

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMUNICAÇÃO E
TERRITORIALIDADES**

MICHAEL ROSA FIGUEIREDO

**A COMPETÊNCIA DISCURSIVA NA DIVULGAÇÃO DE CIÊNCIA PELA
TELEVISÃO**

**Vitória
2019**

MICHAEL ROSA FIGUEIREDO

**A COMPETÊNCIA DISCURSIVA NA DIVULGAÇÃO DE CIÊNCIA PELA
TELEVISÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Territorialidades da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre. Orientador: Prof. Dr. Alexandre Curtiss Alvarenga.

Vitória
2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

F475c Figueiredo, Michael Rosa, 1987-
A competência discursiva na divulgação de ciência pela televisão / Michael Rosa Figueiredo. - 2019.
155 f. : il.

Orientador: Alexandre Curtiss Alvarenga.
Dissertação (Mestrado em Comunicação e Territorialidades) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Artes.

1. Ciência na comunicação de massa. 2. Comunicação de massa e linguagem. 3. Comunicação na ciência. 4. Televisão na ciência. 5. Ciência - Linguagem. I. Alvarenga, Alexandre Curtiss. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Artes. III. Título.

CDU: 316.77

MICHAEL ROSA FIGUEIREDO

**A COMPETÊNCIA DISCURSIVA NA DIVULGAÇÃO
DE CIÊNCIA PELA TELEVISÃO**

Dissertação apresentada por Michael Rosa Figueiredo ao Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Territorialidades, linha Comunicação e Poder, do Centro de Artes da Universidade Federal do Espírito Santo.

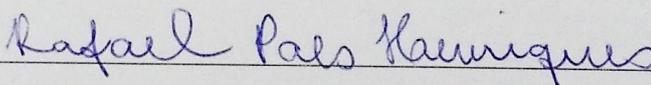
Vitória, 30 de agosto de 2019

COMISSÃO EXAMINADORA



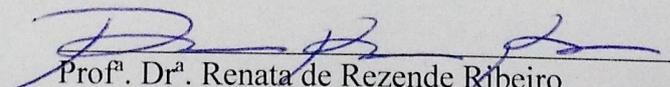
Prof. Dr. Alexandre Curtiss Alvarenga (orientador)

Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Rafael da Silva Paes Henriques

Universidade Federal do Espírito Santo



Prof.^a. Dr.^a. Renata de Rezende Ribeiro

Universidade Federal Fluminense

Aos meus pais, Selma e Paulo, que sempre me
incentivaram e me apoiaram a estudar.

Agradeço a todos que me apoiaram nas minhas escolhas acadêmicas e na realização deste trabalho, principalmente minha família – pais e irmão. Agradeço, especialmente, às minhas amigas Jória Scolforo e Mariana Batista, que me acolheram em suas casas durante o período do curso, o que foi fundamental para minha participação no mestrado.

... Apenas que busquem conhecimento.

E.T. Bilu (2010)

RESUMO

Este estudo se voltou a compreender a competência do discurso da minissérie “*The Elegant Universe*”, programa de popularização da ciência na televisão exibido em 2003 pela emissora norte-americana Public Broadcasting Service (PBS), por meio do referencial teórico da economia das trocas linguísticas, de Pierre Bourdieu. A partir da pesquisa, verificou-se as características e elementos que servem ao reconhecimento, pelo público, da legitimidade da mensagem emitida pelos locutores autorizados a falar sobre o assunto tratado – o apresentador e físico Brian Greene e os cientistas entrevistados – e o potencial de tradução do discurso especializado para a linguagem simples e comum da vida cotidiana. Iniciou-se o desenvolvimento do trabalho com a reflexão sobre a contemporaneidade, a produção de saber e a divulgação de ciência; passando, então, a discutir a competência discursiva e as trocas linguísticas, além das relações entre campo científico, território e comunicação; para finalmente chegar às análises dos três episódios da minissérie que aborda o desenvolvimento da Teoria das Cordas, momento no qual foram compreendidas as disposições do *habitus* dos agentes decorrentes de suas práticas legitimadas pelo campo científico que conferem a eles o capital linguístico necessário a gerar lucro simbólico favorável ao seu discurso.

Palavras-chave: Popularização da ciência, Trocas linguísticas, Discurso, Competência discursiva.

ABSTRACT

The intention of this research is to understand the discursive competence of the miniseries “The Elegant Universe”, a science popularization TV program aired in 2003 by the US broadcaster Public Broadcasting Service (PBS), through the theoretical framework of the economics of linguistic exchanges, by Pierre Bourdieu. From the study, it was verified the characteristics and elements that serve to the audience to recognize the legitimacy of the message issued by the speakers authorized to talk about the subject - the presenter and physicist Brian Greene and the scientists interviewed - and the translational potential of specialized speech into the simple and common language of everyday life. The development of the work began with the reflection about contemporaneity, the production of knowledge and the science popularization; then it discussed discursive competence and linguistic exchanges, as well as the relations between scientific field, territory and communication; finally, we come to the analysis of the three episodes that deal with the development of String Theory, when it was understood the agents *habitus* dispositions resulting from their practices legitimized by the scientific field that give them the linguistic capital necessary to generate favorable symbolic profit to their speech.

Keywords: Science popularization, Linguistic exchanges, Discourse, Discursive competence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Brian Greene.....	93
Figura 2: Brian Greene na posição de entrevistado.....	94
Figura 3: Steven Weinberg.....	95
Figura 4: Michael Green.....	95
Figura 5: Forças fundamentais.....	99
Figura 6: Partículas no átomo.....	100
Figura 7: Demonstração das cordas.....	100
Figura 8: Espaço na visão de Einstein.....	101
Figura 9: Espaço pela Mecânica Quântica.....	101
Figura 10: Joseph Lykken.....	102
Figura 11: Sheldon Lee Glashow.....	102
Figura 12: Gabriele Veneziano.....	103
Figura 13: Leonard Susskind.....	103
Figura 14: Nobel de Física de 1979.....	105
Figura 15: Nobel para Sheldon Glashow.....	105
Figura 16: John H. Schwarz.....	106
Figura 17: Teoria das Cordas no jornal.....	106
Figura 18: Dimensão extra espacial.....	109
Figura 19: Dimensões da Teoria das Cordas.....	109
Figura 20: Edward Witten.....	111
Figura 21: Greene sai da tela do cinema.....	113
Figura 22: Som escapa da mesa de sinuca.....	113
Figura 23: Membranas.....	114
Figura 24: Cordas ligadas à membrana.....	114
Figura 25: Gráviton escapando.....	116
Figura 26: Partículas supersimétricas.....	116

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 CIÊNCIA, MÍDIA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	22
2.1 Ciência e pós-modernidade.....	24
2.2 Ciência, mídia e linguagem.....	35
2.3 Popularização da ciência, comunicação e entretenimento.....	40
3 TROCAS LINGUÍSTICAS E EFICÁCIA DOS DISCURSOS.....	50
3.1 Discurso competente e ideologia.....	53
3.2 As trocas linguísticas.....	59
3.3 Território: do campo científico à popularização.....	67
3.4 Considerações sobre a comunicação.....	76
4 ANÁLISE DA SÉRIE “THE ELEGANT UNIVERSE’.....	85
4.1 A questão do gênero.....	86
4.2 Análise de “ <i>The Elegant Universe</i> ”.....	86
4.2.1 Episódio 1: “ <i>Einstein’s Dream</i> ”.....	92
4.2.2 Episódio 2: “ <i>String’s The Thing</i> ”.....	100
4.2.3 Episódio 3: “ <i>Welcome To The 11th Dimension</i> ”.....	109
4.3 Atualização do conteúdo.....	116
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
REFERÊNCIAS.....	125
ANEXO.....	128

1 INTRODUÇÃO

Uma reportagem do site ComCiência¹ destacava a publicação de um artigo do produtor e jornalista Jon Palfreman, publicado em 2002, em que cunhava o termo “ciência sexy” para enquadrar a maior parte dos programas atuais de divulgação científica em canais de televisão. Palfreman assim os definiu por serem produzidos com o intuito primeiro de despertar curiosidade e interesse, primando pelo espetáculo na mediação do conhecimento científico.

Alguns canais de televisão destinam boa parte ou toda a grade de exibição para programas de divulgação científica, como *Discovery Channel*, *National Geographic*, *History Channel*, *British Broadcasting Corporation (BBC)* e *Public Broadcasting Service (PBS)*. Os programas geralmente apresentam grandes acontecimentos e coisas fantásticas, como expedições arqueológicas, fenômenos naturais, grandes obras de engenharia e o mundo animal, temas que Palfreman chamou de ‘sexy’.

Um exemplo de experiência brasileira de divulgação científica na televisão relacionada a esse tema foi a série “*Poeira das Estrelas*”², exibida como um quadro do programa Fantástico, da Rede Globo, no ano de 2006. Foram 12 episódios, com apresentação do físico Marcelo Gleiser, que trataram da concepção científica atual sobre a origem do universo e os desafios da ciência durante a história da humanidade. A produção nacional foi baseada na série “*Cosmos*”, de 1980, idealizada e apresentada pelo físico Carl Sagan e que teve grande repercussão no cenário da divulgação científica. O reconhecimento do autor alcançou um nível elevado, tanto que o livro de Sagan que foi adaptado em linguagem audiovisual para a série homônima foi considerado pela Biblioteca do Congresso dos Estados Unidos como um dos livros que moldaram a América.

¹ VALENTE, Luciano. **A ciência sexy da TV**. ComCiência, 2008. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia//handler.php?section=8&edicao=37&id=448>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

² **POEIRA DAS ESTRELAS**. Globo. Disponível em: <<http://memoriaglobo.globo.com/programas/jornalismo/programas-jornalisticos/fantastico/poeira-das-estrelas.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

Outros cientistas também já se propuseram a utilizar a televisão para divulgar a ciência, como Brian Greene, David Attenborough, Brian Cox, Stephen Hawking, Michiu Kaku e Jim Al-Khalili. Nos últimos anos, o cientista Neil deGrasse Tyson ampliou sua projeção internacional após a estreia da série de 13 episódios chamada “*Cosmos – A Spacetime Odyssey*”, uma continuação da série de “*Cosmos*” de Sagan, que percorre a saga e a forma como foram descobertas as leis da natureza e como a humanidade busca determinar as nossas coordenadas no universo.

1.1 Objeto

Os exemplos acima citados demonstram a existência do fenômeno da mediação de temas relacionados à ciência por meio de programas de divulgação científica para a televisão. O material empírico desta pesquisa são os três episódios da minissérie “*The Elegant Universe*” (PBS, 2003). Baseada na obra do físico Brian Greene, lançada em 1999, e apresentada pelo próprio, o programa foi criado para mostrar ao público como a Teoria das Cordas foi desenvolvida, o seu relacionamento com outras teorias da Física Moderna e a possibilidade de o modelo representar a explicação unificada para todos os fenômenos físicos estudados, que acontecem desde a escala subatômica até as dimensões astronômicas.

O que motivou a pesquisa foi o potencial da linguagem da divulgação científica em dar caráter de verdade ao conteúdo transmitido. A série deixa claro que a teoria em questão ainda não foi comprovada, apesar de ter se desenvolvido e ganhado adeptos no decorrer das décadas. Mesmo assim, o discurso em torno do potencial de compreensão dela é construído não apenas para informar sobre a história da Teoria das Cordas, seus principais conceitos, os cientistas que apostam nela ou, até mesmo, os que questionam a sua validade. “*The Elegant Universe*” é um programa de televisão feito para convencer o público consumidor de divulgação científica de que essa teoria é a melhor visão da realidade, que consegue ir muito além do que as teorias amplamente testadas e aceitas pela comunidade científica atual, que são a Mecânica Quântica e a Relatividade Geral. A linguagem utilizada é produzida a partir da figura do apresentador (um cientista), das entrevistas com especialistas e da apresentação de situações cotidianas e imagens computadorizadas para representar a abordagem da realidade em níveis invisíveis de acordo com as perspectivas dessa teoria. Mas

quais características conferem a eficácia do discurso na minissérie de divulgação científica estudada por este projeto? Quais as estratégias para tornar esse discurso aceito por uma audiência não especializada no assunto abordado?

1.2 Justificativa

A presente pesquisa se justifica pela importância que o discurso científico adquiriu na contemporaneidade e por entender que a divulgação científica usa uma linguagem média para a comunicação de especialistas a leigos. A escolha do *corpus* de pesquisa foi estratégica para me introduzir na linguagem da popularização da ciência, como tema, e nos conceitos de Pierre Bourdieu para o estudo das trocas linguísticas, pois pretendo prosseguir com as investigações sobre a comunicação entre especialistas e leigos, e também entre cientistas de uma determinada área, a produção de conhecimento e a sua respectiva aceitação. *“The Elegant Universe”* é um produto que aborda conceitos da Física Moderna, uma “ciência dura”, objetiva, dentro das Ciências Exatas, aceita amplamente como ciência. Diferente é o que acontece com os estudos em Ciências Sociais e Humanidades, que nem sempre são reconhecidos como ciência pela população e os seus produtores são vistos geralmente mais como intelectuais, pesquisadores ou acadêmicos do que como cientistas.

Com a comunicação facilitada pela popularização da internet e pelo advento das redes sociais, discursos anticientíficos ganharam espaço, como o do movimento da terra plana, o dos que alegam a fraude do aquecimento global antropogênico, o do movimento antivacinação. Geralmente, são ideias com origem em orientações políticas, com viés conservador, e religiosas, que conferem à ciência uma posição à serviço do ateísmo. Na batalha pela autoridade, é importante conhecer as características da divulgação científica na mídia audiovisual por tornar possível a elaboração de estratégias mais atrativas para alcançar a audiência devido à sua convergência das linguagens sonora e visual.

A participação como aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Territorialidades (PósCom), da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), também justifica o interesse pela pesquisa, já que o tipo de discurso que desenvolvo neste trabalho é acadêmico, científico, intelectual e sofre risco de ser

desacreditado pela interferência de ideias contrárias à possibilidade de gerar conhecimento a partir das diversas ciências.

1.3 Objetivo

Esta pesquisa propõe a análise da minissérie “*The Elegant Universe*”, produto televisivo de divulgação científica, exibido originalmente nos Estados Unidos, que aborda conceitos da Física Moderna, tratando-os em uma linguagem voltada a um público não especializado no assunto e acessível para transmiti-los a uma grande audiência leiga. O objetivo da pesquisa é compreender, por meio da análise do discurso, a competência da linguagem da divulgação científica utilizada pelo programa na comunicação entre o campo especializado da ciência e a vida cotidiana do público leigo e quais elementos caracterizam essa linguagem.

Além desse objetivo principal, a pesquisa também tem a finalidade de:

- compreender as características do discurso da divulgação científica como linguagem média entre especialistas e leigos;
- entender como os conceitos de **habitus** e **território** podem ser aplicados à análise do fenômeno da divulgação científica por meio da série em questão;
- descrever como a produção de ciência e de conhecimento é tratada pela série e como a comunidade científica é representada nos programas.

1.4 Referencial teórico

Para esta pesquisa, o referencial teórico a ser utilizado compreende trabalhos que analisam e discutem questões sobre o momento histórico da contemporaneidade e a situação da ciência nesse contexto, a linguagem da divulgação científica e a sua relação com a representação da ciência na sociedade, as características do campo científico e a comunicação como trocas linguísticas.

O estudo será realizado dentro do projeto “Comunicação, Ideologia e Política na Cultura Contemporânea”, coordenado pelo professor e orientador da pesquisa, Alexandre Curtiss Alvarenga, que visa a realizar um trabalho de análise e

esclarecimento conceitual do que é proposto por práticas e teorias culturais críticas contemporâneas.

Como se trata de um conhecimento especializado, a figura do emissor é tida como portadora desse saber e, por isso, em uma condição de poder conferido a ele. Germano (2011) destaca que há desigualdade e desequilíbrio em relação ao conhecimento científico, que pode ser capitalizado e gerar riquezas. O acesso a esse tipo de informação pela sociedade em geral é denominado em seu trabalho de *Popularização da Ciência e Tecnologia*, ou abreviado como PopC&T na definição escolhida pelo autor. Além desse termo, também opto por usar a expressão divulgação científica, por ser mais ampla e, na minha consideração, de fácil entendimento.

Segundo Germano, a popularização de ciência e tecnologia encontra sentido em um novo contexto de compreensão do que ele chama de senso comum, que associamos aqui à linguagem comum da vida cotidiana. O autor entende que cada pesquisador opera uma linguagem protegida pela especificidade dos códigos de cada área do saber e que o conhecimento científico é intrínseco à questão do poder. A divulgação científica pode ser explicada, por enquanto, como um ponto de intersecção ou congruência entre o discurso científico e o discurso midiático, que se utiliza da linguagem comum. Assim, como um dos objetivos da ciência é se firmar como conhecimento hegemônico, mesmo ela sendo parte de uma cultura geral, a elaboração dela também deve levar em conta a satisfação da curiosidade popular acerca das questões que inquietam os seres humanos.

O fenômeno da divulgação científica será tratado como um processo de comunicação constituído por trocas linguísticas entre atores com diferentes competências e de grupos sociais diversos. As questões sociológicas desse processo terão respaldo na proposta de Bourdieu (2008), que aponta para um modelo de compreensão da linguagem como instrumento de poder. O autor destaca a facilidade com que o modelo linguístico é aplicado à etnologia e à sociologia por entender a linguagem mais como um objeto de eleição do que um instrumento de ação e poder. Essa alternativa, apontada como “filosofia social”, trata as relações sociais e de dominação a partir da perspectiva culturalista de interações simbólicas, “como relações de comunicação que

implicam o conhecimento e o reconhecimento”. Para romper com essa abordagem, o autor também leva em consideração que as trocas linguísticas, enquanto relações de comunicação por excelência, são também relações de poder simbólico entre os locutores e seus grupos.

A partir de um modelo simples de produção e circulação linguística, toda ação, inclusive o ato de fala, é identificada a partir de uma conjuntura formada pelo *habitus* linguístico e pelas estruturas do mercado no qual circula o discurso. O autor se debruça sobre uma crítica à análise da linguística que explica a posição dos interlocutores em um processo de comunicação por meio do funcionamento interno da própria língua, sem considerar as condições sociais de produção e circulação. Esse conceito de *habitus* se refere a uma capacidade linguística de constituir discursos em conformidade com a capacidade social e a competência atribuídas ao sujeito em uma situação determinada. No mercado linguístico, a circulação não é da língua, mas dos discursos estilisticamente caracterizados pela produção e pela recepção, e a legitimidade dos discursos é correlata ao espaço social onde são produzidos e o campo em que estão situados os receptores.

A teoria de uma economia das trocas linguísticas parte da proposta de superar as visões culturalista e economicista, mencionadas anteriormente, com um modelo simples de produção e de circulação linguística para analisar todo ato de fala e toda ação com base na capacidade linguística e social do locutor e nas regras e características do grupo para o qual se direciona e do grupo de que faz parte. O sociólogo deixa claro que o modelo não é proposto para superar – ou se opor a – a análise linguística dos códigos, mas como maneira de compreender o discurso para além do exame interno da língua que pode gerar conclusões fracassadas a respeito das condições sociais de produção. A conjuntura proposta é formada, de um lado, pelo *habitus* linguístico, o arranjo socialmente modelado do que se pode e deve falar; e, de outro, pelas sanções e censuras do mercado linguístico para o qual a ação é produzida.

O sentido não depende do resultado da circulação das palavras em apenas um mercado e, inclusive, como pontua o autor, ele é transferido de fora para dentro do discurso. Outras questões rodeiam a formação do sentido e do valor simbólico, como

a capacidade de decodificação da mensagem pelos receptores e, também, os “esquemas de interpretação” criados, compartilhados e com os quais nos relacionamos; esquemas postos em prática para efetivar uma leitura do produto linguístico que podem ser bem diferentes do objetivo inicial de quem o produziu.

Os falantes de uma língua não a utilizam da mesma forma, não pronunciam as palavras do mesmo jeito nem conhecem todo o vocabulário existente em um mesmo idioma. A variedade de classes e grupos sociais ou de gerações, por exemplo, permite a constituição de diferenças sistemáticas que compõem o estilo do discurso, estabelecendo diversas maneiras de dizer. Dessa forma, a multiplicidade de sentidos que uma palavra pode carregar será definida, primeiramente, pelo núcleo invariável e, também, pelas características dos mercados linguísticos.

O que circula no mercado linguístico não é “a língua”, mas discursos estilisticamente caracterizados, ao mesmo tempo do lado da produção, na medida em que cada locutor transforma a língua comum num idioleto, e do lado da recepção, na medida em que cada receptor contribui para produzir a mensagem que ele percebe e aprecia, importando para ela tudo o que constitui sua experiência singular e coletiva. (BOURDIEU, 2008, p. 25)

A variedade de significados que as palavras assumem dentro de uma mesma comunidade linguística se deve à unificação do mercado linguístico baseada na onipresença social da língua legítima e na energia investida pelos participantes na compreensão mútua. Como circulam em diferentes grupos, a interpretação dos signos é definida pelo seu uso, mas a necessidade de se estabelecer um consenso entre os interesses, comuns ou não, requer uma linguagem neutralizada. Quando duas classes diferentes se envolvem em um ato de comunicação, sentidos antagônicos podem surgir no uso e interpretação de uma mesma palavra, gerando disputas e desentendimento entre os atores.

De acordo com esta teoria, a eficácia dos discursos eruditos dependerá da interação oculta da “estrutura do espaço social” em que surgem com a “estrutura do campo das classes sociais” onde se encontram os receptores e pela qual eles decodificam a mensagem. Na disputa pelo poder de explicar uma realidade, os campos especializados buscam expandir-se em influência com a universalização do seu discurso, “deixando de ser apenas conversas de dominantes ou de dominados no seio

de um campo específico para se tornarem conversas válidas para todos os dominantes ou para todos os dominados” (BOURDIEU, 2008, p. 27).

Para Bourdieu, a linguagem é um mecanismo pelo qual tudo pode ser enunciado. Porém, a eficiência de um discurso está mais relacionada ao rigor formal, suportado pela língua legítima, do que na semântica do texto. Um indivíduo com competência técnica, sendo considerado um locutor legítimo, possui uma autoridade atribuída à sua fala que resulta também em uma competência social.

Considerando todo o jogo de disputas, inclusive discursivas, que há entre os entes que a praticam, a ciência não pode ser vista como neutra. O campo científico é lugar de luta concorrencial, no qual está em jogo, em última instância, o monopólio da autoridade científica (BOURDIEU, 1983, p. 122). É atribuída a esse campo uma capacidade técnica e uma forma legítima de falar e de agir, outorgada a determinados agentes. Um campo, na concepção de Bourdieu, é um espaço social em que atuam forças e no qual há relações de desigualdade que resultam nas figuras dos dominantes e dos dominados, posições definidas pela concorrência no interior do campo. Parte também de uma perspectiva relacional a noção de território em Raffestin (1993), que é o resultado da ação conduzida por atores que se apropriam de um espaço, concreta ou abstratamente, caracterizada como uma interferência constante de poder devido às práticas desses atores. As relações no território são marcadas pelo interesse dos grupos pela manutenção do poder.

Os dois conceitos, de campo e de território, são desenvolvidos e utilizados por autores em disciplinas diferentes: o primeiro dentro da Sociologia e o outro, na Geografia. Mas as similaridades nas definições nos permitem fazer uma composição conceitual em que os dois termos possam dialogar e, até mesmo, se complementar. É importante ressaltar que Raffestin (1993) defende uma ideia de território que não se limita a uma condição espacial física. Para ele, o território se apoia no espaço, mas se trata, na verdade, de uma produção a partir desse espaço. Trata-se, então, de uma apropriação do espaço em dimensões políticas, econômicas e culturais. Para a compreensão do campo científico como território, podemos explorar essas três dimensões: a política está ligada ao interesse dos atores na produção científica; a econômica se revela nas características da mão de obra e da estrutura técnica e também no potencial de

evolução tecnológica que determinada ciência desenvolve; e, finalmente, a cultural, relacionada a uma produção simbólica.

Partindo do pressuposto de que a divulgação científica é parte do território da ciência, faço a opção por explorar a questão cultural dentro do conceito trabalhado por Raffestin. O autor considera que as relações estão presentes em trocas materiais ou não. Os ‘trocadores’ (LEFÉBVRE apud RAFFESTIN) entram em contato – que traz uma informação – a partir da realidade orgânica dos seus corpos junto com os instrumentos e produtos. Esses atores recorrem a uma ação codificada num conjunto coerente, que resulta em comunicação (troca). Para Raffestin, a língua é o código utilizado para produzir, tem funções e é um recurso que está no centro de relações marcadas pelo poder. A língua constitui o capital constante de todo trabalho linguístico posterior, de toda expressão e de troca. A comunicação é definida como a produção e a circulação de mensagens no campo de uma comunidade linguística.

1.5 Pressupostos

A análise aqui proposta pretende desvendar as características do discurso da divulgação científica em um programa de televisão voltado à popularização e, para tanto, busco na economia das trocas linguísticas de Bourdieu o arcabouço teórico-metodológico, além das referências teóricas sobre o campo científico, a linguagem, a comunicação e a popularização da ciência. Até o presente momento, destaco as seguintes suposições que devem ser verificadas no resultado da análise do discurso:

- Primeiro, considero que o discurso racional vinculado ao saber científico precisa se adequar para, de fato, impactar uma audiência que não possui o conhecimento dos códigos específicos. Para isso, a divulgação científica na televisão deve apelar para as possibilidades do audiovisual, a imagem em movimento, com a produção de explicações discursivas e visuais para esquemas teóricos que buscam traduzir conceitos centrais resultantes de complexos modelos matemáticos e teorias.
- Considerando que a produção científica está relacionada às bases modernas de pensamento, e se torna multifacetada na contemporaneidade, um programa de divulgação científica pela televisão, como a minissérie “*The Elegant Universe*”, explora

a capacidade comunicacional da televisão para ter aderência no público, tornando o jogo de linguagem assumido pela divulgação científica uma forma de enfrentamento à desconfiança em torno da ciência nesse momento histórico.

- Os mecanismos da linguagem da divulgação científica também são determinados pelo repertório cultural da vida cotidiana para que a comunicação seja efetivada. Os códigos específicos pelos quais se constrói o conhecimento científico são retrabalhados em seus aspectos e traduzidos para uma linguagem comum, média, instrumento pelo qual as práticas sociais são efetivadas.

