra, teremos, então, um processo no qual a cosmologia se transformará em algo que se afasta, em termos de métodos e idéias, da tradição científica, processo esse cujo resultado final será a transformação da cosmologia em algo que não mais poderá ser considerado como uma disciplina científica.

No entanto, apesar de ter nascido dentro da física, e talvez devido à sua juventude como disciplina autônoma, a cosmologia moderna sofre de influências não científicas no seu desenvolvimento, fato esse que parece persistir desde o seu nascimento. Talvez isso tenha que ser sempre assim; talvez, mas não necessariamente. Não temos por objetivo apresentar aqui uma discussão geral sobre essas influências e, neste trabalho, nos concentraremos em um aspecto que consideramos estar fortemente presente ainda hoje e que continua influenciando negativamente o desenvolvimento dessa disciplina, a saber: o dogmatismo.

Este trabalho procura mostrar a existência do dogmatismo na cosmologia. Uma vez constatadas essa existência e a sua influência na disciplina, descreveremos uma maneira possível de neutralizá-las. Como veremos, essa neutralização se dá pela incorporação à prática da pesquisa em cosmologia dos princípios epistemológicos desenvolvidos por Ludwig Boltzmann desde o final do século XIX até sua morte em 1906.

## 1. COSMOLOGIA E DOGMATISMO

Dogmatismo é uma palavra pouco encontrada em textos científicos, pois, na medida em que implica na existência de idéias fixas e inquestionáveis (os dogmas), a existência de tais idéias na ciência seria, em princípio, uma contradição, uma vez que, em se tratando de ciência, nada é, por definição, inquestionável. Um certo grau de conservadorismo é, no entanto, legítimo nas ciências, pois não é possível construir um corpo científico conceitual e experimental quando ocorre uma contínua mudança nos conceitos científicos fundamentais. A ortodoxia pode desempenhar o papel salutar de preservar o conhecimento científico obtido em bases seguras até que novas teorias provem ter suficiente consistência lógica interna e passem pelos testes experimentais, sendo então validadas.

Por outro lado, quando se instaura na comunidade um ambiente de fortíssima ortodoxia e profundo conservadorismo, inicia-se um processo que, se não for combatido, poderá levar a comunidade científica a não questionar as idéias estabelecidas, rejeitando toda e qualquer mudança dessas idéias, rejeição essa que pode facilmente tomar uma forma agressiva aos proponentes das idéias novas. Em tal ambiente, o corpo

teórico estabelecido se cristaliza, tornando-se dogmático, e o debate científico encerra-se, na medida em que se cria um fosso entre os diferentes grupos defensores de teses científicas, metodológicas e filosóficas distintas.

Essa fortíssima ortodoxia e esse enorme conservadorismo frequentemente se originam quando os pesquisadores confundem o objeto pesquisado com suas teorias, acreditando que estas últimas são o próprio objeto pesquisado, além de não admitirem nenhuma variação nessa forma de ver o mundo. Quando isso ocorre, cria-se um ambiente onde a teoria considerada como a melhor representante do objeto pesquisado desempenha o papel de verdade suprema e única, nunca questionada. Obviamente que, se nem todos concordam na determinação dessas verdades “supremas”, isto é, na escolha de quais são as teorias que merecem ser aceitas e incorporadas ao patrimônio científico, temos um conflito entre os cientistas, sendo que, nesse mesmo ambiente, o debate científico, quando ocorre, torna-se marginal. Como veremos na seção 2 a seguir, as teses epistemológicas de Boltzmann são particularmente úteis no esclarecimento dessa questão, pois rejeitam a tese de que possa existir um conhecimento derradeiro de qualquer questão científica.

Apesar de que, em geral, os pesquisadores, ao menos nominalmente, aceitam a tese de que na ciência nada é inquestionável e o dogmatismo é nocivo ao progresso científico, a história das ciências particulares mostra que, na prática, o dogmatismo esteve presente em muitas ocasiões e, em maior ou menor grau, no desenvolvimento desta ou daquela área da pesquisa. Tendências dogmáticas estiveram presentes na história da física, por exemplo, na querela entre atomistas e energeticistas<sup>6</sup> e, na cosmologia, podemos encontrar referências contrárias ao dogmatismo, mencionadas na literatura pelos expoentes da área. Por exemplo, já em 1934, o físico norte-americano Richard C. Tolman profere abertamente palavras de cautela com relação à aderência a hipóteses provisórias acerca da homogeneidade da distribuição de matéria; segundo suas próprias palavras:

