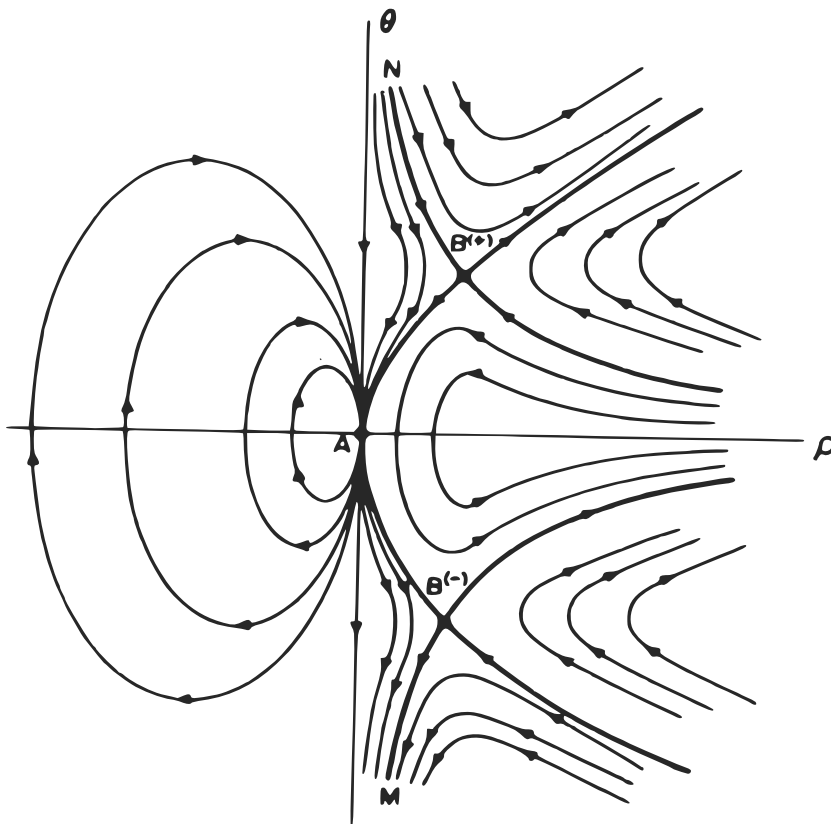


CAMINHOS DA COSMOLOGIA

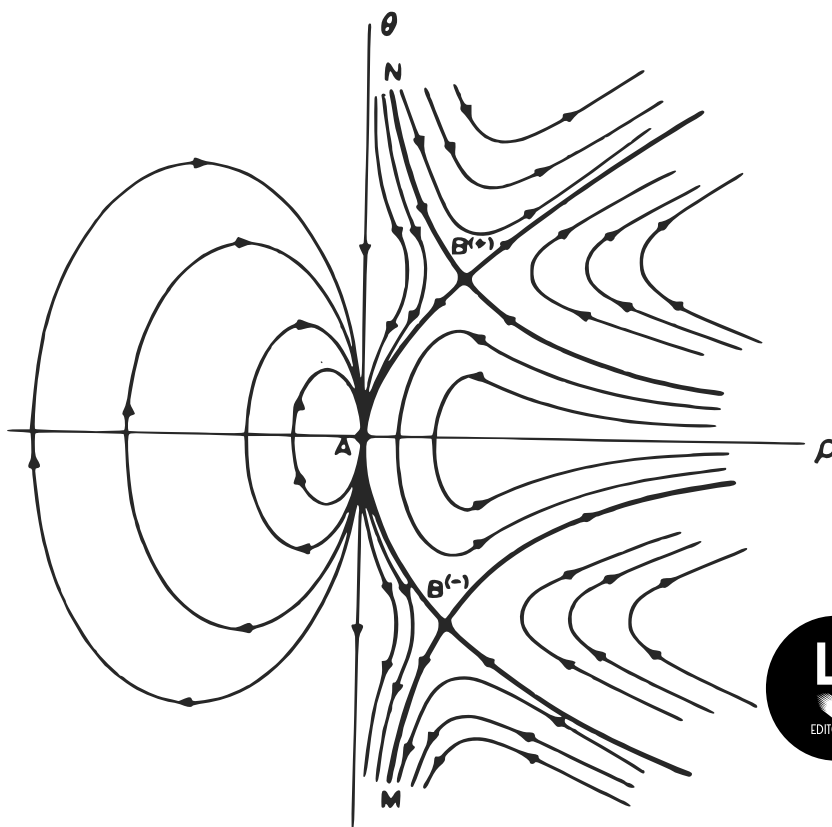
**Uma introdução contemporânea
a seus principais conceitos,
teorias e potencialidades**