- Como os meios de comunicação de massa possuem grande capilaridade na sociedade, a representação da ciência em programas de televisão serve à comunidade científica para a ampliação da influência do seu discurso característico, a partir da maneira interna de produção de conhecimento. A divulgação científica se firma, dessa forma, como lugar no campo da comunicação em que o campo científico pode se expandir e como uma arena de batalha em que a ciência, por meio do seu repertório lógico e retórico, tenta explicar e sobrepor outros discursos que se propõem a explicar o mundo, a natureza, enfim, a realidade, para conquistar autoridade frente a eles.

1.6 Metodologia

A metodologia empregada neste projeto envolveu revisão bibliográfica, que permitiu a compreensão do objeto por diversas perspectivas, e o uso da economia das trocas linguísticas como instrumento analítico, por meio da proposta de Bourdieu.

Para a realização deste trabalho, fez-se a reflexão sobre as referências listadas neste projeto, que envolvem os obras sobre contemporaneidade, divulgação científica, linguagem, comunicação, território e trocas linguísticas. A reflexão teórica é de extrema importância para dar base à análise do objeto escolhido e formular as conclusões da pesquisa. Como este projeto se presta a estudar o discurso da divulgação científica em uma série para a televisão, foi fundamental a análise dos episódios assistidos, comparados e discutidos à luz dos conceitos teóricos que dão base ao trabalho.

O acesso aos episódios do programa de televisão foi possível graças à disponibilização do conteúdo da minissérie em *sítes* como o Youtube, que conta com várias versões, inclusive dubladas em português. O procedimento de análise foi, assim, facilitado pela possibilidade de manipular a exibição do conteúdo, já que é necessário assistir, rever, pausar, separar os fragmentos e compará-los a outros.

Isso é justamente o que estamos chamando de análise: a desmontagem e remontagem de um programa para conhecer o seu modo de funcionamento. Em grego antigo, *análisis* significava exatamente isso: separação, decomposição, desagregação do todo em suas partes constituintes, para efeito de conhecimento (MACHADO & VÉLEZ, 2007).

Esta pesquisa se pretendeu a abranger o referencial das mensagens e o que elas representam, e como representam. Situada no território do contexto comunicacional das mensagens (SANTAELLA, 2001), a análise permitiu o conhecimento das marcas do processo comunicativo para desvendar outras características através da mensagem. Essas marcas, como enumera Santaella (2001), podem ser marcas do suporte, do canal ou meio que veicula a mensagem, e também apresentadas no contexto na mensagem, que deixa os traços em signos verbais, visuais e sonoros, remetendo aos contextos históricos, culturais, ideológicos, políticos.

Considerando que a mensagem em si é o dado mais palpável e ao qual se tem acesso objetivo no processo comunicativo, o presente projeto se enquadra no território das mensagens e dos códigos (SANTAELLA, 2001). Nesse campo, a autora localiza todas as pesquisas referentes às linguagens, discursos, sistemas e processos sógnicos das mais diversas ordens, incluindo as audiovisuais. Por meio de uma economia das trocas linguísticas, pudemos compreender, então, as estratégias do discurso que caracteriza o *corpus* da análise, levando em conta os efeitos de dominação relacionados à unificação do mercado linguístico oriunda de disputas entre campos distintos e no interior desses campos. Essas lutas concorrenciais resultam da atuação linguística de grupos que buscam a legitimação dos seus discursos dentro das instituições da sociedade nas quais estão inseridos e das técnicas que aprendem, desenvolvem e utilizam.

Bourdieu estabelece que os discursos, além de serem destinados à compreensão, são também signos que representam riqueza e autoridade. A lei de formação dos preços do discursos é derivada das relações entre as competências linguísticas dos interlocutores. As leis do mercado determinam o lucro, seja ele material ou simbólico, que, por sua vez, garante o reconhecimento da legitimidade da língua. Conforme o autor, toda prática linguística encontra sua medida em uma prática legítima, relacionando-se, dessa forma, com as práticas dos dominantes. Finalmente, podemos entender que o valor da língua depende do sistema de diferenças sociais e de condições externas a ela. A capacidade da língua de representar e organizar esse sistema de diferenças determina o seu próprio valor. Pela análise da linguagem, serão desveladas algumas estratégias discursivas que garantem a eficácia da popularização da ciência e a sua relação com a economia das trocas linguísticas.

A estrutura de “*The Elegant Universe*” é formada, basicamente por: abertura, oferecimento, narração em *off* do locutor, discurso do apresentador, entrevistas e dramatizações, acompanhados pela exibição de imagens do mundo real e imagens computadorizadas. Nessa parte da análise, o que será estudado é a atribuição de valor ao discurso pelas diversas vozes que o sustentam, considerando as questões econômicas e políticas que podem estar relacionadas. Por outro lado, o conteúdo televisivo também será investigado a fim de determinar as disposições simbólicas inculcadas no *habitus* da emissão do discurso. A mensagem do programa aborda, nos três episódios: história da ciência e do conhecimento; experiência e fato científicos; teoria científica; o embate sobre os limites da ciência e o valor atribuído a ela; e a perseverança dos que se aventuram na carreira científica.

2 CIÊNCIA, MÍDIA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

O pontapé inicial para analisar a popularização da ciência no século XXI nos leva ao objetivo de compreender o modelo de sociedade atual e as relações da divulgação no momento histórico contemporâneo. Para isso, abordaremos o fenômeno da ciência na contemporaneidade, a linguagem específica que a envolve e a relação entre o discurso da popularização e a evolução das iniciativas voltadas à transmissão de saber científico para o público não especialista. Esta parte da pesquisa bibliográfica vai tratar esse tipo específico de informação como dado racional e objetivo ao elencar as características da linguagem da divulgação científica para sustentar a análise do objeto.

Primeiramente, busco entender o momento da pós-modernidade, as novas formas de sociabilidades e suas implicações culturais. Serão tratados também a produção de conhecimento no mundo contemporâneo e a situação da ciência e da mídia, o saber científico e a organização da ciência como saber autônomo. Os autores citados serão Harvey (2007), Lyotard (1988) e Santos (2003), e por meio deles vamos explorar a situação em que se desenvolve as práticas culturais, políticas e econômicas no período denominado como pós-moderno.

O processo científico se manifesta por meio de uma linguagem própria, que garante um funcionamento interno coerente e se coloca como maneira de revelar a natureza e as relações sociais. Esse processo já nasce como uma forma de comunicação, afinal essa produção é feita para ser apreciada, conferida, ratificada ou questionada por outros sujeitos que partilham dos mesmos códigos pelos quais o conhecimento científico se constrói. O discurso científico será esmiuçado levando em conta os trabalhos de Germano (2011), Caribé (2011) e Meadows (1999).

Para finalizar, pontuo a popularização de ciência e tecnologia como herdeira da comunicação científica entre intelectuais, desde os primórdios da Ciência Moderna, e do uso da ciência para entretenimento do público em geral. Buscamos na realização das *Christmas Lectures*, da Royal Institution, criadas por Michael Faraday em 1825 e transmitidas até hoje pela BBC, uma experiência pioneira de popularização para o público leigo.

A ciência e a tecnologia são compreendidas na contemporaneidade como produtoras de solução para os problemas da humanidade. A sociedade reconhece a importância da ciência e, historicamente, consome as informações científicas, principalmente pelos meios de comunicação de massa. A produção de conhecimento científico utiliza o vocabulário específico de cada disciplina que conta com seus próprios conceitos e as aplicações deles, um conjunto de metodologias utilizadas e uma rede de locais de pesquisa, centros de ciência, universidades e outros espaços onde atuam os cientistas.

A melhoria da qualidade de vida de, pelo menos, parte da sociedade também é vista como resultado dos avanços científicos e tecnológicos, apesar de a ciência também ser vista como perigosa, devido ao desenvolvimento da indústria bélica, principalmente. Mesmo assim, geralmente atribuímos a ela um caráter revelador da realidade, pelo qual a verdade pode ser encontrada ou compreendida. Mas o processo de produção e de divulgação desse conhecimento não é feito de forma neutra. Interesses econômicos, políticos e sociais podem estar implicados nas pesquisas e, com a divulgação científica por meio da mídia de massa, o dia a dia das pessoas pode sofrer alguma interferência (CARIBÉ, 2011). Além disso, os objetos de estudo e os resultados encontrados estão dentro do escopo de interesse dos próprios pesquisadores e das comunidades científicas e as pesquisas devem estar alinhadas a ele (BOURDIEU, 1983).

Caribé (2011) destacou uma pesquisa realizada pela Fapesp em 2004, atestando que 78% concordaram com a frase “a causa principal da melhoria da qualidade de vida humana é o avanço da ciência e da tecnologia”.

Nesse contexto, a inserção da ciência e da tecnologia no dia a dia dos indivíduos não consiste em um processo singelo. A ciência e a tecnologia não são neutras. Podem ter implicações políticas, econômicas, sociais e culturais, e têm o potencial de interferir, direta ou indiretamente, em todos os aspectos da vida cotidiana (CARIBÉ, 2011, pág. 16).

A mesma pesquisa revelou que 67% dos entrevistados adquirem informação por meio da imprensa escrita e 78% deles adquirem informação por meio da televisão. Caribé

entende que, dessa forma, o papel dos meios de comunicação de massa é central para o entendimento coletivo sobre o que é ciência e para que ela serve.

Com uma amostragem bem mais recente, a pesquisa “Percepção Pública da C&T no Brasil – 2019” (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2019) coletou dados com 2.200 entrevistados maiores de 16 anos de todas as regiões do Brasil. Em relação ao consumo de informações científicas e tecnológicas pela televisão, apenas 11% responderam “frequentemente”, enquanto 37% disseram “às vezes” e 52% afirmaram que “raramente ou nunca. Em relação à internet e redes sociais, 14% responderam “frequentemente”, 25% disseram “às vezes” e 61% das respostas foi “raramente ou nunca”.

O consumo de informação científica pela TV ao longo dos anos em que o estudo foi realizado foi: em 2006, 15%; em 2010, 19%; em 2015, 21%; em 2019, 11%. Já pela internet o consumo ao longo da série histórica foi: em 2006, 9%; em 2010, 13,5%; em 2015, 18,5%; em 2019, 14%. Como resultado, pela primeira vez, a internet alcança ou ultrapassa a televisão como meio principal para o acesso à informação sobre C&T (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2019, p. 16).

Segundo o levantamento, o acesso declarado dos brasileiros à internet correspondeu a 70% dos entrevistados que afirmam acessá-la todos os dias ou quase; já 19% dos entrevistados declararam não ter acesso, enquanto os 11% declaram acessos esporádicos semanais ou mensais.

2.1 Ciência e pós-modernidade

Para Harvey (2007), estamos vivendo um processo de “mudança abissal nas práticas culturais, bem como político-econômicas, desde mais ou menos 1972” (p. 7), vinculado ao surgimento de novas maneiras de experimentar o tempo e o espaço. Também entram na equação as formas culturais pós-modernas e os modos flexíveis de acumular capital. Porém, o autor considera que as transformações são superficiais e não indicam a transição para um novo modelo de sociedade, pós-capitalista ou pós-industrial. Ele se propõe a investigar a natureza do pós-modernismo para esclarecer o conceito e relacioná-lo a um período histórico, com características diferentes da modernidade, permeado de ideias conflitantes.

Um dos questionamentos iniciais é se existe, de fato, uma cultura pós-moderna ou se isso não passa de um modismo acadêmico. O que se coloca é que o sentido mais amplamente aceito de pós-modernismo é o que “representa alguma espécie de reação ao “modernismo” ou de afastamento dele” (HARVEY, 2007, p. 19); uma reação à monotonia moderna e às metanarrativas ligadas à ideia de progresso linear e à constituição de verdades absolutas, como o positivismo, o racionalismo e a tecnocracia. O pós-moderno se identifica com a fragmentação, a indeterminação e a desconfiança à padronização do conhecimento e dos discursos universais. Harvey menciona uma série de acontecimentos que indicariam uma grande “mudança na estrutura do sentimento”: o pragmatismo filosófico, as concepções de Thomas Kuhn e Paul Feyerabend sobre a filosofia da ciência, a indeterminação em teorias matemáticas como a do caos e a geometria dos fractais, além da preocupação com a dignidade do outro na ética e na política.

O momento pós-moderno é quando vamos despertar do pesadelo da modernidade, com respaldo em uma razão manipuladora que clama pelo ideal de totalidade. Agora, retornamos ao pluralismo, com uma variedade de estilos de vida e jogos de linguagem. A ciência e a filosofia deveriam, então, abandonar as reivindicações metafísicas e passar a se reconhecer enquanto um conjunto de narrativas em meio a outros conjuntos semelhantes (HARVEY, 2007). Na pós-modernidade, segundo Lyotard (1988), há a morte das “grandes narrativas” totalizantes, que estão baseadas em uma ideia de constante progresso (linearidade histórica) e nos ideais iluministas. Tudo é posto em dúvida, e até mesmo o caráter de fonte de verdade atribuído à ciência é questionado. O racional, reflexivo, perde importância para o sensorial, estético.

Desde já é possível tratar da questão da linguagem, sobre a qual me debruço neste trabalho, e Harvey destaca a relação entre poder e conhecimento. A codificação de técnicas e práticas resulta no controle e no domínio de determinados contextos a partir dos discursos. Em Lyotard, Harvey busca a ideia de jogos de linguagem, trazida de Ludwig Wittgenstein pelo filósofo francês, que são múltiplos e nos quais os sujeitos sociais estão dissolvidos por estarem na interseção de vários desses jogos. O poder está disperso em elementos narrativos e cada jogo de linguagem institui uma forma de linguagem e, conseqüentemente, uma forma de poder. Além disso, os diversos

“reinos” (direito, academia, ciência, governo, poder corporativo) delimitam “o que pode ser dito e como pode ser dito de maneiras importantes” (HARVEY, 2007, p. 51). Os campos de conhecimento se desenvolveram e conquistaram sua autonomia.

A modernidade está relacionada com a efemeridade, a mudança e a quebra de continuidade. Ela representa não apenas uma ruptura com os períodos históricos anteriores, mas uma constante transitoriedade e fragmentação interna. Porém, é também formada por elementos “eternos e imutáveis”, e Harvey considera ser um problema compreender como se pode descobrir esses elementos. Em relação à coerência, os iluministas criaram um projeto de modernidade embasado no desenvolvimento de formas racionais de organização social e de pensamento. Esses pensadores despendem energia intelectual para estabelecer uma ciência objetiva, além de buscar a universalização da moralidade e da lei. O ideal de progresso contínuo era sustentado pelo trabalho livre e criativo para alcançar uma vida mais rica e a emancipação do ser humano. A ciência representa, nesse momento, uma forma de desvelar e controlar a natureza e libertar as pessoas das adversidades do meio ambiente e satisfazer necessidades humanas. A partir de um sistema de conhecimento lógico, racional e objetivo, a modernidade foi o momento de exaurir as irracionalidades mitológicas. O pensamento iluminista “foi, sobretudo, um movimento secular que procurou desmistificar e dessacralizar o conhecimento e a organização social para libertar os seres humanos de seus grilhões” (HARVEY, 2007, p. 23).

O domínio científico da natureza prometia liberdade da escassez, da necessidade e da arbitrariedade das calamidades naturais. O desenvolvimento de formas racionais de organização social e de modos racionais de pensamento prometia a libertação das irracionalidades do mito, da religião, da superstição, liberação do uso arbitrário do poder, bem como do lado sombrio da nossa própria natureza humana. Somente por meio de tal projeto poderiam as qualidades universais, eternas e imutáveis de toda a humanidade ser reveladas. (HARVEY, 2007, p. 23).

Os acontecimentos históricos do século XX abalaram a ideia otimista que estava vinculada à modernidade, ao pensamento iluminista e ao progresso científico. As grandes guerras apresentaram à humanidade um resultado devastador da evolução tecnológica, culminando em uma ameaça de destruição nuclear, além de estratégias militares de extermínio em massa e os campos de concentração. Como fizeram Theodor W. Adorno e Max Horkheimer, questiona-se se o pensamento que deveria

buscar a emancipação humana poderia, na verdade, levar à opressão universal. A doutrina iluminista estava, como podemos perceber, repleta de contradições, inclusive para a determinação dos sujeitos considerados possuidores de uma “razão superior” e das relações de poder que eles encabeçariam. Harvey cita o conceito de casa de sábios proposto por Francis Bacon para designar o papel dos detentores do conhecimento, “os juízes éticos e os verdadeiros cientistas”, que guiariam a sociedade, por meio de conquistas e descobertas intelectuais, pelo caminho da emancipação.

A preocupação modernista com a linguagem está diretamente ligada à necessidade de desenvolver uma modalidade especial para representar verdades imutáveis. Para entender a pós-modernidade como reação à modernidade, Harvey destaca a existência de apenas uma resposta válida para um questionamento específico de acordo com o pensamento moderno. É nesse cenário que os empreendimentos matemáticos e científicos, baseados no projeto iluminista, se firmam como o modo correto para a descoberta dessa resposta única para cada problema, o que guiará a organização racional do mundo. Surge daí uma forma de controle por meio de uma representação padronizada, mas que começa a ruir a partir das revoluções de 1848, e após esse momento emergem outros sistemas de representação divergentes que a substituem, destacando-se fortemente nos movimentos artísticos e literários. No campo acadêmico, desenvolveram-se, como exemplifica o geógrafo britânico, a teoria linguística de Saussure, que determina o sentido das palavras a partir das relações com outras palavras, e a Teoria da Relatividade de Einstein, fazendo uso da geometria não-euclidiana “que abalou a suposta unidade da linguagem matemática no século XIX” (HARVEY, 2007, p. 36). As mudanças impactaram a visão de uma realidade unificada, apesar de que ela não estava invalidada. Porém, aceitava-se a ideia, à qual o modernismo aderiu, de que a realidade é complexa e poderia ser compreendida a partir de diferentes perspectivas.

Harvey se pergunta se o pós-modernismo é uma ruptura radical ou se é apenas um movimento de revolta interna do modernismo contra o que seria “alto modernismo”. Poderia ser um estilo artístico ou uma época da história que vão na contramão das formas de metanarrativa da razão iluminista. As diferenças entre o modernismo e o seu momento posterior são listadas referenciando o esquema proposto por Ihab

Hassan (HARVEY, 2007, p. 48). Nele, o jogo de oposição entre as características dos conceitos é utilizado para retratar os dois momentos: projeto *versus* acaso, semântica *versus* retórica, hierarquia *versus* anarquia, síntese *versus* antítese, paradigma *versus* sintagma, profundidade *versus* superfície, concentração *versus* dispersão, código mestre *versus* idioleto, significado/mensagem *versus* significante/meio, totalização *versus* desconstrução, para citar alguns. O pós-modernismo, assim como o pensamento moderno, também está relacionado à efemeridade, à fragmentação e à descontinuidade. Mas, por outro lado, não existe uma necessidade de definir os elementos “eternos e imutáveis”. Está mergulhado fundamentalmente no potencial de mudança, sem buscar legitimação referencial com o passado, em que não cabe uma maneira racional de pensamento para a caótica vida moderna.

Os grandes modelos que tentam explicar a realidade a partir de uma perspectiva totalizante encontram barreira para sua aceitação pela negação, no pós-modernismo, da existência de uma metanarrativa ou uma metalinguagem que conecte todas as coisas. O poder estaria disperso em infinitos mecanismos cada qual com sua própria história, especificidades e técnicas. A dimensão microfísica das relações de poder em diferentes lugares e situações sociais revela que “há uma íntima relação entre os sistemas de conhecimento (“discursos”) que codificam técnicas e práticas para o exercício do controle e do domínio sociais em contextos localizados particulares” (HARVEY, 2007, p. 50). O poder-discurso está disperso por diferentes lugares sociais sem estar necessariamente dependente de uma estratégia de domínio de classe como aconteceria nos hospitais, nas universidades, na prisão. Nenhum esquema teórico abrangente conseguiria explicar essas relações fragmentadas e distribuídas de forma satisfatória. Toda forma de poder pressupõe uma resistência e mesmo os esquemas utópicos, como o socialismo, não escapam à repressão pelas relações de “poder-conhecimento”.

O único caminho “para eliminar o fascismo que está na nossa cabeça” é explorar as qualidades abertas do discurso humano, tomando-as como fundamento, e, assim, intervir na maneira como o conhecimento é produzido e constituído nos lugares particulares em que prevaleça um discurso de poder localizado (HARVEY, 2007, p. 50).

A preocupação com a linguagem e com o discurso também está explícita no trabalho de Lyotard (1988), que se debruça sobre as condições do saber nas sociedades

capitalistas desenvolvidas, as “sociedades informatizadas”, a sociedade pós-industrial a partir do final da década de 1950, denominando-as pós-modernas pela sua condição cultural. O avanço tecnológico atrelado ao desenvolvimento econômico nessas sociedades oferece as condições propícias para a ampliação das possibilidades de transição dos saberes e de informações. Diferente do período moderno, facilita-se o acesso ao saber por meio de suportes tecnológicos de comunicação em que podem ser incorporados sons, texto e imagens. O autor destaca a queda das grandes metanarrativas modernas, que levaram junto a elas o estabelecimento das verdades absolutas, os dogmas religiosos e as generalizações. O poder político, que antes era exercido mais fortemente pelo Estado, passou para as mãos das grandes corporações privadas ancoradas no desenvolvimento tecnocientífico voltado à exploração capitalista, o que deu ao conhecimento um valor lucrativo e fez dele uma moeda de troca e um produto para o consumo.

O campo da ciência apresenta uma série de normas e regras para haver a legitimação do discurso produzido no interior dele, resultando em uma forma única válida, bem ao estilo da modernidade. É por meio de jogos de linguagem que, segundo Lyotard, as figuras do remetente e do destinatário do saber podem chegar a um acordo discursivo que permite a compreensão mútua entre as partes. Conseqüentemente, a ciência é apenas uma entre as formas do saber, existindo também o saber narrativo, por exemplo, e cada uma delas é constituída por um tipo específico de discurso. Uma troca de saberes pressupõe novos jogos discursivos e o seu funcionamento se assemelha a um modelo comunicacional: um remetente enuncia um conceito, a partir de uma referência temática apresenta sua mensagem ao destinatário, e eles devem entrar em um consenso para efetivar o jogo linguístico. Então, a legitimação dependerá das regras do jogo e do modelo de apresentação da mensagem no ato desse jogo, no momento em que o discurso é comunicado.

Toda comunicação é uma forma discursiva em que há um contrato tácito para que se concretize a troca de informação e também é uma arena de disputa, um verdadeiro jogo, onde forças entram em ação para definir qual é o discurso prevalecente. Esta, então, seria a ilustração da nossa vida em meio à sociedade, que está constantemente se chocando com discursos concorrentes numa eterna luta pela superação. Como já foi mencionado, Lyotard busca em Wittgenstein o conceito de jogos de linguagem.

Por este termo quer dizer que cada uma destas diversas categorias de enunciados deve poder ser determinada por regras que especifiquem suas propriedades e o uso que delas se pode fazer, exatamente como o jogo de xadrez se define como um conjunto de regras que determinam as propriedades das peças, ou o modo conveniente de deslocá-las. (LYOTARD, 1988, p. 16-17).

São três as observações que ele levanta a respeito dos jogos de linguagem.

A primeira é que suas regras não possuem sua legitimação nelas mesmas, mas constituem objeto de um contrato explícito ou não entre os jogadores (o que não quer dizer todavia que estes as inventem). A segunda é que na ausência de regras não existe jogo, que uma modificação, por mínima que seja, de uma regra, modifica a natureza do jogo, e que um “lance” ou um enunciado que não satisfaça as regras, não pertence ao jogo definido por elas. A terceira observação acaba de ser inferida: todo enunciado deve ser considerado como um “lance” feito num jogo (LYOTARD, 1988, p. 17).

São inúmeros os jogos de linguagem que permeiam a vida em sociedade e que caracterizam o vínculo social, e nos localizamos no meio desses jogos, dissolvidos em uma interseção de combinações linguísticas que não apresentam estabilidade. Dependendo da situação em que se encontra o sujeito (casa, trabalho, igreja, bar), ele faz uso de um conjunto de códigos específicos. Podemos, então, considerar que a ciência e a comunicação de massa são constituídas por jogos de linguagem, cada qual com seu caráter institucional específico. Afinal, a questão da legitimação da verdade pelas ciências tradicionais se dá pela comprovação e pela argumentação com base nas grandes teorias e no consenso entre os sujeitos que promovem esse processo de legitimação do conhecimento. E os meios de comunicação recorrem a técnicas de produção para representar aspectos da vida em sociedade fazendo uso de uma linguagem “média” que possa ser compreendida por um maior número de pessoas possível.

Em Lyotard, vemos que a característica social da pós-modernidade é a de que as figuras dos detentores do capital exercem seu domínio por meio da formação de uma sociedade de *experts*, que nada fazem além de melhorar a *performance* e desenvolver, constantemente, tecnologias para estimular o mercado consumidor a sempre adquirir um conjunto de inovações. As universidades passam a ser, além de locais de produção do saber e da ciência, entidades de formação de mão de obra

como parte de uma estratégia político-militar. O saber se torna segmentado, especializado, e essa fragmentação exige a formação de novos *experts* que são estimulados a realizar um trabalho cada vez mais efetivo nas pesquisas que realizam. Isso tudo mostra um cenário de competitividade, de eterna disputa entre sujeitos de uma mesma área pelo reconhecimento dos trabalhos que desenvolvem.

Para situar a questão do saber nas sociedades avançadas, Lyotard divide o entendimento sobre o funcionamento da sociedade moderna em duas correntes principais: uma delas corresponde à visão de que a sociedade é um todo orgânico ou um sistema autorregulável, único, com uma abordagem otimista e funcionalista, que apela ao desenvolvimentismo para a superação de problemas internos; o outro ponto de vista tem relação com o criticismo do saber, a teoria crítica, e são as correntes marxistas que enxergam a sociedade em duas classes que entram em disputa, de um lado os detentores do poder e do capital e, de outro, o proletariado. Mas o autor considera que esses modelos não dão conta do vínculo social nas nascentes sociedades pós-industriais, em que a classe dirigente, que toma as decisões, não corresponde apenas aos políticos tradicionais, mas é constituída “por uma camada formada por dirigentes de empresas, altos funcionários, dirigentes de grandes órgãos profissionais, sindicais, políticos, confessionais” (LYOTARD, 1988, p. 27).