Tendo em vista a ausência de uma completa correspondência entre os nossos modelos e a realidade, não devemos ser muito dogmáticos ao fazermos afirmações sobre o universo real. No entanto, é no mínimo evidente, a partir dos resultados

6 Os atomistas do final do século XIX podem ser definidos como aqueles que acreditavam que a representação atômica, ou descontínua, era a mais apropriada para explicar os fenômenos relacionados com a estrutura da matéria ou da radiação. Já os energeticistas, por preferirem uma epistemologia baseada naquilo que seria observável, pensavam que, por serem muito poucos os dados experimentais relativos aos átomos, era preciso afirmar que toda e qualquer representação atomista seria, conseqüentemente, inspirada em considerações metafísicas. Assim, eles preferiam fundamentar suas representações na lei da conservação da energia, daí a denominação de energeticismo dada a esse movimento (cf. Videira, 1997).

obtidos, que devemos proceder com cautela ao aplicar ao universo real quaisquer extrapolações *amplas* – espaciais ou temporais – dos resultados deduzidos a partir de modelos estritamente homogêneos (Tolman, 1934, p. 176).

A principal preocupação de Tolman diz respeito às conclusões acerca da dinâmica e do comportamento passado e futuro do universo, conclusões essas derivadas apenas de modelos homogêneos. Mais adiante, no mesmo trabalho, essa preocupação se manifesta novamente:

Também parece ser sábio não esboçar conclusões muito definitivas acerca de um suposto estado inicial de todo o universo a partir do comportamento de modelos homogêneos (Tolman, 1934, p. 176).

As palavras de cautela são, agora, direcionadas à questão do universo inicial, assunto tão exaustivamente pesquisado e discutido em cosmologia nos últimos anos.

A questão da visão dogmática dos modelos homogêneos foi novamente objeto de considerações por parte de Gerard de Vaucouleurs. Em um artigo que é até hoje muito citado, de Vaucouleurs coloca novamente essa questão, em um tom que vai desde um aviso de cautela até uma virtual denúncia. Vejamos quais foram, então, as suas palavras de aviso:

Com poucas exceções, as modernas teorias da cosmologia são variações de modelos homogêneos e isotrópicos da relatividade geral. Outras teorias são normalmente referidas como “heterodoxas”, provavelmente como advertência para os estudantes contra a heresia (Vaucouleurs, 1970, p. 1204).

Mais adiante, o texto torna-se mais incisivo, chegando a adquirir um tom de denúncia.

Infelizmente, um estudo da história da cosmologia moderna [...] revela paralelos perturbadores entre a cosmologia moderna e a escolástica medieval [...]. Acima de tudo, estou preocupado com uma aparente perda de contato com a evidência empírica e com os fatos observacionais e, o que é ainda pior, com uma recusa deliberada por parte de alguns teóricos em aceitar tais resultados, quando eles parecem estar em conflito com algumas das teorias super-simplificadas e, portanto, de forte apelo intelectual, sobre o universo. [...] [Esta preocupação] é devida mais a uma desconfiança básica com relação a doutrinas que freqüentemente parecem estar mais preocupadas com as propriedades fictícias de universos ideais

(e, portanto, inexistentes) do que com o universo real revelado pelas observações (Vaucouleurs, 1970, p. 1204).

A partir desse ponto, de Vaucouleurs inicia uma digressão acerca dos métodos e possibilidade de medição dos parâmetros e das grandezas cosmológicas (densidade média do universo, homogeneidade e isotropia, valor estimado da constante de Hubble, linearidade e isotropia da expansão) e acerca de quão imprecisas são as conceituações sobre esses parâmetros e grandezas, concluindo do seguinte modo:

Estas questões e outras similares não podem ser respondidas por preconceitos estéticos ou por considerações de simplicidade matemática: respostas corretas somente podem ser descobertas por meio de um estudo crítico da evidência empírica. [...] Mas, se a natureza se recusa em cooperar ou, por vezes, permanece em silêncio, há um perigo sério de que a repetição constante do que, em verdade, é meramente um conjunto de afirmações apriorísticas (ainda que racionais, plausíveis ou, de outro modo, recomendáveis) passará a ser, com o tempo, aceito como dogma, a ponto daquele que está desprevenido poder aceitá-la acriticamente como um fato estabelecido ou como uma exigência lógica inescapável. Existe, ainda, o perigo inerente a todos os dogmas estabelecidos de que a emergência de opinião e evidência contrárias sofrerá resistências de todo e qualquer tipo (Vaucouleurs, 1970, p. 1204).