CAMINHOS DA COSMOLOGIA

**Uma introdução contemporânea
a seus principais conceitos,
teorias e potencialidades**

MARIO NOVELLO



Copyright © 2025 Autores

Editores: José Roberto Marinho e Victor Pereira Marinho

Projeto gráfico e Diagramação: Horizon Soluções Editoriais

Capa: Horizon Soluções Editoriais

Texto em conformidade com as novas regras ortográficas do Acordo da Língua Portuguesa.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Novello, Mario

Caminhos da cosmologia: uma introdução contemporânea a seus principais conceitos, teorias e potencialidades. / Mario Novello. - 1. ed. - São Paulo: LF Editorial, 2025.

ISBN: 978-65-5563-679-6

1. Cosmologia 2. Cosmologia - Filosofia 3. Cosmologia - História I. Título.

25-319847.0

CDD - 523.1

Índices para catálogo sistemático:

1. Cosmologia 523.1

Aline Grazielle Benitez – Bibliotecária – CRB-1/3129

ISBN: 978-65-5563-679-6

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam quais forem os meios empregados sem a permissão do autor. Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Impresso no Brasil | *Printed in Brazil*



LF Editorial

Fone: (11) 2648-6666 / Loja (IFUSP)

Fone: (11) 3936-3413 / Editora

www.livrariadafisica.com.br | www.lfeditorial.com.br

CONSELHO EDITORIAL

Amílcar Pinto Martins

Universidade Aberta de Portugal

Arthur Belford Powell

Rutgers University, Newark, USA

Carlos Aldemir Farias da Silva

Universidade Federal do Pará

Emmánuel Lizcano Fernandes

UNED, Madri

Iran Abreu Mendes

Universidade Federal do Pará

José D'Assunção Barros

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Luis Radford

Universidade Laurentienne, Canadá

Manoel de Campos Almeida

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Maria Aparecida Viggiani Bicudo

Universidade Estadual Paulista - UNESP/Rio Claro

Maria da Conceição Xavier de Almeida

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Maria do Socorro de Sousa

Universidade Federal do Ceará

Maria Luisa Oliveras

Universidade de Granada, Espanha

Maria Marly de Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Raquel Gonçalves-Maia

Universidade de Lisboa

Teresa Vergani

Universidade Aberta de Portugal

Para Glaucia, amiga e companheira.

SUMÁRIO

PREFÁCIO: MÁRIO NOVELLO E OS CAMINHOS DA COSMOLOGIA	15
REVISITANDO O ENCANTAMENTO DO COSMOS	25
1. OS SONÂMBULOS	27
2. SOLIDARIEDADE NO COSMOS	31
A questão da “volta ao passado”	31
Antecedentes	32
A solução Lautman	34
3. OS MISTÉRIOS DO MUNDO QUÂNTICO	37
Geometria do espaço-tempo	37
Onda e partícula	40
O potencial quântico: de Louis De Broglie a David Brohm	41
Universalidade do mundo quântico: nas trilhas da Relatividade Geral	42
Uma descrição geométrica do mundo quântico	42
A geometria de Weyl	44
Weyl e a dinâmica do universo	45
O mundo quântico e a geometria de Weyl	46
Geometria e física	47
4. HORROR DO VAZIO	49
Quantum, fóton, cosmos: revoluções na física	49
Quando a cosmologia identifica virtual e real	49
Friedmann ou o mito científico da criação	50
O cenário do universo eterno	51
Modos de criação	52
Instabilidade do vazio	54