Em uma sociedade dita pós-moderna, o poder que antes era centralizado no Estado agora está fragmentado e as regras são definidas também pelos detentores do capital. Os grandes relatos das instituições e das tradições históricas, característicos da modernidade, foram decompostos e os vínculos sociais, dissolvidos. O que parece acontecer, segundo a visão de Lyotard, é que os indivíduos estão em pontos do circuito de comunicação, nos lugares em que transitam as diversas mensagens e discursos formulados pelo Estado, pelos detentores do capital e por outros indivíduos. E o poder é exercido por todos os agentes nesse processo de comunicação, podendo eles estarem na posição de remetentes, destinatários ou referentes das mensagens. É no meio dos jogos de linguagem que estão esses agentes em constante deslocamento, dependendo da situação em que se encontram. Inclusive, o vínculo social é um jogo de linguagem, enquanto condição mínima para haver sociedade, que posiciona imediatamente aquele que apresenta, aquele a quem o vínculo se dirige, e o referente que interroga (LYOTARD, 1988, p. 29). Na perspectiva de Bourdieu (2008),

a eficácia de qualquer poder simbólico sobre um *habitus* (capital cultural incorporado resultado das relações de produção e recepção) predisposto depende do poder de sugestão das coisas e das pessoas. Na relação entre dois indivíduos, é preciso apenas um deles para definir quem ele próprio é e em que situação ambos se encontram. Aos dominados cabe um movimento coercitivo de correção de aspectos estigmatizados de pronúncia, léxico e sintaxe, ou a dificuldade de se expressar de maneira apropriada.

A multiplicidade de formas e efeitos das mensagens, segundo Lyotard, podem ser denotativas, avaliativas, performativas. Os indivíduos atomizados, enquanto “parceiros de linguagem”, são “golpeados” constantemente por mensagens de origens variadas e, assim, se movimentam perpetuamente pela alteração que sofrem, estejam eles em qualquer posição no esquema da comunicação, inclusive na de remetente. Cada “golpe” faz emergir um “contragolpe”. Mas, para surpreender o interlocutor, é importante escapar da dualidade ação-reação, ou estímulo-resposta, que já estaria prevista na estratégia do adversário quando aplica o golpe. Para isso, é necessário impulsionar o “deslocamento” com a condução de um novo enunciado, um novo “golpe”. Lyotard considera que os jogos de linguagem se formam em redes flexíveis, o que parece contraditório com a realidade moderna engessada em uma perspectiva hierárquica e institucional. Porém, as instituições, em um momento pós-moderno, ainda exercem poder e influenciam os jogos, limitando inclusive “a inventividade dos parceiros em matéria de lances”. Há uma série de pressões que funcionam como “filtros sobre os poderes de discursos” para os enunciados serem aceitos no interior das instituições, e selecionam o que pode ou não ser dito além da maneira de dizê-las.

A legitimação do conhecimento em um período pós-moderno se passa no interior de jogos de linguagem científicos, cada um deles com suas próprias bases e com uma forma própria de buscar a verdade. Toda forma de conhecimento pressupõe seus próprios jogos, como acontece com a ciência que não pode legitimar os outros jogos de linguagem. Em algumas disciplinas, isso acontece porque o conhecimento científico já não tem uma estrutura forte para se manter em solo estável, mas parece prosseguir em um terreno instável de maneira cambaleante. O que há é uma flexibilidade, no lugar de uma forma moderna hierárquica e sólida, que permite a

análise de enunciados inconstantes. Com os dogmas e as metanarrativas sendo questionados, principalmente nas ciências humanas e na filosofia, com o discurso científico posto em dúvida, novos lances discursivos podem aparecer apoiados inclusive em incoerências da produção científica tradicional. Numa perspectiva pós-moderna, a compreensão de um fenômeno pode acontecer por meio de diversas disciplinas e formas de conhecimento, sem haver consenso ou compatibilidade entre elas.

Ainda podemos destacar o movimento desdogmatização da ciência, conforme tratado por Santos (2003), em que os próprios cientistas contestam as práticas exercidas dentro do campo, os resultados das pesquisas a partir dos instrumentos do qual dispõem, e como essa forma de saber tenta se estabelecer como o conhecimento supremo, a única forma válida de desvelar a realidade de um fenômeno. O movimento de questionamento e reflexão sobre a produção científica aconteceria, segundo o autor, não somente nas ciências sociais, que são o tema central do seu trabalho, mas também nas ciências naturais. Santos (2003) identifica dois tipos de crise pelos quais passa a ciência moderna. O primeiro refere-se às crises de crescimento, internamente a uma matriz disciplinar, com questões ligadas ao método ou a conceitos básicos. O outro tipo é o das crises de degenerescência, que são crises do paradigma e atingem todas as disciplinas.

Uma questão importante assinalada pelo autor é sobre a oposição entre ciência e o que podemos entender como senso comum. As ciências naturais buscaram sempre se distanciar do senso comum em suas abordagens, ao passo que nas ciências sociais não há uma visão única sobre o conceito, podendo haver abordagens positivas ou não. A noção de senso comum surgiu por volta do século XVIII e serviu à burguesia da França, durante o período moderno, para combater a ideologia irracional do *ancien régime* com uma perspectiva de conhecimento médio e universal. Porém, apesar de estar vinculado ao projeto de poder burguês, a ascensão da classe fez o conceito perder valor e ganhar uma conotação superficial, falaciosa e ilusória. Para Santos, o senso comum atravessa diversas classes sociais e abarca as crenças coletivas de um povo ou grupo. Apesar de identificá-lo com um viés conservador que naturaliza as desigualdades, o autor não vê sentido na visão maniqueísta entre a ciência e essa forma de conhecimento. Primeiro, porque se formam resistências no interior do senso

comum pelas classes subordinadas que podem se converter em “armas de luta”. Também devido ao fato de o senso comum depender do tipo de sociedade onde é construído.

(...) a oposição ciência/senso comum não pode equivaler a uma oposição luz/trevas, não só porque, se os preconceitos são as trevas, a ciência, como hoje se conhece e se verá adiante, nunca se livra totalmente deles, como, por outro lado, a própria ciência vem reconhecendo que há preconceitos e preconceitos e que, por isso, é simplista avaliá-los negativamente (SANTOS, 2003, p. 38).

O autor identifica três fases pelas quais se constituem as ciências, sendo elas a ruptura, a construção e a constatação. A primeira ruptura da ciência moderna foi a negação do senso comum, organizando uma visão polarizada entre o que seria o conhecimento verdadeiro, a ciência, e os saberes não comprovados pelo método científico, mas que são disseminados no meio social. Já a segunda ruptura epistemológica diz respeito à transformação do conhecimento científico em senso comum, em uma situação pragmática, utilitarista e finalista, e acontece a partir de uma reflexão sobre a metodologia. A ciência deve ter uma serventia e só assim passará a ser senso comum. Este momento é o da ruptura com a primeira ruptura epistemológica, em que o novo conhecimento não deve se confrontar com o senso comum, mas sim enriquecê-lo, mudá-lo e, finalmente, passar a sê-lo.

Para essa transformação acontecer dentro da sociedade atual, o saber científico deve ser transmitido de alguma forma, destacando-se a popularização e a divulgação da ciência através dos meios de comunicação. Seja uma matéria ou reportagem jornalística, um programa documentário e, até mesmo, obras de ficção, o discurso científico está presente e conta com uma série de características que auxiliam na aceitação dele.

(...) numa sociedade em que a componente comunicacional torna-se cada dia mais evidente, simultaneamente como realidade e como problema, é certo que o aspecto de linguagem (*langagier*) adquire uma nova importância, que seria superficial reduzir à alternativa tradicional da palavra manipuladora ou da transmissão unilateral de mensagem, por um lado, ou da livre expressão ou do diálogo, por outro lado. (LYOTARD, 1988, p. 29).

Depois de situar a popularização da ciência em um determinado momento histórico e cultural, proponho a identificação das características dessa forma discursiva, principalmente aquela que diz respeito aos vocabulários específicos das ciências, no âmbito de constituírem referências e narrativas sobre o real, e o seu 'tratamento' para a divulgação posterior. Considero, então, haver uma linguagem comum utilizada na vida cotidiana e que serve para lidar com os mais diversos assuntos. É por meio dessa linguagem comum que os meios de comunicação traduzem os discursos especializados — como o da medicina, o do direito, o da economia, o da ciência — para a sociedade em geral que não tem domínio dos códigos particulares de cada uma das disciplinas do saber.

2.2 Ciência, mídia e linguagem

Antes de entrar na problemática da linguagem da divulgação científica, primeiro acredito ser importante trazer uma ideia de ciência aceita por pesquisadores de ciências sociais, inclusive na área da comunicação. Para isso, recorro à definição utilizada por Lucia Santaella (2001), que cita Pedro Demo quando define a ciência como um processo em constante mutação em uma realidade que sempre se transforma. Desse modo, Demo considera que a compreensão da realidade não fica esgotada por nenhuma teoria e deve ser baseada em um questionamento constante em cima dessa realidade volúvel, o que significa que a ciência não deve ser vista como um conjunto de verdades definitivas. De forma bem simplificada, Santaella introduz uma divisão básica das ciências entre as “puras” e as “aplicadas”. Quando o objetivo é apenas conhecer o aspecto de uma realidade, sem a intenção de obter algum proveito específico, temos as ciências puras, como a Física, a Química e a Biologia. Já o outro grupo é formado pelas ciências voltadas à produção de conhecimento com o objetivo de determinadas aplicações e soluções de problemas práticos.

O desenvolvimento tecnológico proporcionado pela ciência do século XX elevou a importância e a influência do positivismo de Augusto Comte e o ideal de neutralidade das ciências. Mas, como Santaella destaca, outras epistemologias científicas também surgiram depois, como o neopositivismo, além de posicionamentos epistemológicos como o falsificacionismo de Karl Popper, o historicismo de Thomas Kuhn, o anarquismo de Paul Feyerabend e o refutacionismo de Imre Lakatos (2001, p. 108).

No dia a dia, usamos uma linguagem comum para tratar dos mais variados assuntos da vida, porém, apesar disso, existem os discursos especializados. Não é todo mundo que domina todos esses assuntos e, por isso, os meios de comunicação costumam usar uma linguagem comum para a tradução das interpretações da realidade a partir das diversas áreas do conhecimento. Para ter uma adesão de público, os temas da divulgação científica devem despertar a curiosidade do indivíduo. Baseando-se em Berger & Luckmann (2004), isso só se concretiza se o assunto estiver próximo à zona de vida cotidiana dele. Trata-se do local seguro, conhecido, em que ele domina o vocabulário e compreende os signos. Já os temas que não estão ligados diretamente ao mundo do indivíduo ocupam o que os autores denominam como a zona distante. Assim, o espectador, como no caso do objeto desta pesquisa, só vai se interessar por eles se houver um componente atrativo significativo. Para os autores, o indivíduo tem a vida cotidiana como base para a linguagem comum que vai objetivar as experiências e construir a realidade externa.

A atividade de popularização da ciência faz uso da linguagem comum para interpretar campos delimitados de significação, mas isso vem com o preço de provocar distorções da realidade a partir deles. Porém, essa convergência do conhecimento especializado para a linguagem comum, num movimento de tradução das experiências não-pertinentes à vida cotidiana, é geralmente efetivada por quem procura relatar os mundos de significação teóricos, estéticos ou religiosos, por exemplo.

O físico teórico diz-nos que seu conceito do espaço não pode ser transmitido por meios linguísticos, tal como o artista com relação ao significado de suas criações e o místico com relação a seus encontros com a divindade. Entretanto, todos estes – o sonhador, o físico, o artista e o místico - também vivem na realidade da vida cotidiana. Na verdade um de seus importantes problemas é interpretar a coexistência desta realidade com os enclaves de realidade em que se aventuram (BERGER & LUCKMANN, 2004, p. 43-44).

Se levarmos em conta a perspectiva de Martín-Barbero (1997), a mediação se refere às construções culturais. A trocas simbólicas com os meios de comunicação influenciam no comportamento dos sujeitos de acordo com o contexto que vivenciam, integrando um grupo ou um universo particular. A mediação compreende uma grande variedade de intersecções entre cultura, política e comunicação, além de operar,

durante a produção e a recepção, as apropriações, as recodificações e as ressignificações. Por esse viés, podemos compreender as mediações, inclusive as relacionadas à divulgação científica, como lugares no processo de comunicação que estão entre a produção e a recepção. É neste espaço de mediação, a partir dos meios de comunicação, que a cultura cotidiana se concretiza. Dessa forma, a popularização da ciência torna presente o discurso científico na zona próxima da vida dos indivíduos, operando trocas simbólicas de uma zona (próxima) à outra (distante), aumentando a presença e a influência desse discurso nos públicos de mídia.

A linguagem científica, apesar de situada dentro da cultura, está longe da compreensão pelo senso comum por causa da especialização dos códigos com os quais esse conhecimento é propagado. Além disso, a cultura científica quer se colocar superior à cultura geral e se firmar como o saber supremo. Germano (2011) questiona qual seria o sentido da prática da divulgação científica, identificada por ele como Popularização da Ciência e Tecnologia (PopC&T), em uma sociedade que vivencia as evoluções tecnológicas e produz “um discurso articulado a partir de uma linguagem tão hermética e específica que cria dificuldades até mesmo para os seus principais interlocutores (os cientistas)” (GERMANO, 2011, p. 27). Para o autor, há indícios do surgimento de um novo paradigma científico, no qual é necessária uma nova compreensão do senso comum, e que associamos aqui à linguagem comum da zona da vida cotidiana. A partir da fragmentação do conhecimento e da superespecialização das disciplinas, os pesquisadores de determinada área recorrem a um vocabulário compartilhado pela comunidade científica que utiliza códigos específicos.

Assim, tanto no que se refere à codificação particular da linguagem como no que diz respeito ao controle e privatização inerentes aos interesses econômicos, o conhecimento científico sempre esteve e, certamente continuará, envolvido com a antiga e inevitável questão do poder. (GERMANO, 2011, p. 28)

A linguagem da popularização da ciência pode ser compreendida como um ponto de interseção ou congruência entre o discurso científico e o discurso midiático, que utiliza a linguagem comum. A racionalidade é uma das marcas da ciência e que a caracteriza como uma forma de compreender a realidade. A noção de ciência é herdada da Grécia Antiga, sendo concebida a partir do racionalismo (subjetivista e idealista; privilegia o sujeito) e do empirismo (objetivista e naturalista; prioriza o objeto). Dessa forma,

adota-se a comprovação dos enunciados por meio da demonstração e da experiência, aliada à descrição a partir da linguagem matemática, que está ligada à representação das coisas (CHAUÍ apud GERMANO) e tem correspondência na própria realidade. A reprodução de modelos experimentais simples foi a maneira que Galileu Galilei propôs para o estudo da natureza, por meio de uma espécie de falseamento da realidade porque, a partir desses modelos, era possível prosseguir na busca de um conhecimento mais elaborado e construído através da linguagem matemática, “única linguagem apropriada ao diálogo com a natureza” (GERMANO, 2011, p. 51).

Foi o rompimento com uma linguagem anterior, e o surgimento de uma outra, que caracteriza o início da ciência moderna, no século XVII, atrelada ao debate entre as visões científicas do empirismo e do racionalismo, em uma relação ambígua e contínua. As duas visões andam de mãos dadas, uma dando razão à outra, já que é necessário compreender o empirismo e aplicar o racionalismo. É essa relação que dará as bases para a nova maneira de argumentação da ciência moderna, a partir do raciocínio hipotético-dedutivo aliado à experimentação confirmada por uma representação matemática.

Apesar de opostas no que se referia ao processo de aquisição do conhecimento, o racionalismo e o empirismo concordavam em uma questão de fundo: o status de verdade atribuído ao conhecimento científico. Neste caso, o entrelaçamento das duas concepções em um único método – o *método científico* – irá conferir um importante status de certeza epistemológica à ciência moderna que passará a ser vista como uma representação verdadeira do objeto, uma radiografia fiel da realidade (GERMANO, 2011, p. 52).

A linguagem matemática, quando adotada para a compreensão da realidade, permite ao pesquisador conhecer muito mais do que é possível perceber pelos próprios sentidos. Além disso, com essa linguagem, os cientistas promovem uma empreitada pela precisão e quantificação dos fenômenos físicos, deixando de lado a percepção qualitativa que dominava a produção do conhecimento desde a antiguidade clássica até o século XIII. Como destaca Germano, é com Galileu que essa linguagem alcançará maior critério de verdade. O modelo da ciência moderna surge, então, no século XVI, mas seu ápice se dá no século XIX impulsionado pelo desenvolvimento tecnológico, e assume uma posição totalitária por se diferenciar das outras formas de saber e, também, por negar a elas a racionalidade, já que não utilizam os

procedimentos metodológicos científicos para gerar conhecimento (SANTOS apud GERMANO).

Como prática midiática, os produtos denominados dentro do escopo da popularização da ciência e tecnologia estão determinados não somente pelas possibilidades dos meios de comunicação, mas também pelas características do discurso científico. Afinal, a informação que circula a partir desse fenômeno precisa encontrar alguma base nas teorias, nas pesquisas e no que uma determinada comunidade científica compreende como verdade. Então, a linguagem utilizada na divulgação científica, como é o caso da minissérie “*The Elegant Universe*”, analisada nesta pesquisa, depende não apenas da maneira como um produto midiático é construído, mas também de como funciona o caráter de verdade da ciência para que encontre na audiência interlocutores nos quais os enunciados possam ter aderência e sejam reconhecidos como legítimos.

Um ponto destacado por Germano (2011) é o da falta de acesso à informação científica em uma “sociedade da informação”, revelando uma situação paradoxal em que a maior parte dos indivíduos presentes nela não entram em contato com os procedimentos pelos quais a verdade científica é alcançada. Por isso, parte do princípio de que as estratégias de popularização de ciência e tecnologia são também, na verdade, importantes iniciativas para realizar a inclusão social. O conteúdo e a orientação dessa produção midiática estão atrelados a uma série de interesses políticos, econômicos e ideológicos que modificam a forma com que a pesquisa científica é produzida, aceita, difundida e popularizada na sociedade.

Desenvolvendo um pensamento semelhante, Caribé (2011) busca na publicação de John Bernal a afirmativa de que a ciência influencia fortemente tanto o pensamento quanto a ação humana, além das práticas filosóficas, políticas, religiosas e artísticas. As ideias científicas dependem, assim, da sociedade em que são desenvolvidas, da estrutura intelectual e das relações entre os indivíduos, acrescidas do histórico de conhecimentos que foram descobertos e divulgados anteriormente no interior dessa sociedade, mas que foram transformados com o tempo. Nesse caso, a evolução da ciência teve de contar com condições políticas e econômicas “particularmente favoráveis ao progresso da ciência, ao apresentar problemas e recompensar soluções

úteis” (CARIBÉ, 2011, p. 59). Edgar Morin (apud CARIBÉ) também destaca as questões políticas e econômicas pelas quais a ciência é controlada enquanto se firma como uma instituição poderosa. Apesar disso, tanto o capital quanto o Estado fazem uso da ciência como forma de poder, sem se guiar exclusivamente pelo “espírito científico” para tomar as decisões sobre o seu rumo.

Os diferentes discursos que compõem a ciência são assinalados por Greimas (1976), que caracteriza o estatuto semiótico do discurso científico como um todo. Na compreensão Greimas, é preciso levar em consideração os modos específicos da manifestação do discurso, as condições da produção desse discurso e os critérios que o distinguem de outras formas de saber. O autor propõe a representação da ciência como processo ligado a um “fazer científico”, que se manifesta no discurso “graças às conotações sociolinguísticas de “cientificidade” de que são dotados.

(...) nosso reconhecimento dos processos pelos quais ele [sujeito do discurso] organiza o discurso, só é possível de duas maneiras: seja por aquilo que o sujeito, explicitando-se nos discursos que produz, nos faz saber de si mesmo (de maneira parcial e frequentemente mentirosa); seja por pressuposições lógicas que podemos postular, a partir dos discursos realizados, quanto às condições de sua existência e de sua produção (GREIMAS, 1976, p. 5-6).

O entendimento do discurso científico passa pelo exame de três estatutos específicos. Greimas os denomina como discurso taxinômico, discurso veridictório e discurso referencial. No discurso taxinômico, a linguagem lógica adquire um estatuto sintático que organiza o discurso da racionalidade para manipular uma interpretação do significado (semântica) presente na forma de nomes próprios. Pode ser compreendido como a criação e utilização de conceitos pelas diversas ciências. Já a modalização veridictória está essencialmente ligada à atividade do sujeito do discurso. A verdade é definida como relação com a coerência interna (isotopia) e a adequação da linguagem à realidade que ela descreve. Por fim, no discurso referencial temos a anáfora do sujeito discursante, quando o discurso remete a si próprio. No caso do discurso científico, ele sempre se referencia a si mesmo, seja para reafirmá-lo ou questioná-lo.

2.3 Popularização da ciência, comunicação e entretenimento

Parece não haver consenso sobre o primeiro produto de popularização de ciência, mas, certamente, podemos chegar a obras dos séculos XV e XVI voltadas a um pequeno público letrado de classes mais abastadas. Um exemplo seria o *Fascículo de Medicina* (CARIBÉ, 2011), que ganhou versões em latim, espanhol e italiano. Contendo textos universitários e ilustrações da anatomia humana, publicações desse tipo ajudaram a criar um público para a informação científica. Já nos primórdios da atividade de divulgação, a criatividade era uma característica marcante, como na então polêmica obra “*Diálogos Sobre Os Dois Máximos Sistemas do Mundo, Ptolomaico e Copernicano*”, que garantiu a Galileu seu processo no tribunal da Santa Inquisição e ficou proibida pela Igreja Católica Romana até 1822. Nela, o cientista apela para a sátira ao colocar no enredo diálogos entre três personagens, incluindo uma referência ao Papa Urbano VII que defendia o modelo aristotélico-ptolomaico (geocentrismo), ao passo que Galileu defendia o sistema copernicano (heliocentrismo).

Os livros científicos ganharam público e ficaram conhecidos. A invenção da prensa móvel por Johannes Gutenberg (século XV) permitiu a organização e a propagação de diversos conteúdos, antes disponíveis apenas a elites intelectuais e grupos específicos, para uma audiência mais ampla, já sendo possível identificar uma preocupação com a questão de simplificar a linguagem (CARIBÉ, 2011, p. 78). Porém, teria sido com a ciência moderna, a ciência experimental separada da filosofia e das humanidades, que a comunicação de ciência pode ter definido boa parte de suas estratégias.

O nascimento da ciência moderna influenciou o pensamento iluminista que, por sua vez, determinou esse conhecimento matematizado como modelo epistemológico a ser seguido para alcançar progresso econômico, político e social. Os ideais dessa época encontravam terreno fértil na recente classe média urbana europeia do século XVIII, para quem também se destinavam as obras de divulgação de célebres intelectuais.

Havia uma preocupação entre os eruditos em obter o reconhecimento de seus trabalhos e seus resultados, bem como a legitimidade da ciência em geral, em um mundo em que a influência da religião era marcante. Para isso, os eruditos eram forçados a escrever seus textos de maneira que os tornassem acessíveis ao maior número de pessoas não especialistas (CARIBÉ, 2011, p. 79).

Também as revistas e as sociedades científicas começam a surgir a partir do século XVII na Inglaterra, contando inclusive com patrocínio da realeza. Meadows (1999) menciona o período de governo parlamentar e guerra civil - que durou pouco menos de duas décadas, encerrando-se em 1660 com a restauração da monarquia - como o momento em que grupos pequenos se reuniam em debates filosóficos e evitavam, devido à situação conturbada, entrar em polêmicas envolvendo assuntos políticos e teológicos. Após o restabelecimento da ordem, os encontros passaram a ser mais regulares e oficiais e, em 1662, foi fundada a Royal Society, nomeada de tal forma por causa do apoio do Rei Carlos II (MEADOWS, 1999, p. 5). A organização foi fortemente inspirada nas ideias de Francis Bacon a respeito do que seria uma instituição de pesquisa e quais suas atividades. Entre elas, estavam o envio de membros da sociedade a outros países para informar os intelectuais britânicos sobre novas descobertas, assim como a coleta e análise de publicações feitas em várias partes do mundo.

É fruto da Royal Society a publicação precursora das modernas revistas científicas: as *Philosophical Transactions*, de 1665. Inspirado no primeiro número de uma revista francesa voltada a intelectuais (*Journal de Sçavans*), o periódico era preparado por Henry Oldenburg, presidente da sociedade, poliglota, alemão radicado na Inglaterra que atuava como um verdadeiro centro de informações acerca de pesquisas e descobertas e tinha correspondentes em diferentes partes do país e do mundo. O nascimento das revistas foi amparado pela necessidade criada por um crescente público interessado em novas realizações, assim como pelo objetivo, por parte de seus produtores, de obter lucro com o material. Além disso, foi grande o impacto delas na comunicação científica, formalizando o processo e tornando a informação disponível para um público maior e por um grande período de tempo, ao contrário da comunicação informal que é efêmera e destinada a poucas pessoas (MEADOWS, 1999, p. 7). Também ficou mais evidente a preocupação com a eficiência da comunicação.

O físico inglês Isaac Newton, em 1687, publicou "*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*", com o desenvolvimento de uma matemática complexa para explicar o movimento dos corpos no espaço e no tempo e a postulação de uma lei da gravitação

universal em que a massa e a distância dos corpos no universo determinam a intensidade da força de atração entre eles. Pode ser considerada “a obra mais importante já editada nas ciências físicas” (HAWKING, 2015, p. 15). Escrito em latim e com uma linguagem matemática muito específica e complexa, o trabalho alcançou ambientes mais amplos em sua versão simplificada.

O trabalho, que teria um impacto revolucionário posteriormente, quase não foi publicado devido a desentendimentos de Newton com o também inglês Robert Hooke, curador de experimentos da Royal Society e nome importante da chamada Revolução Científica. A Hooke são atribuídos o uso do microscópio composto criado por ele para observar células, pela primeira vez, em uma rolha de cortiça, a derivação da lei da elasticidade em molas (lei de Hooke) e o aperfeiçoamento da bomba de ar. Apesar de inventivo e habilidoso, também se envolveu em polêmicas, acusando Newton de plágio por ter publicado a “*Nova teoria sobre luz e cores*” nas *Philosophical Transactions*, em 1672, uma nova explicação sobre a decomposição da luz branca em um prisma de vidro. Hooke reivindicou a descoberta, o que deixou Newton aborrecido e recluso, recusando-se a se comunicar e a compartilhar suas ideias no receio de ter de enfrentar uma nova acusação (COSMOS, 2014).