Como é possível perceber, de Vaucouleurs é crítico com relação à visão ortodoxa, chegando, inclusive, a comparar o desenvolvimento dessas idéias dogmáticas em cosmologia com a escolástica medieval. Em resumo, de Vaucouleurs está empregando um tom de denúncia contra a “infiltração” de idéias não científicas em uma disciplina científica.

O descontentamento acerca dos caminhos que seguem o *main stream* da cosmologia é compartilhado por outros pesquisadores. Embora escassas, encontramos na literatura outras citações semelhantes. Por exemplo, Malcolm A. H. MacCallum afirma que

Pessoalmente, eu me sinto insatisfeito seja com o conservadorismo da ortodoxia de longa duração, na qual todas as modificações básicas são completamente rejeitadas, seja com o radicalismo das modas de curta duração, as quais têm se sucedido umas às outras como nossas melhores candidatas para uma descrição do universo inicial (MacCallum, 1987, p. 122).

Evidentemente, e até recentemente, a cosmologia era matéria de crença religiosa e não de investigação científica; de fato, algumas vezes, parece que os conflitos acerca de dogmas, ao invés de diferenças testáveis cientificamente, são ainda uma força considerável nas discussões cosmológicas e isso parece ser particularmente verdadeiro no caso dos debates sobre a teoria do Big Bang (MacCallum, 1987, p. 123).

Mais adiante, no mesmo artigo, este autor indica quanto é antiga, na cosmologia, essa dissonância entre teoria e evidência empírica, de uma forma muito semelhante àquela que vimos nas citações de de Vaucouleurs. Devemos ainda observar que, nesse trabalho, MacCallum não cita de Vaucouleurs; a aproximação entre os dois autores é nossa; MacCallum afirma:

Em certo sentido, a própria cosmologia relativística teve um mau início, no sentido em que, em 1917, Einstein propôs um modelo que contradisse totalmente a astronomia daquela época ao aceitar que o Universo era infinito e uniforme (MacCallum, 1987, p. 123).

Em um artigo posterior, MacCallum analisa a questão da hipótese acerca da homogeneidade da distribuição de matéria na cosmologia; aqui também a sua exposição é similar àquela defendida por de Vaucouleurs:

Finalmente, nós deveríamos reconhecer que a nossa crença na homogeneidade tem um suporte observacional muito pobre. [...] O estudo da homogeneidade exige de nós um conhecimento sobre situações a distâncias enormes *no tempo presente*, enquanto que aquilo que podemos observar a grandes distâncias é aquilo que aconteceu há muito tempo atrás [...]. Assim, nós não podemos testar a homogeneidade, podemos apenas verificar que ela é consistente com os dados e com a nossa compreensão da teoria. A crença geral na homogeneidade é, de fato, como o fervor de um convertido, uma vez que até a década de 1950, quando Baade revisou a escala de distância, as distâncias e os tamanhos das galáxias então aceitos não eram consistentes com a homogeneidade (MacCallum, 1993, p. 216).

Ainda com relação ao tema da homogeneidade da distribuição da matéria no Universo, uma crítica semelhante às anteriores é expressa por Paul H. Coleman e Luciano Pietronero. Em sua exposição acerca da possibilidade da distribuição de galáxias formar uma estrutura fractal, eles expressam o seguinte ponto de vista:

Existem muitas razões para acreditar que a distribuição de matéria no Universo é homogênea em grande escala, e praticamente todas as abordagens teóricas estão baseadas nessa hipótese [...]. No entanto, a evidência em favor da homogeneidade não é direta, mas está baseada em métodos de análise que a assumem implicitamente [...]. Essas análises podem, portanto, apenas prover um argumento consistente – não uma evidência real da homogeneidade. [...] O problema com esses métodos de análise [...] é que eles pressupõem *a priori* que a homogeneidade é atingida no interior da distribuição em questão –, mas eles não podem testar a pressuposição. Assim, se a homogeneidade não é válida, os resultados obtidos são espúrios e não estão relacionados às propriedades físicas do sistema (Coleman & Pietronero, 1992, p. 313).