10 MARIO NOVELLO

Viscosidade primordial e o fenômeno da bifurcação	55
Universo viscoso	59
Historicidade da ciência	60
5. A DESCONSTRUÇÃO DO ABSOLUTO NA FÍSICA	63
Resumo	63
Manifesto Cósmico	67
Processo e historicidade	71
As questões	72
O que não pode ser dito	73
6. DIÁLOGOS SOBRE O TEMPO	75
7. BLANQUI OU A REVOLUÇÃO DO PENSAMENTO QUE A COSMOLOGIA PROVOCA	103
8. CONCILIANDO A PRODUÇÃO DE ARTIGOS TÉCNICOS COM TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	107
Cosmos et contexte	109
Colóquio no CBPF	114
Roda Viva	115
Os Sonhos Atribulados de Maria Luisa	117
Gödel: A Máquina do Tempo	118
Do Big-bang ao Universo Eterno	125
Cosmosecontexto.org.br	127
Os Cientistas da Minha Formação	131
O que é cosmologia	131
Manifesto Cósmico	133
O universo solidário	133
O Universo Inacabado (A Nova Face da Ciência)	134
Quantum e Cosmos (Introdução à Metacosmologia)	135
Manifesto Cósmico – 2	136

Os construtores do cosmos	138
Múltiplas Versões do tempo	139
<i>Preâmbulo</i>	139
9. A BIOLOGIA, UMA CIÊNCIA DIFERENTE DAS OUTRAS?	143
A biologia e a física	143
A cosmologia e a física	145
 10. COSMOLOGIA ABERTA	 151
Gravitação é geometria	152
A dependência cósmica das leis físicas	153
O mecanismo de <i>bouncing</i>	154
Bifurcação no cosmos	155
Solidariedade cósmica	156
 11. A ORIGEM DA MASSA	 157
A origem da massa	158
Dos planetas aos átomos	158
Os mecanismos escondidos	159
Mecanismo de Higgs	161
Quem dá massa àquele que dá massa?	162
Em cena a gravitação	162
Princípio de Mach: local ou global?	163
Cem anos de solidão	165
Mecanismo gravitacional	165
Conclusão	168
Comentários	169
 12. A IMPORTÂNCIA DE IDEIAS REJEITADAS OU ELOGIO DAS TEORIAS FRACASSADAS	 173
Hermann Weyl	174
Origens do mundo quântico	178

12 MARIO NOVELLO

De Broglie e Bohm	179
Q-wist	180
Epílogo	183

13. AS LEIS DA FÍSICA E A CRIAÇÃO DO MUNDO 187

Sob o espectro de Ptolomeu	190
Dirac, Hoyle, Lattes e outros: variação das leis físicas	193
A criação do mundo	201

14. O HOMEM INVISÍVEL 211

Primeiro ato: Maxwell e a propagação da luz	212
Curvando o espaço-tempo	213
Buraco negro gravitacional	214
Segundo ato: a não linearidade	214
Terceiro ato: as geometrias efetivas	215
Imitando a gravitação: Buraco negro artificial	216

15. CINCO LIÇÕES DE COSMOLOGIA PARA NÃO-ESPECIALISTAS 221

ou Das Leis Físicas às Leis Cósmicas 221

Prólogo	221
Preâmbulo	222
Introdução	224
Primeira Lição	233
A matéria no universo	236
O modelo de Friedmann (universo dinâmico)	240
Comentário adicional	245
A crítica (incorreta) de Einstein	245
O início da ideia do big-bang	247
Teoremas de singularidade	248
Os primeiros cenários com bouncing	253
A ideia do bouncing	256
Segunda Lição: O mundo da microfísica (quantum)	256

Princípio de incerteza (Heisenberg)	259
Um comentário aqui se faz necessário	260
Constante Cosmológica: uma estrutura clássica ou quântica?	261
Vácuo quântico	263
A constante cosmológica nas teorias não lineares da matéria	265
As famílias de partículas	266
Interação como troca de partículas	267
Leis de conservação	269
Dependência cósmica das interações em um universo dinâmico	270
Onde foi parar a antimatéria?	274
A solução Sakharov	274
Maximons e a inversão temporal de um universo oscilante	275
Não linearidade do eletromagnetismo sob influência cósmica	278
Efeitos cosmológicos sobre a física local	278
Terceira Lição: A questão causal	279
Causalidade local (Teoria da Relatividade Especial)	280
Causalidade global (Teoria da Relatividade Geral)	284
A questão do horizonte no universo de Friedmann	287
Quarta Lição: utopias controladas	288
<i>Múltiplos universos</i>	288
<i>Múltiplos ciclos de um universo</i>	291
<i>Tunelamento</i>	292
Universo quantizado	293
Quinta lição: Esboço de conclusão e alguns comentários a serem implementados ulteriormente	296
Criação da matéria e criação da estrutura métrica do espaço-tempo	297
Universo viscoso	300
O que podemos dizer sobre o passado do universo?	301
O universo está se expandindo aceleradamente? Por quê?	303
O que podemos dizer sobre o futuro do universo?	303