Não fosse o esforço do astrônomo Edmond Halley, célebre por ter calculado o tempo de passagem do cometa de 1696, que depois recebera seu nome, talvez *Principia Mathematica* nunca tivesse sido divulgado. Inspirado em um debate entre intelectuais acerca do comportamento dos corpos celestes, Halley levou a Newton o problema após Hooke ter prometido e falhado em descobrir uma lei matemática para descrever o movimento dos astros. Algum tempo depois, chegava pelo correio o manuscrito que daria origem a uma das publicações científicas mais influentes. “*Cosmos: A Spacetime Odyssey*” aborda a dificuldade em se lançar o trabalho de Newton pela falta de recursos da Royal Society, que havia gastado todo o orçamento na impressão em outra obra que não gerou o volume de vendas esperado. Além de ficar responsável por editar, Halley também resolveu arcar com os custos do livro de Newton. Após a morte de Hooke, em 1703, o físico inglês assumiu a presidência da Royal Society devido ao impacto de seus estudos. Como forma de se vingar, teria dado fim a todos os retratos de Hooke, deixando a imagem do cientista desconhecida para sempre.

Esse momento inicial da ciência moderna já esclarecia duas características importantes da comunidade científica: o compartilhamento de conhecimento escrito buscando o reconhecimento entre pares e a disputa pela autoridade do discurso científico. As correspondências entre cientistas e as publicações pioneiras, como as situações mencionadas anteriormente, foram fundamentais para definir o modelo de artigo científico utilizado até hoje nas diversas disciplinas científicas. Atualmente, os artigos se diferenciam dos livros na maneira em que são intitulados, sendo esses mais curtos e genéricos e aqueles mais detalhados e extensos. Mas, nos primeiros momentos da ciência moderna, os artigos recebiam nomes muito menos eficientes, de acordo com Meadows (1999). As maneiras de comunicar ciência são influenciadas tanto pelas necessidades de quem produz o resultado da pesquisa em garantir sua aceitação, como pelas possibilidades midiáticas a que pode recorrer. A mídia impressa foi só o começo e as iniciativas de popularização da ciência alcançaram também, no século XX, o rádio, o cinema e a televisão. Os novos meios de comunicação dessa época tornavam a transmissão de informação mais rápida e acessível a uma audiência muito maior (CARIBÉ, 2011).

Mas nem toda divulgação feita por cientistas dependia de uma mídia de massa. Um exemplo disso foi o trabalho de Michael Faraday no lançamento das *Christmas Lectures*, promovidas pela Royal Institution desde 1825, que passaram a ser transmitidas em 1936 pela British Broadcasting Corporation (BBC), a rede de rádio e televisão pública do Reino Unido. Segundo o *site* oficial³, as palestras anuais eram produzidas com atenção especial para o público jovem e surgiram em um momento em que “havia muito pouca educação organizada para jovens, especialmente na ciência”. A instituição informa que ofertava palestras com assuntos científicos desde 1800 voltadas, principalmente, aos adultos interessados. Faraday pode ter se inspirado em uma apresentação do britânico Humphry Davy com a eletricidade produzida por uma bateria química, tendo feito anotações precisas da palestra e entregue a ele numa encadernação (COSMOS, 2014).

O próprio Faraday ministrou as *Christmas Lectures* em 19 ocasiões, abordando basicamente assuntos relacionados à química e à eletricidade. Ele encantava a

³ **CHRISTMAS Lectures.** Royal Institution. Disponível em: <<https://www.rigb.org/christmas-lectures>>. Acesso em: 6 ago. 2019.

audiência com demonstrações da queima de pólvora pelo contato com energia elétrica e do acendimento de gás apenas pelo toque do próprio dedo enquanto o corpo recebia uma corrente elétrica. Como cientista, os trabalhos mais relevantes incluem as descobertas das rotações e da indução eletromagnéticas, as leis da eletrólise, o efeito magneto-óptico e a teoria de campo do eletromagnetismo. O legado dele ainda está presente no nosso cotidiano, não apenas em todos equipamentos que ele inventou, como motor elétrico, transformador, gerador, que entrariam nas casas, fábricas, escolas, indústrias, enfim, em qualquer lugar em que se use eletricidade. A atividade da divulgação científica por cientistas foi muito influenciada pelas *Christmas Lectures*, que começaram também a ser publicadas em livros e ampliaram a audiência das palestras. Desde 1936, elas são transmitidas pela televisão e já foram ministradas por nomes ilustres do meio científico como o astrônomo Robert Stawell Ball (1900), os biólogos Julian Huxley (1937), Desmond Morris (1964) e Richard Dawkins (1991), o químico George Porter (1969), o naturalista David Attenborough (1973), o astrofísico Carl Sagan (1977) e a neurocientista Susan Greenfield (1994).

Podemos perceber, então, que a preocupação em adequar o conteúdo para transmissão de informações científicas ao público leigo foi levada também para os veículos de comunicação de massa. Na televisão, isso foi potencializado pelo uso de imagens em movimento, recurso indisponível no impresso e no rádio. Para Bourdieu, a importância da televisão se dá pela capacidade dessa mídia em atingir “todo mundo”, e artistas, escritores e cientistas devem, sim, de forma crítica, fazer uso dela para levar conhecimento ao público como uma maneira de dar um retorno à sociedade. “Há uma missão dos pesquisadores, dos cientistas em particular [...], que é a de restituir a todos as contribuições da pesquisa” (BOURDIEU, 1997, p. 18). Em relação à função, a televisão não teria, para alguns, a missão de educar, ainda que objetive à atualização do conhecimento da audiência com representações dinâmicas (CARIBÉ, 2011, p. 138). Porém, há quem reserve à televisão o papel de educar massivamente a sociedade para torná-la mais igualitária (TAVARES & REZENDE [org.], 2014, p. 62).

Considerando a popularização da ciência na televisão, os canais a cabo seriam os responsáveis por consolidar o modelo de divulgar os conteúdos e podemos buscar as raízes dele no documentário clássico e no jornalismo. Denise Tavares (in TAVARES

& REZENDE [org.]) localiza o nome de John Grierson como líder da escola documentarista inglesa, na década de 1930, que se inspirou nas técnicas do cinema americano, com seu potencial de estimular a imaginação, para desenvolver a ideia de levar à população o conhecimento científico necessário à compreensão do mundo industrial moderno. O estilo de produzir geralmente contava, na sua estrutura, com locução do narrador, montagem rítmica com drama e suspense, concepção naturalista do mundo e a conexão entre casos específicos e aspectos sociais. A influência em produções atuais é nítida, porém, segundo a autora, os programas recentes utilizam múltiplas vozes em entrevistas, depoimentos e dramatizações. As características citadas acima estariam presentes em produções de emissoras como BBC, History Channel, Animal Planet e National Geographic, por exemplo. Mas também influenciariam produções televisivas de vários países e em línguas diversas.

Estes e outros canais, públicos e privados, produzem uma diversidade de programas, cada um com seu leque abordagem, apesar de ter a ciência como assunto principal. E alguns deles conseguem atrair uma audiência considerável e figurar entre as atrações mais procuradas pelos espectadores, como nos exemplos a seguir. A “*BBC Horizon*” é uma série que vai ao ar desde 1964 pela BBC e apresenta, em cada episódio, um produto similar a uma reportagem, com entrevistas de especialistas, com uma ou mais abordagens sobre algum tema científico ou filosófico específico, envolvendo assuntos que vão desde saúde e comportamento até Cosmologia, Arqueologia e outros, sem haver uma relação obrigatória com o tema de qualquer outro episódio. O modelo de programa é similar ao proposto pela série “*Through The Wormhole*”, do *Science Channel*, produzida e exibida desde 2010, com a principal diferença desta última ter a figura do apresentador (Morgan Freeman, no caso), enquanto a outra utiliza-se geralmente apenas de uma narração combinada às imagens. Por último, “*Cosmos: A Spacetime Odyssey*”, exibida pela Fox e pela National Geographic, é uma continuação da série de 1980, “*Cosmos*”, de autoria do renomado Carl Sagan. Apresentada pelo astrofísico Neil deGrasse Tyson, este novo programa de televisão percorre a saga e a forma como foram descobertas as leis da natureza que conhecemos e como a ciência nos permitiu definir as nossas coordenadas no espaço e no tempo. A série retrata algumas histórias de conquistas científicas e do conhecimento em geral, ilustrando também lugares distantes e

desconhecidos do universo numa visão do cosmos na sua maior e na menor escala, das galáxias às partículas subatômicas.

Tais produções, para realizar seus propósitos, valem-se de intenso uso de trucagens e encontram na manipulação digital um caminho fértil para os objetivos das reconstituições que costumam acionar, em função da sua lógica didático-ilustrativa. São efeitos que buscam, como no Jornalismo, oferecer imagens verossímeis de acordo com o discurso da verdade, fundamental para a garantia da credibilidade narrativa e educativa. E que não negam sua relação com o entretenimento, situação que, para muitos pesquisadores, tem significado um novo patamar para o documentário científico na televisão (TAVARES, 2014, p.63-64).

Texto e imagem em movimento favorecem o consumo dos discursos com a finalidade de atingir um público variado por meio da programação da televisão. Nessa mídia, até mesmo a popularização da ciência é tratada como curiosidade, como *fait-divers* no jargão jornalístico. É necessário todo um esforço da produção para fazer a audiência se interessar e acreditar naquela informação, ainda mais quando se trata de assuntos complexos e difíceis de serem demonstrados ao público leigo apenas pela oratória. Moléculas, quarks, buracos negros, Mecânica Quântica, Relatividade Geral, enfim, são temas muito relevantes para a comunidade científica atual que são apresentados na televisão. Segundo Siqueira (1999), existe um paradoxo na divulgação de ciência na mídia de massa pela maneira em que o conteúdo é tratado, fazendo-o de forma espetacularizada, “como “ficção científica”, diminuindo a credibilidade do conhecimento divulgado” (p. 53). Ela também destaca a “tradução” de conceitos científicos, muitas vezes complexos, em linguagem audiovisual, trazendo assim os saberes científicos para o terreno do conhecimento comum a todos os membros da sociedade e fazendo uma ponte entre o desconhecido e o que já é familiar, “aproximando a esfera da racionalidade (ciência) da esfera do simbólico (mito)”.

Enquanto, por muito tempo, foi possível comprovar a ciência por meio da observação de fenômenos naturais e de experiências facilmente reproduzíveis, hoje, para o “homem médio” (categoria à qual se refere Edgar Morin), é preciso “acreditar” em uma teoria do caos, em fractais e em moléculas invisíveis (SIQUEIRA, 1999, p. 53).

Os cientistas e divulgadores de ciência têm agora um novo desafio que é o de se adequar ao ambiente da nova mídia, da internet, das redes sociais; de entender a linguagem nesse novo ambiente, o burburinho gerado na rede; de aprender a lidar

com diversos graus de conhecimento e desconhecimento da audiência proporcionada pela nova mídia. Além disso, a internet possibilita, a quem possui meios de acessá-la e produzir conteúdo para ser posto em circulação, o intercâmbio de imagens, textos, vídeos e áudios, permitindo ainda que as publicações sejam imediatas e frequentes. Pode parecer que a atividade de popularização da ciência no espaço virtual exija praticamente uma formação multimídia a quem se aventure nela. Nesse ponto, acredito que a experiência com a linguagem audiovisual seria suficiente para o comunicador se iniciar na divulgação científica para um público amplo e majoritariamente leigo no assunto. Amancio (2016) destaca como consequência da comunicação científica na sociedade em rede o *online-buzz*, o burburinho, que “amplia eficientemente os canais comunicativos” (p. 17).

A experiência do cientista em comunicar ciência costuma se restringir aos congressos, seminários e encontros voltados a uma área específica, em que os participantes apresentam os resultados das pesquisas e têm acesso a outros trabalhos do segmento em que atua. Mesmo sendo transmitido a quem comunga os mesmos códigos, o conteúdo precisa ser trabalhado para convencer os pares de que o conhecimento gerado tem validade e relevância. Podemos, então, buscar no modelo de apresentação das conferências uma ideia de como o pesquisador pode planejar um produto de popularização que dependa do apelo imagético. Conforme Valiela (2001), até palestrantes experientes ficam apreensivos diante da iminência da apresentação oral. Então, pontua que uma boa conferência se trata de um teatro e que, apesar de se organizar geralmente como o familiar artigo científico (introdução, métodos, resultado, discussão), precisa de ajustes para a defesa pública.

O que faz um teatro de sucesso? Uma boa história, para iniciantes. Simplesmente apresentar uma miscelânea de resultados, mesmo excelentes resultados, raramente capta a imaginação ou o interesse de um público. Uma história científica cativante mostra as relações entre as partes de nossos resultados, bem como entre o conhecimento atual e os novos resultados, e transmite como as novas informações avançam em nossas percepções e afetam o trabalho futuro (VALIELA, 2001, p. 147, tradução nossa)⁴.

⁴ “What makes a succesful theater? A good story line, for starters. Merely presenting a miscellany of results, even outstanding results, seldom captures an audience's imagination or interest. A captivating scientific story shows relationships among the parts of our results, as well as between current knowledge and the new results, and conveys how the new information advances our insights and affects future work.”

Deve-se levar em consideração a acessibilidade da informação transmitida para manter a atenção da audiência para a qual se dirige o discurso; ter em mente a bagagem cultural de quem assiste uma apresentação para definir como será feita a abordagem do tema, o que tratar em cada parte do discurso, a quantidade de vocabulário específico que pode ser usada e os detalhes que podem ou não ser incluídos na sequência lógica da apresentação. Comunicar a ciência é uma tarefa árdua e que exige preparação, independentemente do público para o qual é direcionada. Por isso, Valiela considera que apenas uma pequena quantidade de pesquisadores são mais articulados e conseguem ser convincentes, mesmo sem apresentar dados, quando abordam aspectos da disciplina em que atuam ou reportam-se a uma audiência leiga no assunto.

De modo geral, quem divulga ciência deve ter uma série de preocupações caso queira produzir um conteúdo para uma comunicação eficaz. Não se trata apenas de levar em conta o conhecimento a ser transmitido, mas também a linguagem que será usada para interpretar os campos restritos de conhecimento. E essa linguagem depende também da mídia escolhida para se trabalhar. Mesmo assim, não há garantias de que a ação terá o efeito esperado, que é a aceitação do discurso elaborado. Podem haver inúmeros motivos para dificultar essa empreitada como, por exemplo, a falta de interesse do interlocutor (dependendo da audiência), o nível de especialidade pelo qual é tratado o tema com jargões e termos técnicos, a própria negação do conhecimento gerado pela ciência e o acesso do público ao produto de popularização.

3 TROCAS LINGUÍSTICAS E EFICÁCIA DOS DISCURSOS

Apesar de o discurso científico ter se tornado praticamente sinônimo de verdade no período moderno, devido a avanços tecnológicos, principalmente, a desconfiança em relação à ciência parece ter crescido, nos últimos anos, se observarmos a existência de manifestações contrárias a essa forma de conhecimento que surgem, especialmente, na internet. Não é difícil encontrar vídeos na plataforma Youtube ou postagens nas redes sociais que questionam ideias tradicionais e consolidadas pela ciência como as referentes ao aquecimento global, ao modelo esférico (ou geóide) do planeta Terra ou à eficácia da vacinação, por exemplo. Curiosamente, mesmo que os argumentos tenham o objetivo de invalidar o conhecimento científico estabelecido, a linguagem utilizada por seus defensores pode carregar, em parte, traços do discurso científico para demonstrar seus pontos de vista e criar uma lógica interna passível de ser apreciada por alguns interlocutores.

De fato, o ciberespaço se tornou uma arena na qual é possível expressar opiniões, acessar e gerar informações, se conectar a pessoas de diversos lugares e diferentes culturas. Porém, qualquer pessoa, a princípio, pode ter à sua disposição as ferramentas necessárias para produzir um discurso sobre qualquer assunto e comunicá-lo a alguma audiência, sem ter a preocupação de comprová-lo, correndo o risco (positivo para o emissor) de ter sua sentença aceita como verdade. Dessa forma, indivíduos podem desenvolver ideias em comum, encontrar um terreno fértil para se estabelecer em grupos e compartilhar posicionamentos, mesmo havendo situações em que suas ideias sejam questionadas por raciocínios contrários que põem em cheque a validade da informação.

Apesar de haver uma comunidade científica numerosa e potencialmente preparada para defender a compreensão da realidade pela ciência, discursos anticientíficos e pseudocientíficos ganharam adeptos, repercussão midiática e, inclusive, força política. Uma ilustração desse cenário está presente do documentário “*A Terra é Plana*”, lançado em 2018 pelo *site* de *streaming* Netflix. Os terraplanistas, como são chamados os defensores atuais do modelo plano para o mundo, desprezam as teorias da gravidade, as descobertas astronômicas, a atuação de cientistas e a organização do sistema de educação que prioriza o conhecimento científico. A produção

audiovisual, ao invés de ridicularizar quem adere a essas ideias, busca compreender os motivos pelo quais há pessoas que se esforçam em provar que o planeta é, na verdade, achatado. Geralmente, esses indivíduos também acreditam em outras “teorias” consideradas conspiratórias, como a que afirma que nenhum ser humano jamais chegou à Lua ou que fósseis de dinossauros e outras espécies extintas são forjados para justificar a Teoria da Seleção Natural de Charles Darwin não aceita por eles.

“Cientista tem mais o que fazer. A gente tem projeto para escrever e pedir financiamento; tem artigo *pra* publicar”, ironizou a bióloga brasileira Natalia Pasternak Taschner durante sua apresentação para o Ted Talks junto à Universidade de São Paulo em que critica a falta de posicionamento da comunidade científica diante da difusão de informações anticientíficas moldadas, paradoxalmente, pela influência da linguagem científica. Na publicidade, ela comenta sobre propagandas de xampus que afirmam que o produto atua direto no código genético (DNA) do cabelo humano, alterando-o por DNA vegetal e trazendo um melhor resultado estético. Porém, além da impossibilidade do xampu funcionar dessa forma, ressaltando o uso indevido de uma argumentação pretensamente científica, ela destaca que qualquer coisa mutagênica seria perigosa e poderia causar até câncer. Para ela, os cientistas preferiram se silenciar, nesta e em outras ocasiões, pela falta de tempo, devido às obrigações acadêmicas, em vez de conversarem com a sociedade por considerarem inofensivas essas manifestações, citando também o boato de que bananas com manchas escuras podem curar o câncer e o sucesso das dietas de desintoxicação.

Os pesquisadores, continua ela durante a conferência, começaram a ficar alertas quando terapias alternativas, sem comprovação científica, passaram a ser ofertadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) ou, até mesmo, tiveram projetos financiados por agências de fomento, como a homeopatia, acupuntura, aromaterapia, florais, entre outras, todas pagas com recursos públicos advindos de impostos. Soma-se a isso o ocorrido no Instituto Royal, em 2013, único laboratório no Brasil voltado à pesquisa de medicamentos em cobaias não roedores, que foi invadido e depredado por ativistas do direito dos animais “que não sabem que para cada aspirina que eles tomaram na vida mil ratos morreram”. Finalmente, Pasternak discorre sobre a comoção popular acerca da possibilidade da fosfoetanolamina curar vários tipos de câncer, o que

sensibilizou a opinião pública e resultou no gasto de R\$ 10 milhões em pesquisas financiadas com recursos públicos para comprovar sua eficácia, pulando etapas obrigatórias de experiências em animais, mas sem sucesso até o momento⁵, caso que chegou ao Supremo Tribunal Federal e teve suspensa a lei que autorizava a distribuição. Durante 20 anos, a substância foi produzida por um químico do *campus* de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP) e repassada a pessoas com a doença. “O cientista que vendia sonhos era muito mais interessante do que qualquer tentativa que nós possamos fazer de vender a realidade”, considera a bióloga, enfatizando que a população preferiu acreditar em quem soube se comunicar, trazendo esperança para enfermos e familiares, por tratar com simplicidade um problema complexo.

A preocupação de Natalia Pasternak é de que a comunidade científica tenha sido acometida pela Síndrome de Cassandra, já que os pesquisadores parecem não possuir mais credibilidade e reconhecimento da sociedade, principalmente devido à falta de diálogo com a população que não está acostumada a ouvir os cientistas. Essa responsabilidade social também é destacada em “*A Terra é Plana*”, durante um evento de astronomia documentado pela produção em que o físico Lamar Glover, da Universidade do Estado da Califórnia (CSU), chama a atenção para a falta de empatia dos especialistas quando ridicularizam os terraplanistas, ao passo que estes seriam úteis para o desenvolvimento da ciência. O ápice do documentário é, na verdade, um alerta para a comunidade científica de que é preciso conversar com os indivíduos que desprezam a ciência e suas descobertas sem medir forças para mostrar quem sabe mais ou é mais autorizado a falar sobre um determinado assunto; é preciso conhecer seus argumentos e trabalhar juntos na construção do conhecimento.

Conspiracionistas, terraplanistas, antivacinação... Quando deixamos pessoas para trás, mentes inteligentes perdem a voz e se estagnam. São cientistas potenciais que deram errado. A inquisitividade natural e rejeição das normas seriam benéficas para a ciência, se eles tivessem conhecimento. [...] Os terraplanistas não devem ser desprezados, e sim tratados como cientistas em potencial; alguém que se desviou. Nós, como embaixadores da ciência, devemos ser melhores. Cientistas, com graus diferentes de profissionalismo, pensem em ser

⁵ JORNAL DA USP. **Fosfoetanolamina não é eficiente contra o câncer em pessoas**. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/fosfoetanolamina-nao-e-eficiente-contra-o-cancer-em-pessoas/>>. Acesso em: 5 jun. 2019.

mentores de pessoas que venham para a ciência de lugares não tradicionais (A TERRA, 2018, 72'24").

O apelo do físico é compreensível em um momento no qual as desconfianças ao conhecimento científico podem gerar prejuízos ao desenvolvimento da ciência, já que parece ser possível que ideias anticientíficas e pseudocientíficas mobilizem parte da sociedade a agir contra os pesquisadores e instituições, seja na emissão de opiniões contrárias ao resultado de estudos, no apoio a uma agenda política de cortes no financiamento de pesquisas, ou na difusão de um discurso que negue todos os aspectos da ciência e atribua a ela um caráter conspiracionista de encobrimento da realidade, tornando-a uma barreira a ser superada por quem não aceita suas explicações mesmo sem ter condições de realizar o percurso investigativo característico de uma ou várias disciplinas. Um dos motivos para essa situação pode ser a pouca noção que a população em geral teria do que é produzido e estudado em universidades, institutos e centros de pesquisa, museus, laboratórios e outros espaços voltados ao campo. Isso já torna a popularização de ciência e tecnologia uma atividade de extrema importância para a comunidade científica garantir seu prestígio em ser ouvida para explicar os diversos aspectos da natureza e das relações sociais pelo viés científico. Mas o embate direto de ideias, como nos exemplos citados anteriormente, traz o reconhecimento da urgência a quem produz ciência de maneira profissional e institucionalizada em se posicionar na defesa dela.

Teriam os cientistas a competência necessária para enfrentar essa desconfiança crescente? Estariam eles muito envolvidos nos seus próprios campos de atuação, ao ponto de não conseguirem se comunicar com a sociedade, resguardando os resultados de seu trabalho intelectual apenas para seus pares?

3.1 Discurso competente e ideologia

Como já foi mencionado, a circulação de informação científica depende dos códigos específicos inerentes às disciplinas e indivíduos que manipulem esses códigos, podendo compreendê-los, referenciá-los, questioná-los e legitimá-los. A superespecialização do conhecimento necessita, então, de sujeitos que sejam capacitados, os *experts* que permitem que um enunciado seja produzido e

amplamente “consumido” como verdade por quem não domina um determinado campo do saber. Para entender essa relação, Chauí (2007) chama de discurso competente aquele que é instituído e que pode ser proferido e autorizado; está intrinsecamente envolvido com uma linguagem permitida, mas que é dependente da posição social do “porta-voz” do discurso, do conteúdo da mensagem, da circunstância em que se dá essa comunicação e dos interlocutores. Por essa relação discursiva, reconhece-se quem tem o direito de fala e o de escuta e qual é a forma que se pode ou deve falar. A institucionalização do discurso competente se dá graças à burocratização da sociedade atual, realizada a partir da ideia de organização.

Conforme um discurso ideológico é institucionalizado, ele pré-determina pensamento, linguagem e realidade para que sejam unificados e satisfaçam aos interesses de uma classe dominante. No caso do conhecimento científico, a competência discursiva está nas mãos dos pesquisadores, os detentores de um saber especializado e organizado de forma a poder gerar *performances* cada vez mais eficientes. A coerência ideológica de um discurso depende das lacunas que se formam no interior dele pela unificação do ser, do dizer e do pensar. “Porque jamais poderá dizer tudo até o fim, a ideologia é aquele discurso no qual os termos ausentes garantem a suposta veracidade daquilo que está explicitamente afirmado” (CHAUÍ, 2007, p. 16). A ideologia tem um caráter “pedagógico” que molda o conhecimento e a ação com base em um sistema organizado de representações e de normas.

A ideologia, forma específica do imaginário social moderno, é a maneira necessária pela qual os agentes sociais representam para si mesmos o *aparecer* social, econômico e político, de tal sorte que essa aparência (que não devemos simplesmente tomar como sinônimo de ilusão ou falsidade), por ser o modo imediato e abstrato de manifestação do processo histórico, é o ocultamento ou a dissimulação do real (CHAUÍ, 2007, p. 15).

Para Fiorin (1998), as manifestações discursivas são as representações materiais da ideologia. O autor também relaciona esse conceito com a aparência a partir da qual as ideias dominantes se constituem em uma sociedade. A ideologia é inerente ao social e dá razão à realidade, justificando-a. Apesar de vinculada à aparência do real, a essência da ordem social fica ocultada. Assim, as formações sociais possuem os níveis profundo, da essência, e superficial, da aparência. Essa dualidade é explicada a partir do entendimento de Karl Marx sobre o salário dos trabalhadores, em um

sistema capitalista, que aparenta ser um recurso justo para remunerar o trabalho numa troca entre indivíduos livres, mas que quando vemos as condições da produção percebemos que não há troca igualitária e os operários destinam horas da sua jornada para produzir um “sobrevvalor” que é apropriado pelo capitalista. A ideologia, então, é uma visão do mundo, uma forma de explicar a ordem social sob a ótica de uma classe que exerce algum tipo de domínio.

A esse conjunto de ideias, a essas representações que servem para justificar e explicar a ordem social, as condições de vida do homem e as relações que ele mantém com os outros homens é o que comumente se chama ideologia (FIORIN, 1998, p. 28).