O descontentamento com os caminhos seguidos pela cosmologia é também abordado por Tony Rothman e George F. R. Ellis, cujo enfoque está direcionado para teorias inflacionárias, tão em moda nos últimos anos. Em artigo com o provocativo título “Tornou-se metafísica a cosmologia?”, Rothman e Ellis fazem observações semelhantes às anteriores. Por exemplo, com relação à isotropia do universo, eles criticam uma tentativa muito comum de explicação da isotropia e cujas raízes têm inspiração dogmática:

Por que o nosso universo presente não é caótico? Uma resposta foi fornecida pelo astrofísico soviético Yakov B. Zel’dovich, que numa discussão sobre esse ponto exclamou: “Eu acredito que o universo começou isotropicamente!” [...] Se você tende a aceitar esse ponto de vista, não existe necessidade de explicar a isotropia do universo – ela foi aceita como pressuposto desde o início (Rothman & Ellis, 1987, p. 13).

A conclusão do trabalho de Rothman e Ellis é bastante interessante para a discussão do tema do presente artigo.

Uma situação peculiar surgiu na cosmologia. Nos últimos cinco anos, os físicos têm trabalhado duramente em uma teoria que tenta resolver dois problemas que podem não existir. Esta teoria não possui evidência a seu favor, e a única predição que faz parece ser incorreta. A reconciliação das observações com uma tal teoria exige a existência de partículas que ainda não foram observadas. A aceitação da existência dessas partículas leva a teoria a um conflito ainda mais sério com as observações astronômicas, a menos que se introduza uma outra quantidade que também não foi ainda observada. Essa quantidade apresenta um quebra-cabeça

equivalente àquele que a teoria tinha originalmente a intenção de resolver. E como a teoria é bela em um sentido matemático, muitos teóricos a adotaram e escolheram desconsiderar as questões levantadas acima. [...] É ainda muito cedo para fazer um juízo conclusivo a respeito da inflação [...]. Mas, não pode haver argumento contra a idéia de que a cosmologia está aproximando-se da fronteira na qual a ciência não está mais baseada na evidência experimental e não faz mais predições testáveis. Uma vez ultrapassada essa fronteira, teremos deixado para trás o mundo da física e teremos ingressado no domínio da metafísica (Rothman & Ellis, 1987, p. 22).

Nesse artigo, Rothman e Ellis estão principalmente preocupados em analisar e apontar as deficiências técnicas das teorias inflacionárias. Mesmo que concordemos que é possível aos partidários dessas teorias tentarem e obterem soluções para esses problemas, não se deve perder de vista que as críticas feitas por esses autores tomam como ponto de partida o fato de que as teorias inflacionárias desprezam as evidências fornecidas pelas observações. É interessante salientar que, mesmo formulando suas críticas em um contexto diferente dos anteriores, pensamos que Rothman e Ellis concordam com a existência de um espírito dogmático na cosmologia, quando esta é, por exemplo, estudada a partir das teorias inflacionárias.

O dogmatismo e a desconsideração das observações astronômicas em trabalhos feitos por cosmólogos teóricos também são temas dos comentários de Paul S. Wesson:

Existem ainda mais problemas sutis com o modo segundo o qual a cosmologia é feita. Um deles é um problema de atitude, e é especialmente predominante entre os teóricos. Alguns destes últimos parecem ter uma crença irrazoável (até mesmo fanática) de que o que eles fazem é *correto*, no sentido de que eles estão convencidos de que os seus cálculos devem, de algum modo, ser relevantes para o Universo real. Uma forma facilmente detectável deste problema se dá quando o teórico começa com algumas hipóteses fundamentais aplicadas ao tempo igual a zero e desenvolve-as, através de vários estágios, até um modelo no tempo igual a  $10^{10}$  anos, o qual é suposto representar o Universo real. Frequentemente, é claro, isso não ocorre. Há, então, uma negação dos dados observacionais e/ou um remendar do modelo depois disso. [...] Aqueles que têm propensão para problemas desse tipo são, com freqüência, surdos à sugestão de que eles deveriam ser mais objetivos em suas crenças. [...] A triste verdade é que não existe tratamento efetivo para preconceitos acadêmicos. [...]

Uma outra forma de estreiteza mental diz respeito ao modo como as coisas, que eram vistas como empecilhos, tornam-se coisas quase que sacrossantas. A singu-

laridade do Big Bang é um exemplo. Tempos atrás ele era encarado como algo repulsivo, porque era um fenômeno de um tipo ainda não encontrado em lugar algum na física. Mas, a partir de um certo momento, as pessoas habituaram-se a ele. E então teoremas sobre a sua inevitabilidade foram demonstrados. Há não muito tempo, a atitude predominante era a de que todo e qualquer artigo que não aceitasse o dogma convencional de uma singularidade inicial era, de algum modo, excêntrico (Wesson, 1987, p. 561-2).