14 MARIO NOVELLO

As propriedades desse universo permitem dizer que ele é “natural”?	303
O universo concebido como inacabado, poderá se organizar completando-se, isto é, deixando para trás essa historicidade reconhecida?	305
O processo de variação das leis tem um objetivo? Afinal, por que as leis variam?	305
Comentário final	306
Mitos Cosmogônicos	311

16. A LIBERDADE DOS CORPOS NA FÍSICA E NAS CIÊNCIAS HUMANAS 313

REFERÊNCIAS	317
Obras de Mario Novello	317
Artigos e Capítulos de Mario Novello	317
Obras Coletivas	318
Outras Referências	318
Plataformas Digitais	319
Conferências de divulgação	320

PREFÁCIO

MARIO NOVELLO E OS CAMINHOS DA COSMOLOGIA

Rodrigo Petronio

Durante quase cinquenta anos de contribuições essenciais à Cosmologia, em cada artigo e em cada livro Mario Novello procurou enfatizar um aspecto dessa ciência. Em *Cosmos e Contexto*, inaugura-se a ousadia que marca a sua trajetória intelectual. Publicado primeiro na França (1987) e em seguida no Brasil (1988), nesse livro se desenhavam algumas das linhas de força de seu pensamento, articuladas de modo maduro desde o começo. Surgem então alguns dos conceitos que permeiam sua obra ulterior como pensador e como cientista: o modelo de *bouncing* (ricochete), que viria a se tornar mundialmente conhecido, a temporalização das leis cósmicas, a importância da historicidade para a ciência, a impossibilidade de extrapolação de leis terrestres, dentre outras propostas radicais. O objetivo desde o começo sempre foi claro: refundar a Física. E o meio de fazê-lo possui um nome: Cosmologia.

Em *O círculo do tempo: um olhar científico sobre viagens não-convencionais no tempo* (1997), posteriormente republicado como *Máquina do Tempo: Um olhar científico* (2005), a abordagem se concentra nas curvas de tipo-tempo fechadas (*closed timelike curve*, CTC). E Novello demonstra como podemos de modo estritamente científico, e dentro das condições da Física, conceber viagens no tempo. Para tanto, é preciso recorrer a geometrias alternativas, mais especificamente à geometria vorticista de Kurt Gödel. E, a partir delas, conceber cosmologias alternativas à cosmologia hegemônica, fundada na geometria de Minkowski e na Teoria da Relatividade Geral de Einstein.

16 MARIO NOVELLO

Não se trata, obviamente, de minimizar a pertinência e a racionalidade do modelo-padrão einsteiniano. Trata-se sim de demonstrar que a racionalidade da ciência exige a possibilidade de coexistência de modelos cosmológicos distintos, dentro de um feixe de possibilidades, efetivo e rigoroso. E devemos sempre compreender que modelos paraconsistentes, para usar a teórica lógica de Newton da Costa, não são necessariamente auto excludentes. Para tanto, Novello mobiliza um impressionante conhecimento técnico de cosmologia, filosofia, matemática e física propriamente dita para demonstrar como algumas soluções dessas cosmologias-padrão podem ser apenas parciais. E, por meio de outros conceitos, topologias, teorias, modelos, ideias, autores e obras, evidencia como podemos chegar a soluções mais racionais para aspectos em disputa na Cosmologia, passada, presente e futura.