De acordo com o que escreveu Marx & Engels (2001), os homens se distinguem dos animais porque produzem seus meios de existência e, conseqüentemente, sua própria vida material. A formação ontológica do ser humano dependerá da sua produção e da natureza dos meios de existência que estão disponíveis a ele, havendo um intercâmbio mais intenso entre os indivíduos quanto mais numerosas forem suas produções. Por estar intimamente ligada à atividade material, a linguagem da vida real se concretiza na própria produção de ideias, nas representações e na consciência, e está condicionada ao desenvolvimento e às relações das forças produtivas. Desse comportamento material, surgem as representações, o pensamento e o comércio intelectual.

Em outras palavras, não partimos do que os homens dizem, imaginam e representam, tampouco do que eles são nas palavras, no pensamento, na imaginação e na representação dos outros, para depois se chegar aos homens de carne e osso; mas partimos dos homens em sua atividade real, é a partir de seu processo de vida real que representamos também o desenvolvimento dos reflexos e das repercussões ideológicas desse processo vital.[...] Assim, a moral, a religião, a metafísica e todo o restante da ideologia, bem como as formas de consciência a elas correspondentes, perdem logo toda a aparência de autonomia (MARX & ENGELS, 2001, p. 19).

Ao conjunto de representações a partir das quais uma determinada classe social faz a leitura do mundo podemos chamar de formação ideológica. Como Fiorin aponta, essa visão do mundo está intrinsecamente vinculada à linguagem e, por isso, implica diretamente uma formação discursiva, “que é o conjunto de temas e de figuras que materializa uma dada visão do mundo” (1998, p. 32). Os sujeitos, então, assimilam as formações discursivas, desde o período de aprendizagem linguística, para construir

os seus discursos perante os acontecimentos vividos. Para cada formação ideológica, que impõe o que pensar, há uma formação discursiva, que determina o que dizer. Então, a linguagem passa por determinações sociais e também individuais, já que não a desvinculamos de suas especificidades nem da vida social, porque ela possui as dimensões determinadas no âmbito coletivo e também o nível autônomo do sujeito do discurso (FIORIN, 1998). A linguagem é tida como a consciência prática e real e que surge da necessidade criada pelas relações sociais (MARX & ENGELS, 2001). Essa consciência é um produto social dependente da existência humana, relacionada às impressões do meio sensível imediato e à interação entre os indivíduos.

O discurso competente está relacionado à atividade de locutores socialmente reconhecidos, de forma prévia, como aptos a proferir um discurso digno de ser falado e ouvido em situações também já previamente determinadas e que abarcam forma e conteúdo autorizados pelo campo que atribui a eles uma competência. “É aquele no qual a linguagem sofre uma restrição que poderia ser assim resumida: não é qualquer um que pode dizer a qualquer outro qualquer coisa em qualquer lugar e em qualquer circunstância (CHAUÍ, 2007, p. 19).” O discurso competente refere-se à burocratização das sociedades contemporâneas e à ideia de organização vinculada a elas, sendo reconhecido também como discurso do conhecimento. Essa organização é tratada como “existência em si e para si de uma racionalidade imanente ao social” manifesta de diversas formas, porém sempre da mesma maneira, da esfera de produção material à cultural. A ideologia, então, passa a ser um discurso anônimo e impessoal, baseado na pura racionalidade de fatos racionais, deixando de se fundar na transcendência de ideias e valores. O lugar de onde é proferido o discurso ideológico fica ocultado pelo racional inscrito no mundo, sendo que antes da burocratização era dirigido de cima para baixo. O fato de haver uma organização já é condição suficiente para se definir, previamente, as formas de ação e de cooperação que são permitidas.

O discurso da competência parte de algum ponto numa hierarquia, havendo então vários lugares numa organização que são, na verdade, postos autorizados para se falar a quem está abaixo nessa estrutura. Baseia-se na suposta realidade dos fatos e na eficácia dos meios de ação, estando também instituído e funcionando como dissimulação do real acobertada pela capa da cientificidade. Enquanto discurso do

conhecimento, para ter comprovada a eficácia e o prestígio, o discurso competente depende do grau de aceitação, de forma silenciosa e sem expressão formal, dos indivíduos enquanto incompetentes sociais e políticos, afirmando que eles devem deixar a condição de sujeitos para se tornarem objetos sociais.

Em uma palavra: o homem passa a relacionar-se com a vida, com seu corpo, com a natureza e com os demais seres humanos através de mil pequenos modelos científicos nos quais a dimensão propriamente humana da experiência desapareceu. Em seu lugar surgem milhares de artifícios mediadores e promotores de conhecimento que constroem cada um e todos a se submeterem à linguagem do especialista que detém os segredos da realidade vivida e que, indulgentemente, permite ao não-especialista a ilusão de participar do saber (CHAUI, 2007, p. 24).

Quanto mais os interlocutores assimilam o discurso, mais crentes eles se tornam de que são aptos a reconhecê-lo e a proferi-lo, criando a ilusão de que são sujeitos ao invés de objetos. Diante do discurso competente, o sujeito não aparece como submisso apenas pela ordem social instituída, mas especialmente pela absorção das regras apresentadas a ele para não ser visto como incompetente ou anormal.

A prática institucionalizada da produção científica confere ao cientista o reconhecimento social do domínio de um saber específico e, portanto, uma autoridade no assunto em que se aprofundou. A ciência possui todo um mecanismo de funcionamento e financiamento, pois envolve a trajetória acadêmica do pesquisador, a atuação dos órgãos de fomento à pesquisa, a formação de recursos humanos especializados, sendo isso uma condição para as diversas áreas do conhecimento científico. Um programa de popularização, como *"The Elegant Universe"*, coloca a ciência como a forma hegemônica de produção de conhecimento e o cientista como detentor desse saber, capaz de apresentar aos espectadores uma solução para um grande mistério: como funciona o universo. Apesar de a Teoria das Cordas, tratada nesse programa, não ter sua comprovação experimental, afirmativa constantemente repetida durante a minissérie, o uso da figura do cientista para explicá-la, tanto na apresentação do programa como nas entrevistas com os especialistas da área, dá credibilidade às argumentações a favor dessa visão cosmológica. O espectador, destituído dessa competência, fica refém da capacidade linguística de tradução desse conhecimento e pode não ter outra alternativa a não ser considerar a posição

defendida pelo programa, já que não possui mecanismos para contradizê-la. Sua fuga fica quase restrita ao desinteresse no conteúdo ou na maneira de sua distribuição.

Para compreender um fenômeno como esse, podemos recorrer à teoria sociológica da linguagem proposta por Bourdieu (2008) ao analisar a relação de comunicação enquanto trocas linguísticas entendidas como relações de força simbólica, levando em consideração tanto as condições do mercado linguístico quanto o *habitus* que determina o que se pode ou se deve falar. Nessa perspectiva, para o discurso ser validado pela audiência é necessário ter a competência do uso da língua legítima durante a situação específica com o mercado que apresente as condições socialmente aceitáveis.

Diferente dos teóricos marxistas, Bourdieu explicita uma aversão, segundo Catani et al., ao conceito de ideologia como construção da realidade, considerando um problema reconhecê-la como último fundamento da dominação social. Para o francês, a busca da realidade da ordem social deve ser feita, de forma lógica e racional, a partir da produção do *habitus* referente à socialização entre as pessoas (CATANI et al., 2017, p. 230). O conceito de ideologia, segundo Bourdieu, não leva em conta, por exemplo, a economia das instituições culturais, como o caso da indústria cultural em que agentes públicos ou privados acabam defendendo a língua legítima por meio dos jogos de concorrência que revelam seus interesses materiais e simbólicos investidos (BOURDIEU, 2001). A ideologia, então, para Bourdieu, seria um instrumento ineficiente para a descoberta e a investigação dos fatos por levar o pesquisador à impossibilidade de compreender as circunstâncias da dominação e as condições que podem levar a uma situação de revolta; preferindo o autor o uso do conceito de *habitus* em seu esquema teórico, que recobre alguns sentidos de ideologia, mas também amplia o entendimento das disposições culturais inculcadas nos sujeitos.

Bourdieu reconhece na concepção de língua em Ferdinand de Saussure todas as características atribuídas à língua oficial, sendo um código legislativo e comunicativo que não depende de quem a utiliza nem de como é utilizada. A língua oficial se beneficia da dominação política por sua produção e codificação estarem institucionalizadas, assegurando o reconhecimento dos significados e os processos de comunicação. Daí partem as possibilidades da produção econômica a partir da

língua e seu poder simbólico, já que o código é elaborado para dar sentido aos sons por quem tem autoridade e se legitima nas práticas regidas por um sistema de normas fixado por gramáticos e professores. O autor identifica os gramáticos como o “corpo de juristas” e os professores como “agentes de imposição e de controle” que ditam as regras em relação ao que pode, ou não, e como pode, ser dito; ou seja, que determinam a competência discursiva.

3.2 As trocas linguísticas

A influência da língua oficial em um mercado linguístico se dá pela força da instituição do Estado cuja formação está diretamente ligada à constituição do mercado, por causa da imposição legal do uso da língua em situações e espaços oficiais. Um mercado unificado é a condição essencial para a determinação de um modo de expressão legítimo diante outras línguas e dialetos. Quando há o reconhecimento pelos falantes, resultando em uma mesma “comunidade linguística”, criam-se condições para a dominação linguística. Uma característica essencial da língua oficial é a sua codificação oriunda da sua relação com as instituições dominantes. Sem isso, uma língua só existe no estado prático sob a forma de *habitus* linguístico e suas produções orais. Esse *habitus* é conferido à expressão em qualquer língua ou dialeto, mas a condição da língua oficial no uso suas instituições interfere nele por causa da pressão exercida pela burocracia estatal. Dessa forma, uma língua oficial, imposta a diversas situações pela força da autoridade, torna-se impessoal e anônima e facilita a comunicação entre pessoas de regiões diferentes. Surge, assim, a *língua-padrão*.

Contudo, essa política de unificação, que tem sua aplicação iniciada na formação escolar, não é a única responsável pela generalização do uso da língua dominante, “dimensão da unificação do mercado de bens simbólicos que acompanha a unificação da economia, bem como da produção e da circulação culturais” (BOURDIEU, 2008, p. 37). Por isso, está presente nas diversas práticas (culturais e materiais) e, pelo uso cada vez mais frequente, torna obsoletas outras formas de produção. O avanço da língua oficial, no entanto, não deve ser atribuído somente a coerções jurídicas, que garantem a aquisição mas não a generalização do uso e nem a reprodução autônoma da língua legítima.

Toda dominação simbólica supõe, por parte daqueles que sofrem seu impacto, uma forma de cumplicidade que não é submissão passiva a uma coerção externa nem livre adesão a valores. O reconhecimento da legitimidade da língua oficial não tem nada a ver com uma crença expressamente professada, deliberada e revogável, nem com um ato intencional de aceitação de uma “norma”. Através de um lento e prolongado processo de aquisição, tal reconhecimento se inscreve em estado prático nas disposições insensivelmente inculcadas pelas sanções do mercado lingüístico e que se encontram, portanto, ajustadas, fora de qualquer cálculo cínico ou de qualquer coerção conscientemente sentida, às possibilidades de lucro material e simbólico que as leis de formação dos preços característicos de um determinado mercado garantem objetivamente aos detentores de um certo capital lingüístico (BOURDIEU, 2008, p. 37).

A pessoa só é afetada pelo discurso se já tem uma predisposição a aceitá-lo, o que depende da situação e dos papéis dos interlocutores. Como pontua o autor, o maniqueísmo entre liberdade e coerção não dá conta de estabelecer as características da dominação simbólica. Mesmo as escolhas do *habitus* sendo “o produto de determinismos sociais”, elas se tornam possíveis devido a uma organização que foge à consciência e a coerção, por meio de sugestões inscritas em aspectos insignificantes e práticas comuns da existência.

As relações entre os diferentes usos de uma língua não são equivalentes às relações entre línguas distintas faladas por grupos independentes um do outro, por aquelas serem instauradas pela unificação política e sua conseqüente imposição. Então, as práticas linguísticas estão diretamente ligadas a práticas legitimadas, determinadas por grupos dominantes, demonstrando a relação que cada interlocutor pode manter com a língua e o valor de sua produção. A instituição da língua oficial, que impacta o estabelecimento de uma língua comum, desvaloriza os usos populares por causa de um sistema de oposições linguísticas de pertinência sociológica, e não linguística. Ou seja, o valor do uso da língua é constituído em meio a condições sociais atribuídas aos interlocutores num momento de “retradução de um sistema de diferenças sociais”.

Uma sociologia estrutural da língua, inspirada em Saussure mas construída contra a abstração que ele opera, deve tomar como objeto a *relação capaz de unir sistemas estruturados de diferenças lingüísticas sociologicamente pertinentes e sistemas igualmente estruturados de diferenças sociais* (BOURDIEU, 2008, p. 41, grifo do autor).

O valor dos usos sociais da língua reside em sua própria organização enquanto sistema de diferenças, sejam elas de pronúncia e entonação ou de vocabulário e

sintáticas. Dependendo do uso que se faz da língua, atribui-se a ele um *estilo expressivo* característico que retraduz, em meio a outras formas de falar, o sistema de diferenças sociais, revelando a hierarquia entre os estilos conforme a posição dos grupos que deles fazem uso.

Bourdieu destaca que é rara a competência para se falar a língua legítima, regrada, por depender da competência para se produzir frases capazes de serem aceitas em quaisquer situações, o que não depende apenas da estrutura formal da gramática. Já que a capacidade de falar é inata, em geral, aos seres humanos, e portanto comum a praticamente todos, os desvios diferenciais dos diversos usos da língua normatizada expressam as distinções sociais. Dessa forma, na concorrência proporcionada pelo mercado linguístico, a competência legítima produz o *lucro de distinção* distribuído de acordo com a aquisição de capital linguístico relativa às possibilidades referentes à posição em que se encontra o indivíduo na estrutura social. Quanto maior a diferença de condições de acesso à qualificação linguística entre os interlocutores, maior também é a chance de um deles, o que tem mais competência, gerar lucro em meio à troca social.

A competência dominante opera como um capital *lingüístico* capaz de assegurar um lucro de distinção em sua relação com as demais competências, contanto que sejam continuamente preenchidas as condições necessárias (entre as quais, a unificação do mercado e a distribuição desigual das oportunidades de acesso aos instrumentos de produção da competência legítima e aos lugares de expressão legítimos) para que os grupos detentores dessa competência sejam capazes de impô-la como a única legítima nos mercados oficiais (mercados mundano, escolar, político, administrativo) e na maioria das interações *lingüísticas* em que se encontram envolvidos. (BOURDIEU, 2008, p. 44, grifo do autor).

A distribuição desigual do capital linguístico garante a existência do campo linguístico devido a estrutura dos desvios referentes ao que é reproduzido no espaço do estilo expressivo. Dentro de um subcampo restrito, os indivíduos se caracterizam por destinarem sua produção especialmente a outros produtores, havendo diferença entre o capital que legitima a forma comum de falar e o da incorporação de instrumentos de expressão para produzir um discurso escrito oficial, legítimo, digno de ser publicado. Entre os instrumentos, estariam, segundo o autor, figuras de linguagem, gêneros e estilos, além dos discursos que se tornam autoridade e referência de uso correto. Dessa maneira, a produção desses instrumentos permite o exercício de poder sobre

a língua e sobre os usuários e o capital linguístico deles. No meio do campo de produção especializado, as lutas concorrenciais entre as autoridades pelo modo legítimo de expressão garantem a perpetuação da língua legítima no tempo (e sua extensão do espaço) e o seu reconhecimento.

O uso correto da língua é determinado pelos gramáticos, assim como, portanto, o valor da produção linguística nos mercados, estabelecendo as pronúncias e os estilos aceitáveis e fixando “uma língua *censurada e depurada* de quaisquer usos populares” (BOURDIEU, 2008, p. 45, grifo do autor). Além disso, pode-se contar com o sistema de ensino para inculcar a norma culta e espalhar a versão legitimada da língua produzida por quem tem a competência para tanto que serve também para a distinção entre as classes enquanto concorrentes no terreno da língua. Distinção, aliás, e correção são as palavras que determinam a excelência linguística, já que o valor surge com o desvio nos usos comuns. O esforço para se manter as propriedades da língua legítima depende de um trabalho constante de inculcação, que permite o reconhecimento das expressões consideradas corretas (ou corrigidas) produzidas por aqueles que dominam as regras eruditas.

Considerando que o sistema escolar é responsável pela inculcação duradoura de linguagem, e que a disponibilidade de acesso ao capital escolar está relacionada à aceitação da língua legítima, temos uma defasagem entre a distribuição desigual do conhecimento e a distribuição uniforme do reconhecimento dessa modalidade dominante, que caracteriza as mudanças da língua. “(...) pode-se afirmar que a competência linguística medida segundo critérios escolares depende, a exemplo de outras dimensões do capital cultural, do nível de instrução medido pelos títulos escolares e pela trajetória social” (BOURDIEU, 2008, p. 49). A dinâmica do campo linguístico depende, então, dos esforços de assimilação à burguesia e aos intelectuais e de dissimilação das classes populares na hipercorreção definida pela vulgaridade dos usos populares e pela distinção do uso autorizado. Com estratégias de assimilação e dissimilação, os agentes empreendem mudanças lexicais, fonéticas e sintáticas por meio de uma luta de concorrência que mantém a distinção de acordo com a posição deles no espaço social.

Sendo assim, a prática linguística além de comunicar expressa um valor social e uma eficácia simbólica. O valor e o sentido dos discursos são definidos na relação com o mercado linguístico. A lei de formação dos preços vai depender das competências linguísticas dos agentes envolvidos que medem as forças de suas capacidades de produção, de apropriação e de apreciação em meio à relação de comunicação “para impor os critérios de apreciação mais favoráveis a seus produtos” (BOURDIEU, 2008, p. 54). Além disso, a estrutura social (língua, locutores e grupos definidos por cada competência) presente nas interações também contribui para determinar a relação de força linguística. Para Bourdieu, é necessário levar em consideração a relação objetiva entre os usos da língua atribuídos aos grupos dos interlocutores e a aparente hierarquia deles no campo linguístico. Numa situação em que se confrontam as competências, um agente que está mais autorizado a fazer determinado lance pode negar simbolicamente a hierarquia, implícita ou explícita, formal ou informal, existente para provocar uma sensação na audiência que venha a gerar lucro simbólico. Trata-se de uma *estratégia de condescendência*, em que as diferenças sociais presentes nos desvios diferenciais relativos aos estilos expressivos dos grupos referentes a cada interlocutor, cada qual com seu nível de autorização no mercado linguístico, são conhecidas e reconhecidas por todos, agentes e espectadores. Então, essa estratégia propicia, pela negação simbólica dessa hierarquia, o lucro respectivo à hierarquia a quem está na condição de obtê-lo. O efeito de condescendência depende, geralmente, da especialização por meio de títulos acadêmicos, capacidade técnica e domínio da língua que garantem aos agentes segurança suficiente de sua posição superior para negar a hierarquia.

Sendo uma relação de comunicação entre um emissor e um receptor, fundada no ciframento e no deciframento, e portanto na operação de um código ou de uma competência geradora, a troca linguística é também uma troca econômica que se estabelece em meio a uma determinada relação de força simbólica entre um produtor, provido de um dado capital linguístico, e um consumidor (ou um mercado), capaz de propiciar um certo lucro material ou simbólico. Em outros termos, os discursos não são apenas (a não ser excepcionalmente) signos destinados a serem compreendidos, decifrados; são também *signos de riqueza* a serem avaliados, apreciados, e *signos de autoridade* a serem acreditados e obedecidos (BOURDIEU, 2008, p. 53, grifo do autor).

O que determina o preço de um discurso nos diferentes mercados é a relação das forças no amplo mercado linguístico considerada quando um indivíduo consegue

aplicar o critério de apreciação mais favorável à sua produção, já que nem todos os agentes estão autorizados a isso pelas leis do mercado. Quanto mais reconhecimento a audiência confere ao emissor pelo uso autorizado da língua e por sua competência legítima, maior é o efeito de imposição de legitimidade. Atribui-se uma competência linguística a alguém investido de capacidade estatutária (ou seja, que tem referência na sua condição na hierarquia social), que dá base à capacidade técnica, e não o contrário. A competência legítima depende do reconhecimento da posição do agente na sociedade, que deve ser de autoridade, quando ele faz uso da língua legítima em ocasiões formais.

O discurso nessa modalidade da língua, além de proferido para ser digno de aceitação nessas situações, tem o objetivo de ser imitado e tem a eficiência conferida ao performativo. Quanto mais oficial é a situação, mais chances da competência linguística dominante ser eficiente no mercado particular enquanto capital linguístico, “capaz de impor a lei de formação de preços mais favorável aos seus produtos e de propiciar o lucro simbólico correspondente” (BOURDIEU, 2008, p. 57). Do contrário, a produção dos dominados terá mais vantagens na formação dos preços.

Por isso, na relação de comunicação instituída entre a produção e a audiência da minissérie a ser analisada, ou em qualquer outro produto de popularização da ciência, o valor do discurso está intimamente ligado à desproporcionalidade de informação que a abordagem do programa imputa à ciência e ao cientista, sobre o assunto tratado, em comparação ao que se espera de uma audiência leiga. A distinção social é inscrita na posição em que se situam os interlocutores nesse processo de comunicação: de um lado, o discurso científico e com sua autoridade; de outro, os telespectadores destinatários da mensagem, que podem ou não aceitar o discurso proposto.

Nas trocas linguísticas, a relação de forças depende de outros fatores além da oposição entre as competências linguísticas, e o capital simbólico está diretamente relacionado com o peso dos agentes envolvidos. Esse capital trata-se do reconhecimento conferido a eles por um grupo. Mas a imposição simbólica só funciona quando estão reunidas as condições sociais externas à lógica propriamente linguística do discurso. A eficácia simbólica não é alcançada sem o conjunto dos mecanismos que garantem a reprodução da relação de reconhecimento que funda a autoridade da

linguagem em questão. No caso da língua legítima, a eficácia depende de todos os mecanismos que permitem a reprodução da forma dominante e da respectiva atribuição de legitimidade. Então, Bourdieu assinala que o lucro de distinção imputado pelos usos da língua legítima está localizado no conjunto do universo social e das relações de dominação, “tal ocorrendo mesmo quando um dos componentes (e dos mais relevantes) desse lucro parece como que fundado apenas nas qualidades da pessoa” (BOURDIEU, 2008, p. 60).

Somente a partir de uma instituição que proporciona condições necessárias é que um agente está habilitado e autorizado a proferir esses *atos de instituição* aos destinatários. Do ponto de vista linguístico, todo indivíduo pode falar o que quiser, mas num viés sociológico nem todos podem dizer qualquer coisa, a não ser em caso de insulto. Na falta de autoridade, o ato de instituição não se concretiza e o que resta é apenas a fala. Bourdieu busca em John Langshaw Austin a noção de “condições de felicidade”, que são as condições sociais extralinguísticas do mercado, para criticar a atuação da linguística em desconsiderar a ordem social estabelecida na efetivação do discurso. Levando em conta essas condições antecipadamente, é possível elaborar enunciados performativos, com suas pretensões de poder, que sejam razoáveis e realistas e tenham uma intenção reconhecida e relativamente sancionada socialmente. Sendo mais ou menos objetiva em relação às condições sociais, a pretensão de pôr em ação as palavras pode ser mais insana, no caso do insulto que não é autorizado, ou razoável, quando se trata da nomeação oficial que é institucionalizada por um grupo específico com uma identidade legítima reconhecida. O enunciado performativo, então, se trata de um ato jurídico do agente autorizado pelo grupo que permite substituir a ação pela determinação de uma ação.

O verdadeiro princípio da magia dos enunciados performativos reside no mistério do ministério, isto é, na delegação ao cabo da qual um agente singular (rei, sacerdote, porta-voz) recebe o mandato para falar e agir em nome do grupo, assim constituído nele e por ele; tal princípio encontra-se, mais precisamente, nas condições sociais da *instituição* do ministério que constitui o mandatário legítimo como sendo capaz de agir através das palavras sobre o mundo social pelo fato de instituí-lo enquanto *médium* entre o grupo e ele mesmo; isso ocorre, entre outras coisas, ao municiá-lo com signos e insígnias destinados a lembrar o fato de que ele não age em seu nome pessoal e de sua própria autoridade (BOURDIEU, 2008, p. 63, grifo do autor).

Pela relação com um mercado específico, são definidas as condições de aceitabilidade e a forma do discurso; e, portanto, as condições de felicidade dos enunciados performativos. A ciência do discurso, segundo Bourdieu, deve considerar a lei de formação de preços do mercado linguístico que determinam a aceitabilidade, englobando questão social e gramaticalidade. O *habitus* linguístico, resultado das relações de produção e recepção dos discursos num mercado, pode provocar a atividade inconsciente do agente em antecipar as características da audiência na elaboração do discurso de uma maneira que maximize seu valor provável e, conseqüentemente, determinar as correções e formas de autocensura. Na verdade, a antecipação das sanções do mercado influencia a produção linguística, marcada pelas condições de recepção, e a formação dos preços dos signos; e um indivíduo, enquanto produtor de uma fala, emprega esforços geralmente inconscientes para obter o maior lucro simbólico possível a partir de práticas de comunicação expostas à avaliação.

A antecipação dos preços fixados pelo mercado, então, contribui para determinar as propriedades da produção linguística e seu valor objetivo, ao passo que a relação prática com o mercado justifica as sanções internas que ela ajuda a fundar e da qual é também produto. Ao antecipar as possibilidades de lucro, já se cria um tipo de censura prévia, inclusive nas escolhas da linguagem (e do seu nível), do código e do conteúdo (o que pode ou não ser dito). Em cada interação, quanto mais oficial é a situação, quem detém a competência mais próxima da competência legítima também impõe a norma linguística de formação dos preços. As modificações do discurso, assim, são definidas pelo conhecimento e reconhecimento das leis do mercado, incluindo as sanções, seja para evitar o uso dominado na presença de interlocutores que recorrem à língua legítima, ou então, por outro lado, para usar uma estrutura sintática menos complicada.

Considerando a visão bourdieusiana em que os discursos se tratam de eufemismos gerados pelo cuidado em se expressar bem, as variações da forma e o grau em que ela é controlada dependem de alguns fatores. Primeiro, temos a *tensão objetiva* do mercado baseada na oficialidade da situação e na diferença de distribuição do capital linguístico entre emissor e receptor. O segundo fator é a *sensibilidade* do agente a partir desta tensão e da censura característica. Por fim, há a aptidão para atender às tensões por um discurso controlado relacionada à censura.