O tema do dogmatismo também aparece explicitamente nos comentários de Andrzej Krasinski em seu recente trabalho sobre cosmologias não-homogêneas:

[...] o principal objetivo desta revisão é o de reunir e chamar à atenção do leitor todas as boas e iluminadoras contribuições para a cosmologia relativística que não se inserem no “modelo padrão”, ainda que não neguem a sua aplicabilidade em uma primeira aproximação. Esperançosamente esta revisão prova que aquelas contribuições não são fantasias de indivíduos isolados, mas, tomadas em conjunto, dizem-nos algo sobre processos interessantes que podem estar ocorrendo no Universo. [...] Os resultados apresentados iluminam muitos problemas do sistema corrente de educação e pesquisa em física.

O primeiro problema é a abordagem altamente dogmática dos astrônomos com relação ao “modelo padrão” e a outros “padrões”. Parece que o caráter hipotético e provisório das assunções que conduziram ao modelo de Friedman-Lemaître-Robertson-Walker não tem sido revelado com ênfase suficiente nos cursos de astronomia. Como resultado, a homogeneidade e a isotropia do Universo são tratadas por muitos (a maioria?) dos astrônomos como uma verdade revelada, que jamais pode ser contestada. Este autor, algumas vezes, experimentou agressões diretas durante seminários, conferências e palestras, por ocasião da apresentação de muitas idéias desta revisão. Os físicos parecem não sofrer deste problema, mas os astrônomos poderiam ser aconselhados a tratar o “conhecimento corrente” de um modo menos tenso, especialmente com relação à confiabilidade e à precisão, ainda altamente insatisfatórias, de muitas das observações e com relação às numerosas mudanças em resultados aparentemente bem estabelecidos (Krasinski, 1997, p. 276).

Para o presente artigo, esta última citação é igualmente importante por conter afirmações autobiográficas. Já em 1970, de Vaucouleurs havia explicitamente advertido a comunidade científica que, caso o *main stream* da cosmologia continuasse a insistir em seu menosprezo pelas evidências observacionais, o próprio *modus vivendi* dos

cosmólogos e astrofísicos seria afetado, já que o aparecimento de opiniões contrárias à visão ortodoxa estabelecida encontraria fortíssima resistência, o que poderia gerar em alguns casos até mesmo agressões pessoais.<sup>7</sup> As citações acima são, a nosso ver, suficientes para mostrar que as críticas às “idéias-padrão” em cosmologia não são de modo nenhum o resultado de devaneios de alguns poucos indivíduos isolados. Embora relativamente escassas e cuidadosas, elas aparecem sistematicamente na literatura desde os primórdios da cosmologia, ocorrendo ainda nos dias de hoje e girando ao redor de um mesmo tópico: o dogmatismo.

Mas, podemos então perguntar: por que esse comportamento dogmático parece estar tão enraizado no pensamento cosmológico moderno? A resposta a essa pergunta está, acreditamos nós, na estrutura epistemológica que dá forma à pesquisa nessa área. Entendemos que a solução para essa contradição é encontrada em uma visão epistemológica diferente daquela correntemente empregada pelos cosmólogos contemporâneos. Para tanto, faremos referência ao pensamento epistemológico desenvolvido por Ludwig Boltzmann entre os anos de 1880 e 1906.

## 2. AS DUAS TESES EPISTEMOLÓGICAS DE BOLTZMANN

Preocupado com a possibilidade de que as teses energeticistas ganhassem força suficiente entre os cientistas a ponto de excluir o atomismo do cenário científico, Boltzmann escreve, em 1896, um artigo reafirmando a sua crença, já conhecida por todos os seus colegas cientistas, de que o atomismo é inevitável nas ciências naturais. Esse trabalho de Boltzmann foi explicitamente escrito para refutar algumas das principais idéias de Ostwald, que era, à época, o seu mais importante adversário energeticista. Além disso, esse mesmo texto significava a continuação de um debate público acontecido um ano antes por ocasião da reunião anual dos cientistas naturais alemães (cf. Videira, 1997; Videira & Videira, 2001).