Aprofunda-se assim então uma das facetas mais poderosas da obra de Novello: a metacosmologia. Não apenas a Cosmologia deve expandir os limites da Física, com o intuito de refundá-la. A Cosmologia do século XXI e as cosmologias por vir devem questionar a monovalência de um ou mais modelos cosmológicos hegemônicos. Essa tese se consolida em *O que é Cosmologia?* (2006), obra na qual essas etapas do pensamento cosmológico vão sendo construídas. Nela Novello parte dos mitos cosmogônicos arcaicos, que adquirem um estatuto epistemológico diferenciado, passa pela revolução científica de Bruno, Copérnico, Kepler e Tycho Brahe, analisa os principais momentos de consolidação do campo mais estrito da Cosmologia no século XX e sinaliza para esse novo horizonte da Cosmologia do século XXI.

A criação dessa nova Cosmologia do século XXI se torna ainda mais urgente à medida que Novello enfatiza cada vez mais três matrizes

estruturantes de seu pensamento: a temporalização das leis da natureza, o imperativo da constituição de uma metacosmologia e a crítica do modelo hegemônico baseado em singularidade, mais conhecido como *big bang*. A temporalização das leis abrange aspectos mais ligados ao que podemos chamar de uma micro-história das ideias cosmológicas, para usar uma noção da historiografia. Essa micro-história é representada pelo seu livro autobiográfico *Os Cientistas da Minha Formação* (2006), publicado pela Livraria da Física e congratulado com o Prêmio Jabuti. Expande-se para uma historicização mais profunda da Cosmologia, em *Os Construtores do Cosmos* (2023). E inclui um debate epistemológico ainda mais em *O Universo Inacabado* (2018), uma metanarrativa sobre a emergências das leis do universo.

Por seu turno, a demarcação do campo da metacosmologia permeia a obra de Novello. E adquire nuances, expansões e aprofundamentos em *Quantum e Cosmos: Introdução à Metacosmologia* (2021), nos *Manifestos Cósmicos I e II* (2022) e em *As Múltiplas Versões do Tempo* (2023). Quanto à crítica da singularidade, *Do big bang ao universo eterno* (2010) talvez seja o livro mais didático e técnico de Novello sobre sua concepção de um universo eterno, bem como sobre as diversas limitações e problemas presentes nos modelos cosmológicos que corroboram a imagem do *big bang*.

Dentro desse conjunto da obra de Novello, este livro que o leitor tem em mãos ocupa um lugar singular. Ao mesmo tempo que vemos aqui avanços conceituais e variações de abordagens em torno dos macrotemas que definem o pensamento de Novello, *Caminhos da Cosmologia* compila e atualiza trechos, debates e definições de quase todos os seus livros anteriores. Nesse sentido, este livro cumpre um papel duplamente feliz. Introduz o leitor iniciante aos fundamentos

18 MARIO NOVELLO

da metacosmologia, cerne do pensamento de Novello, e, ao mesmo tempo, adiciona aspectos ainda não explorados nos livros anteriores, algo essencial para aqueles que conhecem a sua obra.

Para cumprir esses objetivos fundacionais e de grandes dimensões demandados pela metacosmologia, como ocorre em seus outros livros, Novello mobiliza aqui uma série de teses localizadas, relativas a debates bastante específicos da Física, mas o faz sempre tendo em vista quatro objetivos. Primeiro: tornar claro o problema aos leitores não-especializados. Segundo: criticar os limites do *mainstream* científico, hostis às teorias ainda não cristalizadas pelos usos. Terceiro: construir uma compreensão da natureza fiel a suas potencialidades. Quarto: a partir dessas prerrogativas, contribuir para uma nova cientificidade que esteja à altura das virtualidades da natureza. Ao unificar essas quatro frentes, Novello demonstra a tecnicidade de seu conhecimento físico, qualidade que o posiciona ao lado dos maiores cosmólogos dos séculos XX e XXI. E, em termos complementares, a articulação desses quatro pontos o liberam para a experimentação, a inovação e a transgressão das estruturas cristalizadas da Física.

Não me cabe aqui nesta breve introdução chamar a atenção para todos os pontos contraintuitivos tratados neste livro, pois são muitos. Gostaria apenas de sinalizar alguns deles, e em que medida eles alternam a paisagem-padrão da Cosmologia. Um deles é a abordagem de aspectos da natureza que ficariam a cargo apenas da ficção científica, mas cuja investigação ajuda a ampliar a racionalidade da ciência. Novello explora aqui uma geometria muito singular e recorrente em sua obra: as curvas de tipo-tempo fechadas (*closed timelike curve*, CTC), oriundas de Lorentz e aplicadas por Gödel a uma geometria vorticista. Esse cotejo produtivo entre a ficção científica e a racionalidade reaparece no ensaio que parte do Homem Invisível de H. G.