Para um discurso ser aceito, como já tratado anteriormente, é preciso considerar, além da situação da troca, a dinâmica entre o mercado linguístico e o *habitus* já constituído como produto da relação com os mercados de acordo com as condições de aquisição e uso. Pela inculcação de modelos e sanções, desde a vivência primeira na família e depois em outros mercados como o escolar, vamos aprendendo o valor social conferido aos produtos linguísticos e as relações entre usos e mercados diversos. Tudo isso impacta na valorização, que parte do sujeito, da produção linguística e determina a coerção de um campo sobre discursos produzidos, reservando a certos indivíduos o silêncio e a hipercorreção enquanto outros podem se expressar de maneira mais livre.

O sujeito se localiza no mundo social pela relação prática com os mercados, levando-o a demonstrar timidez, desenvoltura, domínio da língua ou silêncio, por exemplo. Isso é fruto da mediação que constitui o próprio valor social, que depende das sanções de suas produções no mercado e do valor conferido ao seu corpo. Enquanto técnica corporal, a linguagem, juntamente com a competência linguística na forma corrigida de falar, forma “uma dimensão da *hexis* corporal onde se exprimem toda a relação do mundo social e toda a relação socialmente instruída com o mundo” (BOURDIEU, 2008, p. 74). De acordo com a posição social, podemos avaliar a relação com o corpo, como quando a burguesia o desnaturaliza e implica a ele uma série de censuras e modos de comportamento disciplinado, enquanto as classes populares costumam se portar de forma mais livre e natural. A pequena burguesia, então, consciente de sua condição, apela para a hipercorreção caricatural para alcançar um maior valor a seus produtos e se aproximar do estilo dominante.

3.3 Território: do campo científico à popularização

Após percorrer as características do momento histórico em que os fenômenos da produção e da divulgação científica se situam, as características do discurso científico e, finalmente, as correspondências entre linguagem, mercado linguístico e *habitus*, partimos agora para as relações internas do campo científico, o vínculo direto com a popularização da ciência e a noção do que podemos considerar como território científico a partir dos estudos de Bourdieu (1983) e Raffestin (1993). Com tudo o que

se viu até aqui, pode-se perceber que a neutralidade ou a pureza da ciência é algo inalcançável, já que está repleta de conflitos, interesses, regras de comportamento e busca por poder e reconhecimento.

Ver a ciência como neutra e pura, como um espaço ideal para o embate de ideias, significa desconhecer todo o jogo de disputas que os pesquisadores empenham. “O campo científico, enquanto sistema de relações objetivas entre posições adquiridas (em lutas anteriores), é o lugar, o espaço de jogo de uma luta concorrencial” (BOURDIEU, 1983, p. 122). É dentro dele que as disputas pelo monopólio da autoridade científica, enquanto capital social, acontecem e as armas que os agentes desse campo operam são constituídas a partir de uma capacidade técnica e uma forma legítima de falar e de agir atribuídas a esses sujeitos.

O autor destaca que há uma forma específica de interesse produzida pelo funcionamento do campo científico, que está diretamente relacionada a uma questão política. Para Bourdieu, não se deve separar o entendimento sobre o interesse científico daquele sobre a autoridade científica. As questões referentes à competência científica, ou da autoridade, trazem consigo o que o autor chamou de “armadilha constitutiva” porque apresentam a *performance* do cientista como prática relacionada a uma razão puramente técnica e, por isso, com potencial de legitimidade.

Pelo fato de que todas as práticas estão orientadas para a aquisição de autoridade científica (prestígio, reconhecimento, celebridade etc.), o que chamamos comumente de “interesse” por uma atividade científica (uma disciplina, um setor dessa disciplina, um método etc.) tem sempre uma dupla face. O mesmo acontece com as estratégias que tendem a assegurar a satisfação desse interesse. (BOURDIEU, 1983, p. 124).

Por outro lado, apesar de ser claro o teor político, também não é válida uma perspectiva que considere apenas a dimensão política nas lutas internas pela dominação do campo científico. Este campo é caracterizado “por todo um “aparelho” (no sentido de Pascal) de emblemas e de signos” (BOURDIEU, 1983, p. 123), como alguns rituais específicos e símbolos dos espaços científicos, que servem a uma ostentação e produzem uma ficção social. Porém, Bourdieu destaca que, apesar disso, essa ostentação nada tem de socialmente fictícia e “modifica a percepção social da capacidade propriamente técnica” (1983, p.124). A definição de ciência, então,

parte do resultado das lutas internas desse campo e os vitoriosos impõem as boas práticas do fazer científico, a partir de uma burocracia própria, de equipamentos técnicos e de mão de obra.

Um campo é um espaço social estruturado, um campo de forças — há dominantes e dominados, há relações constantes, permanentes, de desigualdade, que se exercem no interior desse espaço — que é também um campo de lutas para transformar ou conservar esse campo de forças. Cada um, no interior desse universo, empenha em sua concorrência com os outros a força (relativa) que detém e que define sua posição no campo e, em consequência, suas estratégias (BOURDIEU, 1997, p. 57).

Mesmo sendo conceitos utilizados por disciplinas diferentes, sugerimos posicionar o campo, desenvolvido pela sociologia, ao lado da ideia de território, que está ligada à geografia, para complementar as ideias e as definições do campo científico, além de estabelecer quais as possibilidades que os produtos de popularização científica têm para o domínio do espaço social. Optamos pelo desenvolvimento dessa composição teórica devido à importância do conceito de campo para o entendimento da obra de Bourdieu e do conceito de território exigido pela pesquisa, principalmente por causa de similaridades em suas abordagens das relações de poder, como veremos a seguir. Assim como Bourdieu, Raffestin (1993) também se debruça sobre uma perspectiva relacional para desenvolver o conceito de território. Para o geógrafo suíço, é por meio da apropriação, seja ela concreta ou abstrata, de um espaço que se forma o território. Ele deixa claro que uma das principais características é a interferência constante de poder que está imbricada nas ações e nos movimentos dos sujeitos nesses limites.

Medeiros (2011) faz essa correlação entre os dois conceitos, afirmando que a noção de campo se aproxima, na geografia, tanto da noção de espaço, por ser o ambiente material e imaterial das relações sociais em que lutas concorrenciais são travadas, quanto da ideia de território, marcando aqui a apropriação do espaço inscrita pelas relações de poder. Para Haesbaert (2011), a territorialidade é definida pelas mediações espaciais criadas para exercer poder, material e imaterial, de dominação e apropriação, pelos grupos sociais ou pelos indivíduos. Podemos considerar, então, a territorialidade como um produto do *habitus*, devido a disputas de forças e interesses, e quando a identificamos também inferimos sobre o *habitus* de um grupo (MEDEIROS, 2011, p. 48).

Também no território as relações carregam a marca do interesse de manter o poder por determinados grupos dominantes. São diversas as “armas” que podem ser utilizadas na disputa, inclusive ideológicas, e destacamos as que envolvem as formações discursivas e os jogos de linguagem, já citados anteriormente. O território visto como produto de atores sociais não requer, necessariamente, uma dimensão física. Conforme esquematizado por Haesbaert (2011), existem várias noções de território que podem ser agrupadas em três vertentes básicas: a política é a mais difundida, em que o território é visto como um espaço delimitado e controlado, e por meio dele o poder é exercido; a cultural está ligada mais à dimensão subjetiva e, neste caso, o território é tido como o produto da apropriação e da valorização simbólica de um grupo em relação ao seu espaço vivido; e a econômica enfatiza a dimensão espacial, com o território servindo de fonte de recursos ou incorporado no embate entre classes sociais.

Raffestin também não limita a concepção de território à mera dimensão física e, apesar de estar apoiado no espaço, o território é tratado como produção a partir desse espaço. “O espaço é a ‘prisão original’, o território é a prisão que os homens constroem para si” (RAFFESTIN, 1993, p. 144). O espaço, em si, não é determinado apenas pela substancialidade física, mas muito mais pelas relações e conexões sociais (MASSEY, 2008). Para Lefebvre (1991), o espaço é relacional, produto da relação entre sujeito e objeto, ligado às representações sociais materiais por meio de signos e códigos dos grupos sociais. No território, a criação de significados não é determinada estritamente por sua dimensão física, já que o espaço está repleto de valores simbólicos; e o conceito de territorialidade geralmente enfatiza a dimensão simbólica do território que não estaria dissociado de um caráter material de natureza econômico-política (HAESBAERT, 2011).

Depois de mencionar três dimensões de território, é possível relacioná-las ao campo científico pelo interesse dos indivíduos que o constituem (política), pela estrutura humana e técnica e pelas tecnologias produzidas (econômica), além da questão simbólica da vertente cultural. A imposição do poder de dominação dentro do campo científico legitima práticas específicas, métodos e metodologias, e se estabelece à medida em que uma ciência é reconhecida e realizada, levando em consideração as

capacidades intelectuais e as possibilidades institucionais. Bourdieu, então, entende os conflitos epistemológicos como inseparáveis de uma dimensão política.

Assim, a tendência dos pesquisadores a se concentrar nos problemas considerados como os mais importantes se explica pelo fato de que uma contribuição ou descoberta concernente a essas questões traz um lucro simbólico mais importante (BOURDIEU, 1983, p. 125).

Já que este trabalho se propõe ao estudo de uma linguagem, a perspectiva culturalista de território nos atende em melhor condição, visto que a língua é um recurso que está no centro das relações marcadas pelo poder. Língua e linguagem não são a mesma coisa, mas estão diretamente relacionadas, já que a primeira é a organização dos códigos e a outra é a capacidade de entender manifestações simbólicas, entre elas a própria língua. É por meio desta que há a mediação da produção com o consumo, pela qual um grupo dominante se impõe. A língua é um sistema de códigos e representações que geram sentido e serve ao poder por ser puro trabalho humano e instrumento de ação social. Já pela linguagem é possível mediar as relações políticas, econômicas, sociais e culturais, não sendo lugar do poder, mas manifestando-o. “É o meio de encenar o espetáculo do poder” (RAFFESTIN, 1993, p. 100).

Dessa forma, podemos inferir que a relação de comunicação se apresenta como dissimétrica, em que os atores não estão em condições totalmente equivalentes. Mesmo assim, não podemos deixar de apontar que, enquanto forma de dominação, essa relação implica o surgimento também de uma resistência linguística. Nesse caso, o território vai depender da ação de um ator sintagmático, coletivo e institucional, que realiza um programa, conforme a leitura que Raffestin faz de Greimas (1976). Quando o ator se apropria do espaço, seja de maneira concreta ou abstrata, ele exerce a territorialização. Também há a figura do ator paradigmático, que não está integrado a um processo programado, não está preso a instituições, e que é um trunfo para o ator sintagmático que visa à posse e à dominação do outro.

Por meio das relações entre sujeitos, as trocas podem ser materiais ou não. Quando os atores entram em contato resultando em uma troca de informações, eles realizam uma ação comunicacional a partir de mensagens codificadas pela língua. Às palavras e expressões contidas na mensagem que circula no mercado linguístico implicam-se

valor de uso, para satisfazer a necessidade de comunicação, e valor de troca, na relação entre as palavras da língua. Nesse mercado, a língua é o capital constante de todo trabalho linguístico posterior, de toda expressão e de troca. A comunicação, por sua vez, é definida como a produção e a circulação de mensagens no campo de uma comunidade linguística.

Entrando no mérito da popularização da ciência, entendida aqui como forma de comunicar conhecimento científico para o público leigo, é importante considerar que a ciência é produzida por meio de publicações que utilizam uma “uma linguagem determinada e dominante inerente ao grupo social do qual fazem parte” (CARIBÉ, 2011), resultando em uma prática chamada comunicação científica. Inclusive, a quantidade de publicações de um cientista se tornou critério para avaliar o desempenho dele. Nesse processo, os especialistas se apropriam dessa produção devido à linguagem específica que dominam.

O modelo de comunicação científica proposto por Leah Lievrouw (apud CARIBÉ) abrange três estágios progressivos. O primeiro deles é a concepção, em que as informações científicas circulam dentro de um grupo determinado e homogêneo social e culturalmente, mas sem a formalidade característica das publicações científicas. Em seguida, temos a fase da documentação, quando os cientistas usam a comunicação formal de divulgação de pesquisas por meio da publicação de artigos, *papers*, dissertações e teses. Já o último estágio, que é o que mais interessa a este trabalho, é o da popularização, em que “as ideias científicas podem tornar-se parte do discurso público por meio de sua representação na mídia de massa” (CARIBÉ, 2011, p. 29).

A ciência é um projeto e, como tal, tem em sua base um conhecimento e uma prática. O comportamento dos atores dentro de qualquer território requer a existência de códigos associados, o que Raffestin denomina de sistema sêmico. É por meio dos signos, produzidos e reafirmados em processos sociais, que são reveladas as propriedades da relação com o espaço. Tanto que os limites espaciais são dados pelo limite do sistema sêmico.

Mas o próprio sistema sêmico é marcado por toda uma infra-estrutura, pelas forças de trabalho e pelas relações de produção, em suma, pelos modos de produção. Isso é o mesmo que dizer que a representação só atinge no espaço

aquilo que é suscetível de corresponder às “utilidades” sociais *lato sensu* (RAFFESTIN, 1993, p. 144).

É por meio de signos, significações, códigos e conhecimentos que as práticas materiais, que garantem a produção e a reprodução social, representam as relações com o espaço. Assim, é possível falar sobre as relações e também compreendê-las, “pouco importa se em termos do senso comum cotidiano ou do jargão por vezes impenetrável das disciplinas acadêmicas que tratam de práticas espaciais” (HARVEY, 2007, p. 201). Baseando-se nas definições de Lefebvre, Harvey considera que os espaços de representação não passam de invenções mentais para novos sentidos das práticas sociais, por meio de códigos, signos e paisagens imaginárias.

Embora seja completamente equivocado separar estas esferas, cada grupo social, classe ou instituição pode “territorializar-se” através de processos de caráter mais funcional (econômico-político) ou mais simbólico (político-cultural) na relação que desenvolvem com os “seus” espaços, dependendo da dinâmica de poder e das estratégias que estão em jogo. (HAESBAERT, 2011, p. 96). A territorialização está sempre envolvida com as relações de poder mediadas pelo espaço para controle de processos sociais, estando distribuída de forma desigual entre os indivíduos, classes e grupos sociais. Como em toda relação de poder, há ganhadores e perdedores, controladores e controlados.

Já que os conceitos científicos e as pesquisas geralmente têm pouca aderência, em sua versão formal, na sociedade em geral, a popularização da ciência emerge como uma maneira de expansão do domínio do discurso científico. Porém, é necessário adaptar a comunicação do conhecimento científico para ter efetividade perante um público leigo, que não necessariamente se interessaria em conhecer os métodos e os conceitos teóricos, mas que busca a ciência como curiosidade, como explicadora do fantástico e extraordinário, pelo seu trabalho de compreensão de vários aspectos da realidade vivenciada. A divulgação científica pode ser, então, vista como uma prática no interior da ciência – esta já surge por meio de um processo de comunicação – e que serve aos interesses dos seus produtores por ser uma estratégia de manutenção de *status quo* em relação a uma sociedade que aceita a autoridade científica. Sendo

o último estágio da comunicação científica, ela se firma como uma estratégia para assegurar os interesses de uma comunidade científica.

Para Germano (2011), apesar da importância do conhecimento científico na sociedade atual, há uma situação conflituosa entre a disponibilização e o controle por causa do poder envolvido no domínio e acesso desse saber, motivo pelo qual o pesquisador justifica a importância da atividade de popularização. Traçando um quadro teórico, ele aponta os principais termos utilizados para conceituar a interface entre o conhecimento científico e os saberes populares. Além de popularização da ciência e tecnologia, abreviada como *PopC&T*, é comum também no Brasil o termo divulgação científica. O primeiro estaria mais ligado à inclusão social e ao controle social da ciência pela população como estratégia de emancipação.

É colocá-la no campo da participação popular e sob o crivo do diálogo com os movimentos sociais. É convertê-la ao serviço e às causas das majorias e minorias oprimidas numa ação cultural que, referenciada na dimensão reflexiva da comunicação e no diálogo entre diferentes, oriente suas ações respeitando a vida cotidiana e o universo simbólico do outro (GERMANO, 2011, p. 305).

Já o termo divulgação científica estaria vinculado mais diretamente ao campo da comunicação, inclusive por causa das origens das palavras divulgar (*divulgare*, tornar público, transmitir ao vulgo) e comunicar (*communis*, pôr em comum), fazendo uma ligação entre um conhecimento superespecializado e outros saberes. Nesse caso, a questão do poder está explícita pelo fato de um falar e o outro ser o destinatário da mensagem e também porque um interlocutor vive o processo de produção científica enquanto o espectador não participa desse processo. Apesar disso, os termos popularização e divulgação englobam muitas semelhanças, confundindo-se constantemente.

Em relação a outros termos, Germano insere em seu trabalho um quadro teórico explicativo sobre alguns conceitos.

Tabela 1: Quadro conceitual

	Vulgarização da ciência	Difusão Científica	Alfabetização científica	Divulgação científica
--	--------------------------------	---------------------------	---------------------------------	------------------------------

<i>Presença do conceito</i>	De origem francesa, tem forte penetração naquele país.	Presente, mas pouco utilizada no Brasil.	Mais frequente nos Estados Unidos, país onde se originou.	Conceito de uso predominante no Brasil.
<i>Conceito</i>	Transmitir conhecimento científico ao vulgo (trivial, comum ou frequente), ao povo.	Disseminação, ou propagação das ideias e feitos tecnológicos da ciência para um conjunto maior da sociedade.	Ensinar conhecimentos básicos ou primários de ciências.	Comunicar, tornar público, fazer comunicados de conhecimentos científicos.
<i>Semântica</i>	Termo com forte conotação Pejorativa	Sem problemas com a semântica	Termo com pouca conotação pejorativa	Termo com pouca conotação pejorativa
<i>Natureza da educação</i>	Mais próxima da educação informal	Termo abrangente que pode ser aplicado à educação formal e informal.	Mais próxima da educação formal	Educação informal e meios de comunicação
<i>Metodologia de atuação</i>	Pouca ênfase no diálogo, responsabilidades de principal no cientista.	Pouca ênfase no diálogo, e maior preocupação com a propagação das conquistas da ciência.	Maior possibilidade de diálogo, responsabilidades compartilhadas.	Pouca ênfase no diálogo, responsabilidades de principal nos cientistas e comunicadores.

Fonte: GERMANO, 2011, p. 301.

Dessa forma, a atividade de popularização ou divulgação científica é a estratégia de territorialização da ciência no âmbito da vida cotidiana, através dos meios de comunicação, revelando-se como uma relação de dominação e apropriação em que estão presentes as dimensões econômica, política e cultural.

Como visto em Chauí (2007), os *experts* das diversas disciplinas elaboram enunciados que podem ser aceitos como verdade, porque possuem a competência autorizada para proferir esses discursos devido a fatores que envolvem a linguagem

utilizada no conteúdo e as condições da comunicação que determinam quem pode falar e quem deve ouvir. Então, quem está na ponta da recepção só aceita um discurso proferido se já estiver disposto a isso, o que acontece devido às sugestões inscritas no *habitus* durante a vivência do sujeito, permitindo ao emissor da mensagem a antecipação das condições necessárias para realizar uma performance mais eficiente (BOURDIEU, 2008).

Dentro da discussão de território, as disputas de forças que ocorrem em seu interior nas relações de produção e aquisição do discurso interferem sobre *habitus* e produzem a territorialidade do discurso em questão numa dimensão mais simbólica. Enquanto a língua medeia a produção e o consumo, a linguagem é o instrumento em que se manifesta o poder, fazendo a ponte entre relações sociais, culturais e políticas. Dessa forma, a interferência na produção do *habitus* pode gerar alterações no senso comum, que considera a existência das coisas da forma que elas existem, da audiência.

3.4 Considerações sobre a comunicação

Por meio das mídias enquanto mercado, segundo Duarte (2004), são ofertados discursos materializados em textos pelos processos de comunicação e não há mais espaços de produção de sentido na contemporaneidade que sejam alheios a elas. Nos seus estudos sobre a televisão, Bourdieu (1997) verifica a forma com que o jornalismo trabalha a informação nesse meio, utilizando recursos sensacionalistas e dramáticos, com exageros na representação dos acontecimentos. Considerando que o discurso jornalístico se coloca como uma representação do real, Bourdieu considera que essa “espetacularização” cria fantasias, medos e representações falsas. “Os perigos políticos inerentes ao uso ordinário da televisão devem-se ao fato de que a imagem tem a particularidade de poder produzir o que os críticos literários chamam o *efeito de real*, ela pode fazer ver e fazer crer no que faz ver” (BOURDIEU, 1997, p. 28, grifo do autor).

A representação da realidade nos programas de popularização da ciência, além de estar inserida na linguagem da televisão, também tem base no discurso científico, que é outra forma de representação do mundo. Para Bourdieu, a importância da televisão

se dá pela capacidade de essa mídia atingir “todo mundo” e artistas, escritores e cientistas devem, sim, de forma crítica, fazer uso dela para levar conhecimento ao público como uma maneira de dar um retorno à sociedade. “Há uma missão dos pesquisadores, dos cientistas em particular [...], que é a de restituir a todos as contribuições da pesquisa” (1997, p. 18). Apesar de o trabalho do sociólogo francês estar mais voltado para uma crítica ao jornalismo de televisão, entendemos que a questão ultrapassa esse limite e pode ser levada em conta quando se avalia outros tipos de produtos televisivos.

Uma abordagem mais positiva em relação à televisão e seus efeitos é trazida por Machado (2000). Na verdade, enquanto Bourdieu critica ferrenhamente como a televisão é utilizada na sociedade e seu caráter de urgência e de ausência de reflexão, Machado questiona o posicionamento do francês e o acusa de não justificar adequadamente seu pensamento, além de classificar as afirmações dele como dogmáticas e de considerar a obra do sociólogo como um “desastroso livro sobre televisão” (2000, p. 127).

Para Machado (2000), há uma série de obras criativas e inteligentes que são e foram produzidas para a televisão, tanto quanto para outras mídias, que vão além do trivial, discordando da abordagem da Escola de Frankfurt que, na visão do autor, vê como nefasta para a cidadania a natureza desse meio. A crítica dos teóricos da indústria cultural, porém, é direcionada às questões sociológicas de funcionamento dos meios de comunicação e não às mídias em si. Apesar de expressar seu “amor” pela televisão (2000, p. 10), Machado também não deixa de demonstrar alguma criticidade.

O que importa não é o que acontece de fato na tela, mas o sistema político, econômico e tecnológico no qual se forjam as regras de produção e as condições de recepção. Eis porque as atenções quase nunca se voltam para o conjunto de trabalhos audiovisuais que a televisão efetivamente produz e a que os espectadores efetivamente assistem, mas para a estrutura genérica do meio, entendida como tecnologia de difusão, empreendimento mercadológico, sistema de controle político-social, sustentáculo do regime econômico, máquina de moldar o imaginário e assim por diante (MACHADO, 2000, p. 16).

Em seu livro sobre os efeitos da televisão, Wolton (1996) se debruça sobre características dos canais públicos e também das emissoras a cabo. Para ele, é

importante haver uma coexistência entre os dois modelos de acesso a conteúdos televisuais. O modelo de televisão geralista (canais abertos, cujos conteúdos são produzidos para atingir a um público mais amplo e heterogêneo), segundo ele, funcionou como o fio condutor para mediar situações sociais e culturais numa época de grandes transformações na sociedade, por volta dos anos 1950. Ele considera a televisão aberta como elemento fundamental para a democracia e destaca a importância, na contemporaneidade, na produção de narrativas que dão significado aos acontecimentos do mundo. É importante ressaltar que, geralmente, os modelos de televisão aberta observados e estudados na Europa, como é o caso de sua pesquisa, são de canais públicos, controlados pelos governos.

Wolton considera que há um movimento da audiência da televisão que parte de uma lógica da estandarização (a televisão geralista) para a individualização (a televisão fragmentada), ajustando as demandas da programação para visar públicos específicos. Para ele, as programações de televisão especializadas (música, infantil, saúde, esportes, notícia, ciência) se devem à existência de uma população suficientemente numerosa para assistir e há quatro causas que podem nos ajudar a compreender o surgimento e o êxito da televisão segmentada: 1) existência de novas tecnologias que permitem, com o cabo e os satélites, multiplicar os receptores; 2) existência de um público, de uma demanda; 3) existência de um mercado, de uma cultura audiovisual de massa bastante difundida, e o interesse de empresas de comunicação em produzir e oferecer esses programas diversificados; e 4) desgaste da televisão geralista, que foi, por décadas, o único quadro de referência (WOLTON, 1996, p. 114).

A televisão tem a capacidade de reunir pessoas de origens diversas em maior número do que outras mídias e, devido a essa capilaridade, acaba por tornar a escolha dos assuntos tratados menos polêmica para atingir, da maneira mais homogênea possível, o conjunto dos receptores. Para Bourdieu (1997), a mídia pode dispensar assuntos “chocantes” para encontrar aderência em um grande público, pelo fato de que podem dividir opiniões. Já que alcançam uma extensa visibilidade pública, quem tem acesso aos meios de produção televisiva impõe, através desse meio de comunicação, seu ponto de vista e suas visões de mundo.

A televisão começou com uma intenção cultural, na década de 1950, e que impõe a formação de gostos pelo público, ao passo que nos anos 90 ela explora os gostos para ampliar audiência e atender ao exibicionismo e ao espetáculo. Nesse contexto, considerando a legitimidade conferida pela televisão a um interlocutor escolhido para se projetar através dela, um indivíduo que não é tido como autoridade em algum campo específico de produção, como as disciplinas científicas, pode projetar suas opiniões sobre o campo por ter a oportunidade de ser ouvido pela audiência. De certa forma, o poder midiático depende da cumplicidade do campo em questão para realmente se impor. Por isso, Bourdieu levanta a necessidade de preocupação da comunidade científica com a televisão devido à interferência dos poderes econômicos da mídia no universo da ciência e pela forma arbitrária de selecionar quem tem ou não credibilidade para falar sobre um assunto, e se essa credibilidade está mais associada às escolhas midiáticas ou à reputação do especialista perante seus pares.