Uma das principais razões que motivaram Boltzmann a defender o atomismo era o seu temor de que a consagração do energeticismo, ou seja, o seu acolhimento não-crítico por grande parte dos cientistas, implicasse necessariamente a marginalização do atomismo. Caso isso acontecesse, Boltzmann acreditava que um clima dogmático inevitavelmente instalar-se-ia na ciência, o que, sem sombra de dúvida, extinguiria

<sup>7</sup> Incidentes similares aos vivenciados por Krasinski não são de forma alguma isolados. Por exemplo, um dos autores deste artigo também vivenciou circunstâncias semelhantes, quando apresentou trabalhos que colocavam em dúvida a assumida homogeneidade do modelo padrão. A motivação para a realização desta pesquisa origina-se, em parte, na tentativa de entender e neutralizar tais comportamentos.

toda e qualquer possibilidade de progresso científico (cf. Boltzmann, 1905 [1896]). Isso porque, tal como no mundo natural, no mundo das teorias científicas, caberia à competição entre teorias desempenhar o papel fomentador do progresso (evolução). É a tentativa de mostrar que uma representação é melhor, ou mais adequada, do que outra que faz com que o cientista a aperfeiçoe.

A principal tese epistemológica adotada por Boltzmann afirmava que toda teoria científica é uma representação da natureza. Para o caso que estamos presentemente discutindo, essa tese é importante porque, para Boltzmann, significava que as teorias científicas são desprovidas de conteúdo ontológico, em sentido estrito. Em outras palavras, aquilo que constitui real e verdadeiramente a natureza é, e permanece para sempre, incognoscível para os cientistas (cf. Videira, 1992; 1993). Além disso, Boltzmann defendia a idéia de que as representações são livres criações dos cientistas, o que o colocava em um campo oposto ao de, por exemplo, Mach, que acreditava que seria possível formular descrições diretas daquilo que é percebido com o uso dos órgãos sensoriais. Ao afirmar que as teorias científicas são criações livres dos cientistas, Boltzmann enfatizava que é impossível o trabalho científico sem o recurso a conceitos teóricos, os quais devem a sua origem ao fato de que é impossível a elaboração de toda e qualquer teoria científica a partir da mera observação dos fatos naturais. Por exemplo, o conceito de atração gravitacional, na física de Newton, resulta da liberdade que os cientistas possuem para representar a natureza, pois pela mera observação da queda dos corpos não é possível elaborar um conceito como o de força. Tal como ela foi afirmada pelo próprio Boltzmann, essa tese não era nova. Antes dele, Kant e Maxwell haviam afirmado o mesmo. Alguns contemporâneos de Boltzmann, tal como Hertz e Helmholtz, também compartilhavam, em termos bastante próximos, dessa mesma idéia.

A principal conclusão a ser retirada dessa tese é de que não pode haver, no plano da ciência, nenhuma teoria que seja definitivamente verdadeira. A verdade é provisória. Sendo assim, ela pode ser “alcançada” de diversas maneiras, ou seja, através de teorias diferentes. Em outros termos, Boltzmann acreditava que um mesmo conjunto de fenômenos naturais poderia ser explicado a partir da adoção de perspectivas não só distintas, mas até mesmo excludentes. A escolha de uma teoria dependeria de vários fatores, inclusive fatores epistemológicos. Essa tese é comumente denominada de pluralismo teórico.

O pluralismo teórico sintetiza, portanto, o fato de que, sendo impossível o conhecimento das essências da realidade, uma teoria só pode ser melhor do que outra, e não mais verdadeira. Em outras palavras, o pluralismo teórico constitui o mecanismo necessário para que a ciência não sofra o risco de ficar estagnada.

No contexto cosmológico, trata-se, em primeiro lugar, de procurar distinguir aquilo que verdadeiramente constitui a natureza de nossas teorias, isto é, de nossas

representações. Assim, adotamos a seguinte diferença para os termos ‘Universo’ e ‘universo’. O primeiro termo, com ‘U’ maiúsculo, refere-se ao aspecto da natureza a partir do qual a nossa interação gera uma base empírica sobre a qual os diferentes modelos (teóricos) são construídos, enquanto que o segundo, com ‘u’ minúsculo, refere-se ao modelo propriamente dito. Por meio dessa distinção, podemos afirmar que, tendo as teses de Boltzmann em mente, os diferentes modelos teóricos mencionados acima são então modelos de universo, isto é, modelos cosmológicos, ou simplesmente cosmologias. Conseqüentemente, o pluralismo teórico nos diz que existem diversas cosmologias, das quais cada uma adota uma representação do Universo, sendo que a verdadeira natureza deste último é incognoscível. Quando falamos de universo, sempre o fazemos no contexto de uma determinada teoria ou modelo. Em outras palavras, como existem diferentes cosmologias, temos diferentes representações do Universo, ou seja, diversos universos.