Wells para explorar propriedades pouco convencionais da luz. Esse tensionamento entre arte, ciência e racionalidade se consoma em algo inteiramente novo que surge neste livro: o diálogo de Novello com a artista visual Ana Freitas. As topologias do universo são aqui traduzidas pela plasticidade das formas. E a arte por sua vez traduz os movimentos do cosmos em devir. Isso demonstra que estamos diante de um autor que não pensa o universo dentro das compartimentações impostas pela tecnociência e pelo Capital.

Outro aspecto que chama a atenção: a interpretação da função de onda, de Erwin Schrödinger. Para descrever o comportamento quântico, Novello recorre à função de onda e a articula a outras interpretações, alternativas ao modelo dominante de Niels Bohr. Nessa nova descrição, inclui a geometria escalar de Herman Weyl, a interpretação de Louis De Broglie e o potencial quântico de David Bohm (Q), adicionando-lhes contribuições de John Wheeler e Bryce DeWitt. As alterações de geometrias demandadas pela aplicação do potencial quântico ao macrocosmo deixam de ser um empecilho. Tornam-se uma solução eficaz para o problema da decoerência, a defasagem intransponível entre as descrições das interações presentes no microcosmo e a fatalidade de sua tradução nos termos cotidianos e euclidianos de nosso mundo comum. À medida que se assume como estrutura fundamental do universo a geometria de Weyl, concebida como WIST (Weyl Integrable Space-Time), os aspectos misteriosos do mundo quântico desaparecem. O potencial quântico de Bohm-De Broglie passa a ser nada mais do que a curvatura da geometria especial de Weyl: Q-WIST. Nessa nova linha argumentativa, pode-se criar uma cosmologia quântica sem os embaraços gerados pela necessidade de uma gravitação quântica, pressupostos pelas tentativas de articular o macrocosmo e o microcosmo a partir dos modelos-padrão de Einstein e da Escola de Copenhague.

20 MARIO NOVELLO

Outro problema atacado de modo original neste livro se relaciona a uma concepção cristalizada do debate quântico: o observador externo. Para satisfazer a racionalidade e mesmo para chegarmos à chamada Teoria de Campo Unificado, tão propagada pelos físicos, devemos imaginar uma totalidade quântica: um sistema quantizado capaz de se identificar com todo universo. Diante disso, surgem duas alternativas: ou o mundo quântico não pode ser aplicado ao universo, ou o observador externo, exigido pelo modelo da Escola de Copenhague como imperativo de sentido do processo de observação, deve ser substituído por outro operador. A metacosmologia nesse caso não procura invalidar o modelo de Copenhague, como é errôneo imaginar. A metacosmologia defendida por Novello apenas se sustenta na tarefa crítica (e racional) de inspecionar outras soluções possíveis para satisfazer de modo mais efetivo problemas situados, pragmáticos e específicos. Promove assim um adiamento de nossa relação com a verdade, como diria Derrida. Como a geometria deve se alterar nesse mundo quântico, o potencial quântico de Bohm compensa o erro de tentar conciliar as flutuações quânticas com uma geometria euclidiana. Como a Escola de Copenhague não pressupõe geometria no chamado mundo quântico, pode-se muito bem lê-lo como um terreno fecundo para a aplicação do potencial quântico de WIST.

Para empreender essas novas modelagens do mundo quântico, Novello enfrenta um dos problemas mais espinhosos da Física: o Vazio. Não o Vazio da física clássica: um Vazio quântico, cheio de virtualidades e potencialidades. Esse vazio o conduz ao conceito de viscosidade. E esse vazio-viscosidade o ajuda a construir um cenário primordial do universo alternativo à singularidade. Esse vazio-viscosidade desempenha um papel essencial para a metacosmologia. Corroborar uma das frases favoritas de Novello: as flutuações e a instabilidade do Vazio demonstram que o universo estava condenado a existir. O