Na perspectiva de Hall (2003), o processo comunicativo pela televisão se trata de uma complexa estrutura em dominância baseada em práticas conectadas e articuladas, porém distintas e com formas e condições de existência próprias. Essa consideração se refere à crítica do autor ao modelo linear de circuito (emissor/mensagem/receptor) atribuído pelas pesquisas em comunicação mais tradicionais, que também se concentravam na troca de mensagens. Então, propõe-se pensar o processo como “uma estrutura produzida e sustentada através da articulação de momentos distintos, mas interligados – produção, circulação, distribuição/consumo, reprodução” (HALL, 2003, p. 387), modelo influenciado pelo trabalho de Karl Marx que revela, em cada fase, uma forma específica para o produto do processo comunicativo. Mensagens e significados estão dispostos como “signos-veículo” específicos organizados no discurso, enquanto comunicação e linguagem, de acordo com a operação de códigos. A circulação e a distribuição do produto para o público são feitas sob a forma discursiva, tendo uma posição privilegiada na troca comunicativa, e dependem dos meios materiais e do conjunto de relações sociais de produção. No momento de produção e circulação, os signos carregam as características dos aparatos de comunicação, das relações e das práticas produtivas. Para garantir os efeitos esperados, o discurso, após ser elaborado, deve ser “traduzido em práticas sociais” para haver o consumo, caso contrário não é efetivada a comunicação.

O discurso televisivo, então, produz significados por meio de formas visuais e auditivas a respeito dos eventos históricos e está “sujeito a toda a complexidade das “regras” formais pelas quais a linguagem significa” (HALL, 2003, p. 388). Para concretizar a situação de comunicação, o evento deve, então, se tornar antes uma narrativa, dominada por regras formais. A passagem da fonte para o receptor se dá por meio da aparência da “forma-mensagem”, enquanto troca simbólica, revelando se tratar de um momento determinado e não aleatório. Então, o circuito de comunicação pode ser caracterizado como tendo início na produção de mensagens, momento que depende da estrutura física e dos conjuntos de práticas da radiodifusão necessárias à produção de um programa. É importante ressaltar que, apesar de produzido dentro desse contexto, o discurso televisivo é “retirado” de imagens da audiência, assuntos e agendas de outras fontes e outras formações discursivas da estrutura sociocultural e política em que se insere. O público constitui parte importante de todo o processo, sendo considerado desde o início por intermédio de *feedbacks* que reincorporam os momentos de circulação e recepção.

O consumo ou a recepção da mensagem da televisão é, assim, também ela mesma um “momento” do processo de produção no seu sentido mais amplo, embora este último seja “predominantemente” porque é “o ponto de partida para a concretização” da mensagem. Produção e recepção da mensagem televisiva não são, portanto, idênticas, mas estão relacionadas: são momentos diferenciados dentro da totalidade formada pelas relações sociais do processo comunicativo como um todo (HALL, 2003, p. 390).

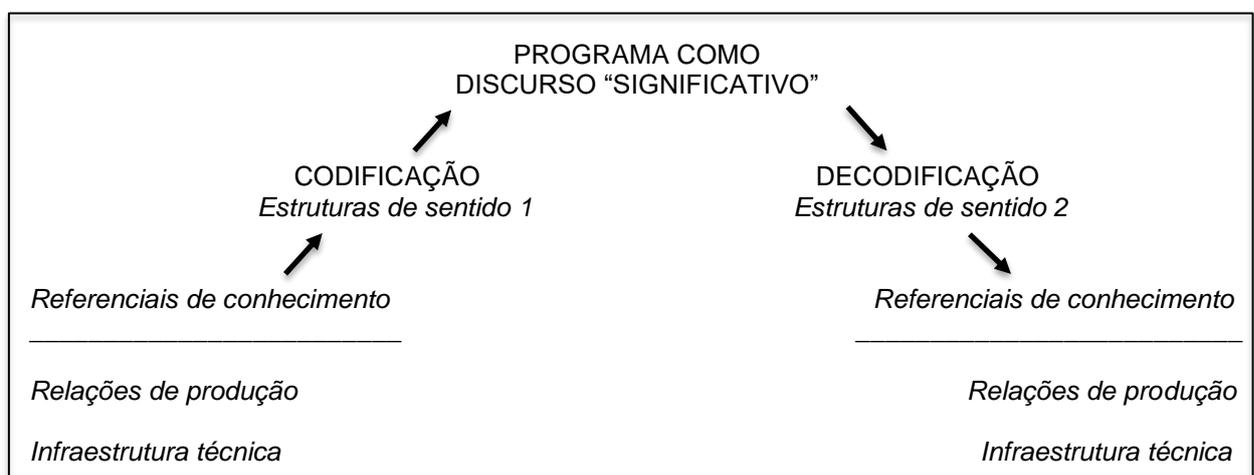
A mensagem codificada só terá efeito ou uso se for decodificada e absorvida como um discurso significativo baseado nas relações de produção institucionais das estruturas radiodifusoras dentro das regras da linguagem. Essa mensagem, primeiramente, é produzida a partir dos códigos utilizados pela estrutura para, posteriormente, ser lançada nas práticas sociais por meio da decodificação. Efeitos, usos e gratificações são fruto de relações econômicas e sociais que modelam o produto na recepção para o discurso transportar significados e adquirir valor de uso social.

Como os códigos de codificação e decodificação não são, necessariamente, simétricos, a troca comunicativa apresenta graus de “compreensão” ou “má-compreensão” que dependem das relações de equivalência entre as posições dos

interlocutores (codificador-produtor e decodificador-receptor). Para Hall, há combinações possíveis entre codificação e decodificação, mesmo não havendo uma correspondência entre elas, e a decodificação do discurso televisivo poderia ser construída a partir de três posições: hegemônica-dominante, código negociado e código de oposição. Na primeira, os telespectadores se apropriam do código dominante, direta e integralmente, organizado por profissionais ligados às elites que tomam decisões ao construírem a mensagem de maneira a reproduzir a forma e o pensamento hegemônico. Já a possibilidade do código negociado requer uma mistura entre adaptação e oposição, reconhecendo as definições hegemônicas para compreender grandes eventos e totalizações (significações) ligados a perspectivas globais e negociando-as, num nível local e situacional, para a criação de suas próprias regras de aplicação particular do conteúdo por meio de uma lógica específica apoiada na relação diferencial dos discursos e da distribuição de poder. Finalmente, quando o espectador, mesmo reconhecendo o tom conotativo e literal, atribui à mensagem um sentido contrário ressignificando-a a partir de outro referencial e travando uma luta discursiva a partir de uma leitura contestatória, temos o código de oposição.

A construção social do significado atribuída à circulação da mensagem encontra base em um amplo sistema de referenciais cognitivos e econômicos da produção de bens simbólicos que incorpora vários atores sociais em posições desiguais (BARROS FILHO & MARTINO, 2003, p. 216). Isto está disposto no seguinte esquema produzido por Stuart Hall:

Gráfico 1: Codificação e decodificação por Stuart Hall



Modelo de Stuart Hall mostra a homologia entre as duas partes do processo comunicativo na mediação de bens simbólicos.
Fonte: HALL, 2003, p. 391

Conforme Barros Filho & Martino (2003), não é apenas o produtor que impõe a definição arbitrária das formas de conhecimento, a partir do esquema de Hall, tratando-se na mesma medida de “uma determinação do senso comum e dos subsistemas de conhecimento e reconhecimento de mensagem relativos às classes e as frações de classes” (p. 217-218), realçando a importância da recepção para estruturar a maneira de compreender a mensagem. Tomando-o como “menor denominador comum daquilo em que um grupo ou um povo coletivamente acredita”, o senso comum aparece como um bem comum acessível a todos que atravessa classes sociais (SANTOS, 2003). Para Berger & Luckmann (2004), é necessário levar em conta as interpretações, entendidas como indubitáveis, pré-científicas ou quase-científicas das situações do dia a dia para descrever a realidade do senso comum como conhecimento compartilhado entre os indivíduos. A incorporação do senso comum torna-se possível por meio da linguagem pela construção simbólica a partir da experiência diária e pela recirculação dos símbolos criados para objetivar a vida cotidiana.

Já pela visão de Bourdieu (CATANI et al, 2007), o senso comum de um indivíduo determina-se pelas oposições objetivas do mundo social interiorizadas enquanto sistemas de classificação, como frio e quente ou baixo e alto. Entendido como um plano de evidências, a partir de certezas e expectativas, o conceito de *doxa*, geralmente traduzida como opinião, é assumido por Bourdieu enquanto um conjunto de suposições cognitivas e avaliativas aceitas conforme o grau de adequação do sujeito. A *doxa* contribui para reproduzir a ordem existente por conter o sentimento de familiaridade causador do ajuste das estruturas do *habitus* às estruturas objetivas, mantendo a ordem simbólica pela inscrição do social nas pessoas e nas coisas, admitindo discursos sem discussão ou exame. Não sendo compartilhada igualmente por todos os agentes, a *doxa* enquanto algo evidente se manifesta de forma diferente em cada campo especializado de produção simbólica. Dessa forma, há a separação entre o senso comum, disposto pelos indivíduos no interior de uma sociedade para a existência de um mundo comum, e as crenças compartilhadas por esses campos de produtores especialistas.

Para Santos (2003), a função do senso comum é a de conformar a consciência comum consigo mesma, revelando o traço conservador e de resistência a mudanças internas. A constituição da ciência, de acordo com essa visão, rompe com o senso comum na recusa ao seu modo de leitura do mundo e assume um novo código contestador desse conhecimento e também da ideologia, criando novos objetos, outras relações entre eles e os conceitos trabalhados. Nas ciências naturais, sempre se recusou o senso comum, enquanto nas sociais há uma relação mais complexa e ambígua já que nem todas as teorias concordam em romper com ele, incluindo as da ciência da comunicação. No caso de Bourdieu (1989), considera-se necessária a ruptura com essas representações partilhadas por todos, incluindo as oficiais e institucionais.

Apesar de relacionado a um viés preconceituoso e fixista, inclusive por naturalizar desigualdades, pode-se criar resistências no senso comum por grupos subordinados que as utilizam como armas de luta. Mas tudo depende do conjunto de relações sociais que reparam o sentido sobre elas próprias e revelam uma superficialidade na concepção do mundo, considerando o tipo de sociedade que produz o senso comum. Numa perspectiva positiva em relação ao conceito, Santos aponta para uma superação tanto da ciência moderna quanto do senso comum num projeto de emancipação cultural e social, com a elaboração de um conhecimento prático, esclarecido, sábio e democrático. Pontua-se, então, o acesso ao discurso, à competência cognitiva e à competência linguística para justificar a transparência e a evidência características do senso comum, além de relacioná-lo a uma postura que independe de método e que reproduz sua persuasão de forma espontânea na vida cotidiana. O desenvolvimento tecnológico dos meios de comunicação produzido pela ciência moderna pode ser usado para a democratização do conhecimento científico e para uma maior compreensão do conceito, segundo o autor, ampliando a capacidade comunicativa. Rompendo com a hegemonia da ciência, assegurando ao mesmo tempo suas expectativas, uma nova forma de saber se configuraria no desenvolvimento tecnológico para aprofundar as competências cognitivas e de comunicação, com a elaboração de um saber prático que dê sentido à existência e que transcenda a ciência.

O estilo característico da comunicação da ciência na mídia de massa evidencia as diferenças sociais e a hierarquia entre o comunicador e a audiência, em relação ao domínio do assunto posto em divulgação, tendo o primeiro uma vantagem de empregar maior valor do uso da língua devido à situação de reconhecimento da autoridade através da visibilidade conferida pelo veículo de comunicação. O interlocutor identificado com a competência legítima está numa posição mais favorável a produzir o lucro da distinção social, já que possui maior capital linguístico. Nesse confronto de forças simbólicas, é mais fácil para esse agente autorizado impor, durante a troca linguística, critérios que beneficiam sua produção discursiva, resultando num maior lucro simbólico. Além do prestígio conferido pela visibilidade midiática, o capital simbólico está diretamente ligado ao reconhecimento que ele tem entre os membros do grupo ao qual é vinculado. Dessa forma, os meios de comunicação podem garantir a eficácia simbólica do discurso por oferecerem os mecanismos para se reproduzir o *habitus* e a autoridade do uso da linguagem dominante.

4 ANÁLISE DA SÉRIE “*THE ELEGANT UNIVERSE*”

Em 29 de outubro de 2003, a Public Broadcasting Service (PBS), canal público criado em 1952 voltado a uma programação educativa e cultural, começava a transmitir a inédita minissérie “*The Elegant Universe*”, segundo o *site* da emissora norte-americana, com dois episódios exibidos sequencialmente nesse dia e o último tendo ido ao ar em 5 de novembro, totalizando cerca de 156 minutos. O programa foi exibido como parte do “Nova”, espaço do canal que reúne as produções de divulgação científica e, de acordo com a página na internet⁶, atinge cerca de cinco milhões de espectadores semanalmente, levando ao público documentários e minisséries sobre inovações tecnológicas e os mistérios do mundo natural.

A produção foi baseada no livro homônimo do físico teórico Brian Greene⁷, da Universidade de Colúmbia, publicado em 1999 e laureado com o *Royal Society Science Book Prize*⁸ no ano seguinte, premiação da Royal Society existente desde 1988 voltada a autores e obras de popularização da ciência, além de ter sido finalista do Prêmio Pulitzer na categoria de não-ficção.

A transmissão de “*The Elegant Universe*” ultrapassou a fronteira dos Estados Unidos e ganhou espaço em canais do Reino Unido e da Alemanha, por exemplo, sendo no Brasil exibida em versão dublada pelo Canal Futura⁹. Apesar da veiculação original ter ocorrido em 2003, a minissérie ainda está em circulação tanto no portal on-line da PBS (indisponível para assistir do Brasil) quanto por meio de diversos vídeos publicados em *sites* como YouTube e Dailymotion. Ao efetuar uma busca no YouTube a partir da sintaxe “the elegant universe”, encontramos facilmente entre os primeiros resultados 11 reproduções integrais dos episódios, sendo quatro de “*Einstein’s Dream*”, três de “*String’s The Thing*” e outros quatro de “*Welcome To The 11th Dimension*”, que juntos somam mais de 332 mil visualizações – o mais visto entre eles foi o segundo episódio, com 201 mil acessos. Quando a busca muda para as palavras

⁶ ABOUT NOVA. Disponível em: <<https://www.pbs.org/wgbh/nova/about/>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

⁷ BRIAN GREENE. Disponível em: <<http://www.briangreene.org>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

⁸ ROYAL SOCIETY Insight Investment Science Book Prize. Disponível em: <<https://royalsociety.org/grants-schemes-awards/book-prizes/science-book-prize>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

⁹ ANUÁRIO de Programação do Canal Futura 2010. Disponível em: <<https://issuu.com/futurajornalismo/docs/anuario2010-web>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

“universo elegante”, encontramos oito vídeos referentes aos episódios em versões dubladas ou legendadas em português, que ao todo geraram mais de 422 mil visualizações, sendo 208,5 mil do segundo episódio e 210,5 mil do terceiro, restando ao primeiro apenas a marca de 3,1 mil acessos. Ainda por meio dessa busca, foi possível encontrar uma versão dublada em espanhol de “*Einstein’s Dream*”, com 317 mil reproduções, e uma em italiano, referente a “*String’s The Thing*”, com quase 339 mil visualizações. Isso demonstra que, apesar de ter sido transmitida pela televisão há mais de 15 anos, a minissérie ainda conta com grande potencial de difusão da mensagem, inclusive para a audiência lusófona.

Quando um indivíduo decide assistir ao programa, provavelmente, ele o reconhece como um produto que traz informações com validade científica, baseadas em evidências no mundo concreto, revelando aspectos da realidade inacessíveis a ele por outros caminhos. Por isso, geralmente, a produção é classificada como documentário ou documentário científico, conforme as páginas do criador da série e do canal que a transmitiu, inclusive sendo assim inserida nesse gênero pelo site *Internet Movie Database (IMDb)*¹⁰. Mas o que definiria um programa desse tipo e como “*The Elegant Universe*” poderia se encaixar nele?

4.1 A questão do gênero

Para Jost (2010), o documentário, carregando uma promessa ontológica em seu nome, é reconhecido por se opor à ficção já que pela sua materialidade é considerado mais como um documento do que como um filme. Dividindo a programação televisiva em mundo real, mundo fictivo e mundo lúdico, o autor situa o documentário na primeira categoria por transmitir ao expectador imagens que ele determinará se falam ou não da realidade a partir de sua visão do mundo que é dependente da cultura ao qual está inserido. Segundo Jost, há uma multiplicidade de tons com os quais podem ser emitidos conteúdos reais ou fictícios, variando de acordo com a marca do locutor ou apresentador (animador), em nosso caso o cientista Brian Greene, e com os preceitos da emissora.

¹⁰ THE ELEGANT Universe’s IMDb. Disponível em: <<https://www.imdb.com/title/tt0377171/>>. Acesso em: 29 jul 2019.

O gênero audiovisual do documentário, segundo Nichols (2008), é definido de forma relativa e comparativa, tanto para o cinema como para o vídeo, sendo geralmente contrastado às ficções e as obras experimentais, e se trata de uma representação de uma determinada visão de mundo, em vez de uma reprodução fiel da realidade. Encontramos, desde início, uma correspondência com a minissérie estudada por se tratar de um ponto de vista de seu criador e da comunidade da qual faz parte.

Nenhuma definição engloba todos os tipos de documentário, que pode ser abordado sob os pontos de vista das instituições, dos profissionais, do texto e do público. O autor coloca que, se o Discovery Channel, por exemplo, apresenta em sua grade de exibição um programa e o identifica como documentário, o produto já chega ao público com esse rótulo; o que caracteriza o ato promissivo da emissora, segundo Jost (2010). Assim tratado, enquanto audiência, esperamos que apresente o *status* de não-ficção e o grau de objetividade e credibilidade referente à realidade e não a um mundo imaginado pelos produtores. “Uma estrutura institucional também impõe uma maneira institucional de ver e falar, que funciona como um conjunto de limites, ou convenções [...]” (NICHOLS, 2008, p. 51), afirma Nichols, assinalando as implicações tanto o cineasta quanto o público.

Levando em conta as características do texto, um documentário, para assim ser classificado, deve apresentar traços comuns a obras já identificadas dentro desse gênero. Desde a escola de John Grierson na Inglaterra, na década de 1930, há convenções para distingui-los de outros tipos de filme e vídeo, como a narração e os comentários sem revelar a figura do locutor (“voz de Deus”), entrevistas, introdução de imagens para explicar uma situação, e o uso de atores sociais em situações cotidianas como “personagens” principais. Nesse aspecto, “*The Elegant Universe*” se diferencia por contar com um apresentador participante, que conduz a mensagem do programa, além de ser seu idealizador. Outra convenção importante é a lógica informativa das representações organizada para apresentar soluções a problemas, como também foi observado na série em questão que a cada episódio traz controvérsias e desafios pouco a pouco superados para o desenvolvimento de uma teoria unificada sobre as forças do universo. Isso pode ser feito ao se contar uma história tendo início na proposta de um tópico, passando para uma abordagem histórica e da complexidade do assunto, até chegar a uma solução conclusiva a ser

endossada pela audiência. A função da montagem é comprobatória, garantindo um maior envolvimento com a história contada e, conseqüentemente, sustentando a visão do filme sobre o mundo (argumento, alegação ou afirmação) baseada na lógica de organização do documentário.

Além de passar por fases e períodos, o documentário aparece também em estilos e tradições diferentes dependendo da região: na Europa e na América Latina, as produções seriam mais subjetivas; já nos Estados Unidos e no Reino Unido, são valorizadas as formas objetivas e observativas considerando diferentes lados, como o formato jornalístico. O autor identifica seis modos principais do gênero documentário, que se superpõe e se misturam. São eles: *modo poético*, que enfatiza associações visuais, qualidades tonais ou rítmicas, passagens descritivas e organização formal; *modo expositivo*, que prioriza o comentário verbal e a lógica argumentativa; *modo observativo*, enfatizando o engajamento direto no cotidiano das pessoas observadas por uma câmera discreta; *modo participativo*, que prioriza a interação de cineasta e tema, com entrevistas e outras formas de envolvimento; *modo reflexivo*, trazendo considerações, hipóteses e convenções sobre a forma de representar a realidade pelo filme; e *modo performático*, que enfatiza o aspecto subjetivo do engajamento do cineasta com o tema e a aceitação da audiência em relação a esse posicionamento (NICHOLS, 2008, p. 62-63).

Gráfico 2: Classificação dos documentários por Bill Nichols

Os modos do documentário

Principais características

Deficiências

Ficção hollywoodiana [anos 10]

Narrativas ficcionais de mundos imaginários

Ausência de realidade

Documentário poético [anos 20]

Reúne fragmentos do mundo de modo poético

Falta de especificidade, abstrato demais

Documentário expositivo [anos 20]

Trata diretamente de questões do mundo histórico

Excessivamente didático

Documentário observativo [anos 60]

Evita o comentário e a encenação; observa as coisas conforme elas acontecem
Falta de história, de contexto

Documentário participativo [anos 60]

Entrevista os participantes ou interage com eles; usa imagens de arquivo para recuperar a história
Fé excessiva em testemunhas; história ingênua; invasivo demais

Documentário reflexivo [anos 80]

Questiona a forma do documentário, tira a familiaridade dos outros modos
Abstrato demais, perde de vista as questões concretas

Documentário performático [anos 80]

Enfatiza aspectos subjetivos de um discurso classicamente objetivo
A perda de ênfase na objetividade pode relegar esses filmes à vanguarda; uso “excessivo” de estilo

Esboço geral de Bill Nichols dos seis modos de representação documental.
 Fonte: NICHOLS, 2008, p. 177.

Na televisão, ele afirma que os mais comuns são os documentários expositivos, com comentários em “voz-over”, como nos filmes sobre a natureza do Discovery Channel. Baseado nessas definições, consideramos que a minissérie pode se encaixar na lógica argumentativa do modo expositivo, inclusive por sua abordagem excessivamente didática, e no envolvimento do realizador com o tema pelo modo participativo, com o uso de entrevistas e recuperação histórica.

4.2 Análise de “*The Elegant Universe*”

Para fazer a análise da minissérie sob a perspectiva teórica de Pierre Bourdieu, nos debruçamos sobre o quadro referencial formado pelo *habitus* estruturado por posições sociais dentro de um campo também estruturado pelo deslocamento de posições sociais. Ao estudar o campo, devemos aplicar conceitos pré-formados para conhecer os objetos sociais e suas relações que explicam o funcionamento interno desse campo. De acordo com o disposto por Thiry-Cherques (2006) sobre a aplicação da teoria de Bourdieu, foi traçado um percurso metodológico para guiar a investigação e dividido em algumas etapas. A primeira fase se refere à marcação do segmento social dentro de um sistema (campo), em que é verificada a lógica de interações significantes para os atores a partir de análises da estrutura objetiva nas quais se inserem. Depois,

parte-se para uma construção prévia das relações dos agentes e instituições, selecionando elementos para verificar o que há por trás das aparências do sistema de relações.

Após essa etapa, o que se deve fazer é decompor as ocorrências significativas que caracterizam as posições do campo, construindo as relações objetivas da prática e da representação das práticas. Nessa fase, além de refletirmos sobre o nascimento do *habitus*, precisamos nos ater à posição relativa de agentes e instituições e a estrutura de relações objetivas entre as posições, podendo caracterizar ocorrências como concorrência, autoridade, poder e legitimidade. Passamos, então, para a análise lógica das relações objetivas entre as posições no campo, analisando as correlações para desvelar a estrutura profunda, a partir de um processo hipotético-dedutivo. Só então partimos para a análise das disposições subjetivas do *habitus*, com a formulação de conceitos sistêmicos e relacionais referentes ao campo estudado. Levando em conta que não é possível ser inteiramente objetivo na análise, é necessário, então, construir uma matriz relacional corrigida da articulação entre as posições dos agentes, buscando a lógica das ações como produto do *habitus*. Finalmente, chegamos à síntese da problemática geral do campo, em que nos questionamos sobre o capital simbólico em jogo, a visão de mundo dos atores, conflitos de interesse, coerções e relações de dominação. O autor traça o percurso de investigação baseado em diversas obras do sociólogo francês e, por abordar textos que não foram utilizados nesta discussão bibliográfica, optamos por não seguir religiosamente o passo-a-passo metodológico proposto, mas considerando o que está disposto em suas etapas para analisar os episódios da minissérie.

Conforme Bourdieu, o poder de sugestão das coisas e das pessoas garante a eficácia do poder simbólico sobre um *habitus* definido como o capital cultural incorporado resultado das relações de produção e recepção. Numa situação de comunicação, basta considerar um dos interlocutores para se atestar os papéis de todos, havendo dominantes e dominados. O valor da produção linguística de cada um está relacionado às práticas linguísticas, ligadas às práticas legítimas determinadas por grupos dominantes. Tratamos, então, em relação à minissérie “*The Elegant Universe*” da competência linguística do programa para sugerir a legitimidade do seu conteúdo, de acordo com o discurso apresentado. Levamos em conta a posição do apresentador

enquanto emissor da mensagem, quando ele assume o posto de detentor do conhecimento a ser transmitido, colocando-se em um ponto privilegiado do processo de comunicação que é o de determinar a construção do discurso. Esse lugar é garantido pelo reconhecimento do indivíduo no posto de orador legítimo para estar em visibilidade nos meios de comunicação e falar sobre o assunto abordado. Para isso, ele não só precisa estar apto a se dirigir ao público com uma linguagem cognoscível, e por isso pode ter sido selecionado a produzir e apresentar um programa de televisão, como também têm suas ideias apoiadas, pelo menos, por parte da comunidade científica à qual integra.

A posição na estrutura social institui a ele um capital linguístico relacionado às práticas que desenvolve, que são a produção científica e a popularização da ciência. Então, ele é o interlocutor que mais detém o lucro da distinção referente à sua produção durante a troca linguística, que o coloca em posição acima da audiência para a qual é destinado o programa. Essa distinção representa a desigualdade em que se encontram apresentador e audiência quando se tratam dos campos científico e midiático, estando o primeiro em vantagem por possuir a competência legítima para se situar como detentor de um conhecimento e de uma prática não autorizados ao público em geral. De fato, esta é a concorrência proporcionada pelo mercado linguístico formado, neste caso, pelo canal de televisão que transmitiu a série e seus trabalhadores, pelo cientista criador da obra, pela comunidade científica na qual está inserido e pelo grupo de consumidores da informação.