As diferentes cosmologias devem estar em competição entre si, e como nenhuma pode ser confundida com o Universo, nenhuma cosmologia é derradeira, mas apenas provisoriamente a melhor. É a nossa interação (observacional ou experimental) com o Universo que fornece a base empírica, sobre a qual as cosmologias são criadas. Tendo em vista que essa nossa interação é essencialmente sensorial e tecnológica, a própria evolução tecnológica modifica a base empírica relacionada ao Universo, gerando, por conseguinte, as condições para a transformação, parcial ou completa, dos modelos cosmológicos. Da mesma forma, a própria diversidade tecnológica disponível produz diferentes interações e, conseqüentemente, diferentes bases empíricas, o que leva, como já apontado, a diferentes representações do Universo. É por isso que o simples lançamento de um satélite artificial, como o COBE, pode ter um efeito dramático na cosmologia.

### 3. CONCLUSÃO: COSMOLOGIA SEM DOGMATISMO

Daquilo que foi exposto na seção anterior, podemos concluir que o melhor antídoto contra o dogmatismo na cosmologia encontra-se na mudança de atitude dos cosmólogos, a qual ocorre com a adoção do pluralismo teórico como estrutura epistemológica da pesquisa em cosmologia. Por meio dessa tese, é possível evitar a crença enraizada e injustificada em idéias cuja razão de ser nada mais é do que crença pessoal, por mais que esta última esteja bem fundamentada em argumentos e dados empíricos. As crenças pessoais são, conforme Boltzmann, necessárias, e talvez imprescindíveis, na elaboração das diferentes representações da natureza, pois essa elaboração é conseqüência da livre criação dos cientistas. Porém, por definição, as crenças pessoais estarão

restritas aos modelos teóricos e, na melhor das hipóteses, elas poderão gerar apenas melhores (ou piores) representações da natureza, mas jamais poderão ser confundidas com o “verdadeiro” Universo, já que sua verdadeira essência é, por definição, incognoscível.

Uma vez que nenhuma teoria científica pode atingir os níveis dos porquês e dos constituintes últimos dos fenômenos naturais, segue-se que nenhuma teoria científica pode conhecer verdades imutáveis. Empregando a nossa própria terminologia, quanto maior o número de teorias à disposição dos cientistas, maiores são as chances de se obterem melhores representações dos fenômenos naturais.

O conhecimento científico é melhor caracterizado por uma busca incessante e sem fim por melhores, mas nunca definitivas, representações dos fenômenos naturais. A substituição de uma teoria científica por outra, característica principal da ciência moderna, obra permanentemente em aberto, só pode acontecer se for assegurado que nenhuma teoria científica pode alcançar o estágio de definitivamente verdadeira. Em outras palavras, uma teoria científica pode ser melhor do que outra e nada mais do que isso.

Sendo uma teoria científica uma representação daquilo que se quer observar e experimentar no Universo, ela nada mais pode almejar a ser do que uma explicação temporária. Assim, ela já nasce condenada a desaparecer. A ironia, sempre presente, reside no fato de que nenhum cientista pode afirmar, com precisão, quando é que ocorrerá a superação de uma teoria, a não ser que ele adote uma postura dogmática...

No caso específico da cosmologia, cremos ser fundamental que os cosmólogos reconheçam explicitamente que suas teorias e modelos sobre o Universo nada mais são do que representações. Essa situação significa que os objetos do discurso desses modelos e teorias constituem, na verdade, universos. Essa distinção é muito importante, pois é ela que assegura à cosmologia a certeza de que as suas representações não possuem conteúdo ontológico em sentido forte, o que, como já vimos, conduz à possibilidade da instauração, não de um clima dogmático, mas de um outro, onde coexistiriam teorias e modelos diferentes. Finalmente, é reconhecendo que Universo é diferente de universo que pode a cosmologia escapar das mazelas do dogmatismo, beneficiando-se do pluralismo teórico. ☉

#### Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com suporte financeiro parcial da FAPERJ, Instituto do Milênio CNPq 620053/2001-1 e Programa Prociência da UERJ/FAPERJ. Os autores também agradecem as facilidades materiais oferecidas pela Coordenação de Documentação e Informação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/MCT.

Marcelo BYRRO RIBEIRO

Professor Doutor do Instituto de Física,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro.

mbr@if.ufrj.br

Antonio AUGUSTO PASSOS VIDEIRA

Professor Doutor do Departamento de Filosofia,  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

guto@cbpf.br

### ABSTRACT

This work discusses the presence of a dogmatic tendency in the main stream of modern cosmology. By means of a detailed reading of some texts which represent researchers in this area, we conclude that a dogmatic thinking does seem to exist in this particular area of research. We also discuss how badly this kind of thinking affects the development of modern cosmology, as well as a possible way of neutralizing its influence. The proposed solution lies in the philosophical thinking of the Austrian physicist Ludwig Boltzmann (1844-1906). In particular, we use his two main epistemological theses, theoretical pluralism and scientific theories as representation of nature, to show that once these theses are absorbed into the scientific practice, there is no longer any reason for dogmatic attitudes.

KEYWORDS • Cosmology. Boltzmann. Epistemology. Theoretical pluralism. Dogmatism. Philosophy of science.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLTZMANN, L. Über die Unentbehrlichkeit der Atomistik in der Naturwissenschaft. In: \_\_\_\_\_. *Populäre Schrifte*. Leipzig, J. A. Barth, 1905 [1896]. p. 141-57.
- COLEMAN, P. H. & PIETRONERO, L. The fractal structure of the Universe. *Physics Reports*, 213, p. 311-89, 1992.
- DINGLE, H. Science and modern cosmology. *Science*, 120, p. 513-21, oct. 1954.
- ELLIS, G.; LANZA, A. & MILLER, J. C. (Ed.). *The renaissance of general relativity and cosmology (A survey to celebrate the 65th birthday of Dennis Sciama)*. Cambridge, Cambridge University Press, 1993.
- KRASINSKI, A. *Inhomogeneous cosmological models*. Cambridge, Cambridge University Press, 1997.
- MACCALLUM, M. A. H. Strengths and weakness of cosmological big bang theory. In: STOEGER, W. R. (Ed.). *Theory and observational limits in cosmology (Proceedings of the Vatican Observatory Conference)*. Vaticano, Specola Vaticana, 1987. p. 121-41.
- \_\_\_\_\_. Anisotropic and inhomogeneous cosmologies. In: ELLIS, G.; LANZA, A. & MILLER, J. C. (Ed.). *The renaissance of general relativity and cosmology (A survey to celebrate the 65th birthday of Dennis Sciama)*. Cambridge, Cambridge University Press, 1993. p. 213-33.
- NORTH, J. D. *The measure of the Universe. A history of modern cosmology*. Oxford, Clarendon Press, 1965.
- ROTHMAN, T. & ELLIS, G. F. R. Has cosmology become metaphysical? *Astronomy*, 15, 2, p. 6-22, 1987.

- SCIAMA, D.W. *Modern cosmology and the dark matter problem*. Cambridge, Cambridge University Press, 1993.
- STOEGER, W. R. (Ed.). *Theory and observational limits in cosmology (Proceedings of the Vatican Observatory Conference)*. Vaticano, Specola Vaticana, 1987.
- TOLMAN, R.C. Effect of inhomogeneity on cosmological models. *Proceedings of the National Academy of Science*, Washington, 20, p. 169-76, 1934.
- VAUCOULEURS, G. de. The case for a hierarchical cosmology. *Science*, 167, p. 1203-13, 1970.
- VIDEIRA, A. A. P. *Atomisme épistémologique et pluralisme théorique dans la pensée de Boltzmann*. Paris, 1992. Tese (Doutorado em História da Ciência). Universidade de Paris 7 – Denis Diderot.
- \_\_\_\_\_. Boltzmann: um físico-filósofo. *Ciência Hoje*, 96, p. 44-9, dez. 1993.
- \_\_\_\_\_. O atomismo epistemológico de Boltzmann. *Cadernos de História e Filosofia das Ciências*, 7, 1, p. 48-91, 1997.
- VIDEIRA, A. L. L. & VIDEIRA, A. A. P. Boltzmann and the Luebeck meeting of 1895: atomism, energetism and physical theory. In: VIDEIRA, A. A. P. & SALINAS, S. (Org.). *A cultura da física: contribuições em homenagem a Amélia Império Hamburger*. São Paulo, Editora Livraria da Física, 2001. p. 163-73.
- WESSON, P. S. Problems with the way in which cosmology is done. In: Stoeger, W. R. (Ed.). *Theory and observational limits in cosmology (Proceedings of the Vatican Observatory Conference)*. Vaticano, Specola Vaticana, 1987. p. 559-63.