Um ponto importante é que a força de unificação do mercado linguístico incide na relação entre os agentes e seus discursos para a aceitação de suas produções linguísticas com base nas regras da língua legítima e nas possibilidades de lucro antecipadas. Bourdieu aborda que a inculcação das normas da língua oficial acontece desde a escola primária, tendo poder de sugerir mudanças no *habitus* inscrito no sujeito pela sua relação com seu núcleo familiar e social. Também é na escola que as pessoas tomam conhecimento de conceitos, acontecimentos e personalidades da ciência, já entendendo que, por meio dela, produz-se desenvolvimento econômico e tecnológico e é possível desvelar características do mundo natural e social. “*The Elegant Universe*” foi produzida para o público estadunidense, que conta com um dos maiores índices de escolaridade do mundo e, conseqüentemente, espera-se que

tenha condições de compreender o conteúdo da mensagem, mesmo se tratando de informações sobre um campo especializado. Por isso, além do uso gramaticalmente correto da língua, Brian Greene aborda um tema em que é requisitada uma autoridade reconhecida para falar, o que pode fazer sua produção ser julgada como adequada por cumprir os dois requisitos. Quando são mencionados termos como gravidade, átomo, Isaac Newton, Albert Einstein, Relatividade Geral, entre outros, mesmo que o espectador não tenha domínio dos conceitos ou saiba do trabalho dessas personalidades, já poderá ter inculcada a relevância do assunto bem como reconhecer a legitimidade do conteúdo do programa.

4.2.1 Episódio 1: “*Einstein’s Dream*”

A abertura do episódio já demonstra o poder atribuído ao conhecimento científico para a compreensão da realidade, a partir do convite do narrador para um “passeio emocionante” por uma visão mais estranha à imaginação do que poderia ser proposta pela ficção científica. O narrador atribui ao apresentador, denominado físico e autor *best-seller*, a competência de guiar a audiência na busca pela solução do que seria o maior problema da Física Moderna: a falta de entendimento entre os dois campos de atuação principais dessa ciência, que são a Relatividade Geral e a Mecânica Quântica. A promessa da teoria apresentada como o Santo Graal da Física, a Teoria das Cordas, seria a explicação para todos os fenômenos físicos estudados, desde o mundo subatômico até as maiores escalas de galáxias compreendidas pela astrofísica. Já na abertura, além deixar clara a visão positiva de Brian Greene em relação à teoria, quando ele afirma que podemos realmente viver em um mundo com mais dimensões do que podemos perceber, o programa recorre, ainda, a outros físicos que endossam o ponto de vista, mesmo questionando a falta de validade empírica da teoria.

Figura 1: Brian Greene



Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 1, 00'14".

Tanto o campo científico como o midiático estão envolvidos com a questão do poder e interesses político e econômico ficam expressos na apresentação dos patrocinadores do canal e do programa, que trazem desde empresas como a Microsoft, a Sprint e a Volkswagen, a organizações como a Alfred P. Sloan Foundation, a Park Foundation, a National Science Foundation, The George D. Smith Fund e o U.S. Department Of Energy; todas interessadas, de uma ou outra forma, na popularização da ciência.

Após apresentar o problema da unificação dos campos da Física Moderna, Greene nos leva a conhecer o desejo de Albert Einstein de desenvolver uma “teoria de tudo”, que o perseguiu até o final de sua vida sem sucesso, e coloca os físicos como portadores de uma solução possível para essa questão por meio da Teoria das Cordas. Trata-se de um sonho que se aproxima da perspectiva moderna da ciência enquanto metanarrativa para a constituição de uma verdade absoluta, reduzindo o caráter de fragmentação e indeterminação comuns ao entendimento pós-moderno. Apesar de ser apresentador, Brian Greene também é posto como entrevistado do programa, em alguns momentos, por deter o conhecimento e o capital linguístico necessários à aceitação do que é declarado. Na primeira inserção de uma entrevista com Greene, antes de qualquer outra apresentada durante a minissérie, ele comenta sobre a possibilidade de unificação, destacando que o avanço científico nos campos da Física tem apontado para uma mesma ideia perseguida pela comunidade científica.

Figura 2: Brian Greene na posição de entrevistado



Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 1, 09'54".

Para corroborar sua declaração, o programa recorre às entrevistas com outros renomados físicos que fazem afirmações no mesmo sentido do apresentador ao enxergar a unificação das teorias da Física como possível e um rumo a ser tomado. Durante a série, praticamente todos os entrevistados são cientistas da área, que representam o grupo social do qual faz parte o criador do programa, e a participação deles é uma forma de atribuir ao apresentador a autorização para falar em nome de todos. Conforme Bourdieu, os enunciados performativos estão relacionados a um “ministério” atribuído a um indivíduo autorizado por um grupo a ser um porta-voz de acordo com as condições sociais postas pela instituição representante desse coletivo, incluindo insígnias que comprovam o envolvimento nesse grupo. A ciência possui um funcionamento interno e característico no qual uma pessoa precisa passar por diversas etapas para alcançar os graus mais altos de titulação acadêmica e prestígio, entre eles a graduação, o mestrado e o doutorado, pelo menos na realidade brasileira, e a subsequente atividade da pesquisa. Entre os entrevistados, estão inicialmente nomes como Steven Weinberg, da Universidade do Texas, Michael B. Green, da Universidade de Cambridge, Peter Galison, da Universidade Harvard, Walter H. G. Lewin, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), que possuem cargos em centros de pesquisa respeitados e se destacam por suas produções na Física Moderna.

Figura 3: Steven Weinberg

Figura 4: Michael Green



Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 1, 10'21".



Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 1, 10'30".

As participações destes e de outros cientistas atestam a legitimidade dentro do campo conferida ao criador da série, reconhecendo a legitimidade para representar o grupo. Numa encenação que mostra a tentativa de ensinar equações para um cachorro, notadamente sem sucesso, fica evidente que a produção científica é restrita ao ser humano e possui métodos e técnicas que podem revelar aspectos da realidade impossíveis de serem compreendidos apenas pela vivência cotidiana; um poder que dá confiança aos físicos.

No episódio, atribui-se a Newton a unificação do céu e da terra, demonstrando matematicamente que o fenômeno que nos mantém presos ao solo depende da mesma força natural que regula o movimentos dos corpos celestes. Mesmo com a superação da teoria newtoniana, após os estudos de Einstein à respeito da Teoria da Relatividade, as equações do século XVII ainda descrevem precisamente a força da gravidade e bastam para fazer os cálculos necessários ao lançamento de um foguete à Lua, por exemplo. Mesmo assim, Greene conduz uma demonstração visual da diferença de entendimento entre as teorias dos dois grandes nomes da Física sobre um ocasional desaparecimento do Sol, visto que no modelo newtoniano os planetas seriam afetados imediatamente pela ausência da força gravitacional do astro, ao passo que na visão de Einstein o efeito só seria sentido após a luz emitida pela estrela até o seu fim chegar a cada planeta, o que levaria alguns minutos ou horas, revelando uma homologia entre a luz e a gravidade. Esse fato comentado demonstra uma crise de crescimento, na perspectiva de Santos (2003), que provoca reflexões e questionamentos sobre o modelo anterior de compreensão no interior de uma matriz disciplinar à respeito de métodos e conceitos. O tema principal do programa traz ainda uma nova crise que atravessaria a Física Moderna caso a Teoria das Cordas revele

uma visão revolucionária da realidade. Por que valeria, então, a pena empregar tantos esforços em uma teoria ainda sem validação empírica, como a Teoria das Cordas?

Uma possibilidade de resposta seria o reconhecimento social conquistado ao se fazer uma descoberta como essa. Como tratado no primeiro capítulo, Newton foi aclamado por seus estudos entre os intelectuais de sua época e chegou a presidir a Royal Society. Já Einstein, como demonstrado no episódio, se tornou popular nos meios de comunicação de massa e estava entre as celebridades mais famosas da década de 1920. A legitimidade do trabalho é refletida na autoridade conferida aos cientistas para ocupar postos importantes e ser projetado midiaticamente, posições que permitem a eles proferirem discursos institucionalmente autorizados cuja competência está embasada na detenção de conhecimento especializado para gerar *performances* eficientes, na perspectiva de Chauí (2007). O próprio programa estudado é um recurso de projeção midiática voltado a um campo específico e demonstra o trabalho intelectual de um grupo que se esforça em fazer novas descobertas.

Esse percurso busca a unificação do entendimento sobre as forças fundamentais da natureza descritas pela ciência. Para isso, é feita uma recuperação histórica de momentos importantes que demonstram que a unificação é o objetivo do campo de estudo, fruto do esforço empregado por gerações de físicos, o que pode induzir o espectador a aceitar essa possibilidade e conferir aos cientistas a capacidade de decifrar os mistérios do universo. Com as equações desenvolvidas por James Clerk Maxwell, uma das bases para o desenvolvimento do trabalho de Einstein com a Relatividade Geral, foi demonstrado que a eletricidade e o magnetismo são “duas faces da mesma moeda” e dizem respeito à força eletromagnética, reforçando a ideia de que a unificação sempre foi o caminho apontado pelas pesquisas. A correlação entre essas forças seria o motivo de um relâmpago afetar um bússola durante uma tempestade, no exemplo trazido pelo programa. Em apenas quatro fórmulas matemáticas, o físico escocês expressou com simplicidade tudo o que se conhecia a respeito da eletricidade e do magnetismo em meados do século XIX, o que foi considerado “elegante” pelo apresentador e por um dos entrevistados.

Essa elegância atribuída à unificação levou Einstein a ficar confiante de que conseguiria alcançar uma teoria que agrupasse a nova gravidade ao

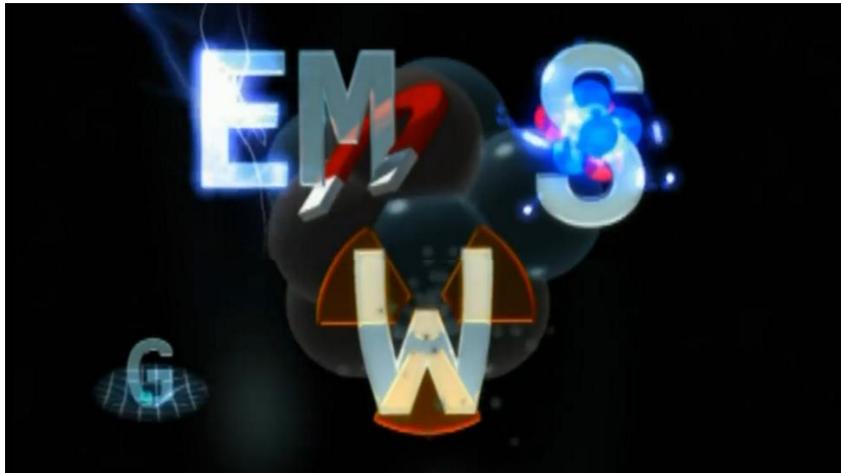
eletromagnetismo e, dessa forma, poder descrever o padrão de funcionamento das forças do universo. Greene pontua que este é também o objetivo da Teoria das Cordas: “unificar o entendimento de tudo desde o nascimento do universo até o majestoso rodopiar de galáxias num único conjunto de princípios, uma equação-chave”. Motivado por esse ideal, a série mostra que Einstein tentava relacionar as duas forças conhecidas por ter previsto que a velocidade da gravidade é a mesma da velocidade da luz, como exemplificado na hipótese de um eventual desaparecimento do Sol. Mas as similaridades não se expressariam em um poder simétrico entre as forças, já que a gravidade é muito mais fraca do que o eletromagnetismo, o que o impediu de avançar nesse propósito. Inesperadamente, um grupo de cientistas liderado pelo dinamarquês Niels Bohr traria um novo conjunto de ideias que revolucionaria a Física Moderna com estudos sobre partículas subatômicas e a descoberta de duas novas forças fundamentais da natureza, além das já conhecidas, chamando a atenção da comunidade científica e ganhando os holofotes da mídia. Trata-se da Mecânica Quântica, desenvolvida a partir da década de 1920, cujos objetos e fenômenos não podem ser explicados pela Relatividade Geral nem pelas equações de Maxwell e revelam uma realidade contraintuitiva, estranha, que mais parece ter saído de um livro de ficção científica e que não podemos notar nas situações cotidianas por se referirem a escalas infinitamente pequenas. Enquanto a visão de Einstein dependeria de um universo ordenado e previsível, à luz da nova teoria a matéria e a energia se comportam de forma incerta e probabilística. Isso justificaria, segundo o apresentador, a existência de universos paralelos em que todas as possibilidades previstas pela teoria quântica aconteceriam, posicionamento compartilhado por outro físico entrevistado alegando que já houve teorias científicas que se mostravam absurdas quando propostas mas que conquistam, posteriormente, sua aceitação.

Essa questão se mostra como mais uma luta concorrencial dentro do campo científico, já que Einstein não aceitava a incerteza dos resultados experimentais da Mecânica Quântica que só constatavam a probabilidade de algo acontecer. “Deus não joga dados”, teria dito ele para rejeitar essa hipótese e destacar sua visão ordenada. Porém, após diversas observações, ficou comprovada a validade da nova teoria para descrever o comportamento de partículas no mundo subatômico. Nessa disputa pelo capital social, os agentes do campo utilizaram a capacidade técnica característica da

atividade para comprovar seus pontos de vista, o que favoreceu nessa época os estudiosos da Física Quântica, e adquirir autoridade científica. Ao adentrar nos mistérios do átomo, os pesquisadores descobriram duas novas forças fundamentais que são a força nuclear forte, que opera como uma supercola entre as partículas formadoras do núcleo atômico (prótons e nêutrons), e a força nuclear fraca, relacionada ao processo de decaimento radioativo, que agem nas escalas menores. Mesmo incorporando estas forças, além do eletromagnetismo, a nova teoria não considerava a gravidade, pelo fato de ela ser praticamente desprezível no interior do átomo (Figura 5). Essa dificuldade de juntar todo o conhecimento em uma mesma teoria demonstra a necessidade de se introduzir um outro conjunto teórico para se compreender a realidade pela aplicação a todos os fenômenos físicos.

A busca pela unificação demonstra uma das disposições inculcadas no *habitus* da comunidade científica em questão, que se coloca na missão de compreender o universo da forma mais simples possível baseada em um modelo geral para descrever os diversos fenômenos físicos, por considerar que suas performances podem gerar um conhecimento revolucionário para a humanidade a partir do método científico. Como o *habitus* linguístico implica uma propensão a falar certas coisas, revelando um interesse expressivo, a mensagem do programa deixa clara a construção de um discurso que enaltece avanços históricos e o trabalho exercido por cientistas, de acordo com a capacidade linguística dos emissores e a capacidade social atribuída a eles por deterem a competência necessária a impactar o *habitus* predisposto da audiência, levando em conta ainda as estruturas do mercado enquanto instituidoras do sistema de sanções e censuras, em uma relação dupla com o senso comum da recepção e o conhecimento transmitido na troca comunicativa (BARROS FILHO & MARTINO, 2003). Uma vez que a codificação da mensagem é realizada por um grupo de pessoas que integram a elite de um campo, com suas competências profissionais e sua visão de mundo, a decodificação depende de um público heterogêneo ao qual se atribui, em sua estrutura, um poder econômico e cultural desigual dependendo de cada interlocutor. Então, o valor incrustado no conceito de unificação é uma forma de preparar o espectador para o problema que a Teoria das Cordas tenta resolver com base em uma interpretação única para dar conta tanto dos fenômenos em grandes escalas, envolvendo estrelas e galáxias, quanto do comportamento no interior do átomo.

Figura 5: Forças fundamentais



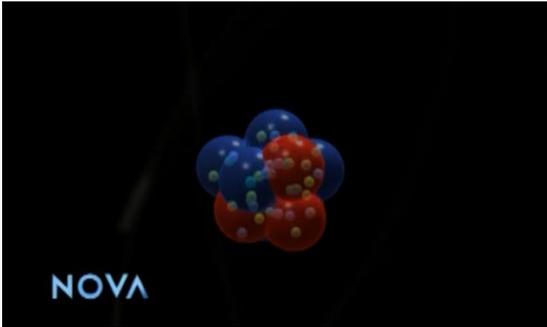
Representação das quatro forças fundamentais, demonstrando a fraqueza da gravidade em relação às outras.

Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 1, 38'16".

Após apresentada toda a controvérsia que assombra o campo da Física, finalmente, a mensagem do episódio nos direciona à introdução dos conceitos da teoria tema de “*The Elegant Universe*”. Nessa perspectiva, tudo o que está contido no universo é formado por pequenos filamentos de energia manifestados como cordas que, de acordo com o padrão de vibração, dariam as características das partículas fundamentais e de todas as forças conhecidas, incluindo a gravidade (Figura 7). O problema principal é o fato de não haver comprovação experimental ainda possível, o que faz o campo científico questionar, segundo os especialistas entrevistados, se a Teoria das Cordas se trata de uma teoria científica ou de um esforço filosófico, por não contar com demonstração empírica. “Se a Teoria das Cordas falhar em providenciar uma previsão testável, então ninguém deve acreditar nela”, alerta S. James Gate, Jr., da Universidade de Maryland. O argumento traz consigo um ponto de vista preconceituoso em relação ao conhecimento filosófico, colocando-o abaixo da ciência moderna e suas experimentações para entender a realidade, desprezando a capacidade da filosofia enquanto campo estruturado de saber com métodos, conceitos e objetos de pesquisa definidos; se não tem validade científica empírica, não se deve levar em consideração.

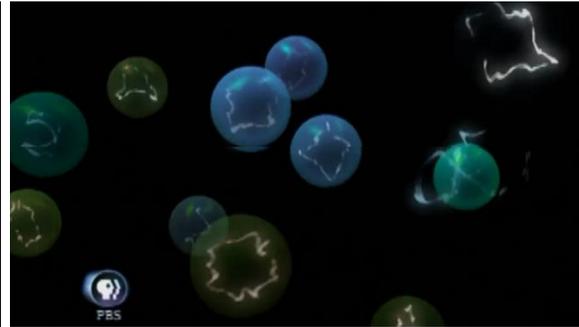
Figura 6: Partículas no átomo

Figura 7: Demonstração das cordas



Visão tradicional das partículas fundamentais da matéria (prótons, nêutrons, elétrons, quarks).

Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 15'35".



Segundo a Teoria das Cordas, as partículas fundamentais são filamentos de energia vibrantes.

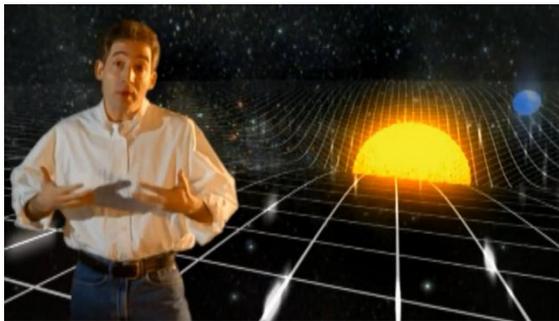
Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 15'45".

“O Sonho de Einstein” nada mais seria do que a unificação da física, tratada como possível na série enquanto se recorre ao percurso histórico de momentos importantes para seu desenvolvimento, deixando clara uma outra disposição do *habitus* dessa comunidade científica relacionada ao progresso linear da ciência em conseguir descrever a realidade a partir de entendimentos anteriores para galgar um novo caminho na busca da verdade.

4.2.2 Episódio 2: “String’s The Thing”

Retomando a controvérsia entre os campos da Física Moderna, Brian Greene inicia a segunda parte da série reafirmando a necessidade de unificação para compreender situações como a do nascimento do universo, com o *Big Bang*, quando toda matéria e energia estavam comprimidas em um pequeno espaço extremamente quente e denso. A impossibilidade de combinar a Mecânica Quântica com a Relatividade Geral impede que cientistas avancem no entendimento das nossas origens cosmológicas e motiva o desenvolvimento de um novo conjunto de ideias simples que explique uma diversa complexidade de fenômenos, como é o caso da Teoria das Cordas. Numa comparação com o trânsito, o apresentador leva o espectador a imaginar uma cidade governada por duas leis de tráfego conflitantes e a confusão que seria gerada por isso, justificando a busca pela unificação, mensagem endossada pelas inserções de entrevistas com os físicos Michael Duff e Steven Weinberg que consideram dever dos físicos a descoberta dessa teoria-mestre, mas que não há garantias de que haverá sucesso.

Figura 8: Espaço na visão de Einstein



Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 09'45".

Figura 9: Espaço pela Mecânica Quântica



Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 11'38".

Para demonstrar as diferentes escalas e a teoria que corresponde a cada uma, são utilizados efeitos especiais de computação gráfica, como em toda a minissérie. O apresentador é levado aos andares mais altos, por meio de um elevador, e explica a concepção de espaço-tempo ordenado e previsível sob a visão de Einstein (Figura 8) em que objetos pesados o deformam e o esticam criando curvas nesse “tecido” que determinam o movimento dos astros. Por outro lado, ao pegar novamente o elevador e descer para as menores escalas, mostra-se o comportamento conturbado e frenético do espaço-tempo descrito pela Mecânica Quântica (Figura 9), em que as definições da posição da partícula e da sequência temporal são incertas.

Antes da Teoria das Cordas, toda a comunidade científica entendia que as menores partes fundamentais (primeiramente, os átomos e, depois, os prótons, os nêutrons, os elétrons, os quarks) seriam como pontos ou pequenas esferas. Quando entra em cena uma nova ideia da realidade, baseada em pequenos filamentos de energia vibrantes que determinariam as propriedades das partículas, há uma sedutora possibilidade de essa teoria responder a questões fundamentais da Física, como posto pelo físico Joseph Lykken, além de ser uma mudança de paradigma na ciência, assim considerado por S. James Gates, Jr. Mas a falta de um experimento para sua confirmação a torna difícil de ser aceita por especialistas da área. É o caso de Sheldon Lee Glashow, entrevistado que separa os teóricos das cordas dos outros físicos, revelando uma aparente ruptura no campo por considerar a Física uma ciência experimental feita à base de observações.

Figura 10: Joseph Lykken

Figura 11: Sheldon Lee Glashow



Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 16'04".

Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 16'47".

A divergência de visões retoma discussões alusivas à noção de ciência moderna, como tratada no item 2.2, baseada no racionalismo e no empirismo que garantem à ela uma certeza epistemológica. A Teoria das Cordas aparece, aqui, como puro esforço racional, já que não há a comprovação prática laboratorial. Para ganhar o estatuto de verdade, é preciso a demonstração empírica no sentido de validar os enunciados descritos por meio da linguagem matemática apropriada ao desvelamento da natureza (GERMANO, 2011). Como o desenvolvimento de uma disciplina científica necessita de entendimento entre os pares e aceitação no interior da comunidade, os pesquisadores que se debruçam sobre a hipótese das cordas se esforçaram para angariar crédito a partir dos avanços na elaboração da teoria ao longo do século XX, conquistando a atenção de estudiosos de todo o mundo, guiados pela sedução de obter respostas que ultrapassariam conquistas anteriores e que os colocariam em uma posição de destaque na história da ciência. A veiculação de entrevistas com físicos que questionam a Teoria das Cordas parece ir ao encontro do ideal de isenção atribuído à ciência que pode ter guiado a produção da mensagem do programa, além de evidenciar a busca pela aceitação no interior do campo da Física, conforme Bourdieu (1983), expressada no interesse pela atividade científica para adquirir autoridade. Nesse jogo de disputas dos pesquisadores, fica clara a luta concorrencial pelo monopólio da autoridade por meio da capacidade técnica que pode levá-los a uma *performance* eficiente. A partir dessa reflexão, é possível entender o nascimento e a evolução da Teoria das Cordas, suas dificuldades iniciais em desenvolver uma matemática coerente e a missão dos militantes dessa área para terem seus trabalhos aceitos por outros pesquisadores.

Diferentemente do primeiro episódio, que recorre a cientistas para comentar sobre os trabalhos históricos de nomes importantes da Física que não estão vivos para falarem

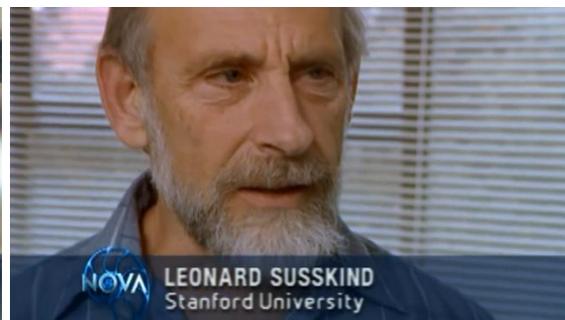
por si, a segunda parte dá voz a quem participou do desenvolvimento, durante o século XX, do conjunto de ideias defendido por “*The Elegant Universe*”. A história começa, de acordo com a série, em 1968, com o italiano Gabriele Veneziano, ao estudar a correspondência entre uma antiga equação do matemático suíço Leonard Euler e a força nuclear forte. Desconstruindo um mito de surgimento, Veneziano demonstra seu descontentamento sobre boatos que circulam até em livros afirmando ter sido por acaso essa descoberta e revela que o resultado só foi alcançado após um longo ano de estudo. O que se descobriu acidentalmente, segundo ele, foi a Teoria das Cordas. A ideia ganhou força e se espalhou entre cientistas, passada de um para o outro, recebendo contribuições, na medida em que ganhava território, que ampliaram sua complexidade e a levaram ao conhecimento de membros da comunidade científica. Logo depois, a nova teoria conquistaria um novo adepto importante, o físico Leonard Susskind, que declara ter se debruçado, durante dias no sótão de casa, para tentar entender como a equação de Euler poderia levar a um avanço maior. Ele percebeu que a fórmula matemática descrevia uma partícula com estrutura vibrante que se diferenciava das partículas pontuais da Mecânica Quântica por se comportar como uma corda elástica ao se contrair e esticar. Ao submeter seu trabalho a um “painel de *experts*” para avaliação, Susskind teve de encarar, inicialmente, a rejeição de sua ideia, mesmo considerando-a revolucionária ao ponto de achar que seria chamado de o “novo Einstein”, ou até mesmo o sucessor de Newton.

Figura 12: Gabriele Veneziano



Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 18'57".

Figura 13: Leonard Susskind



Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 21'35".

Fica evidente a correlação desse percurso com o modelo de comunicação científica, disposto do item 3.3, que estabelece estágios progressivos começando pela concepção e a circulação de informações dentro de um grupo específico, passando

pela fase da documentação por meio de publicações formais, até chegar à popularização do conhecimento para se tornar acessível à sociedade em geral. O segundo episódio da minissérie aborda desde a elaboração primeira da Teoria das Cordas ao percurso pelo reconhecimento, destacando o segundo estágio com as dificuldades para sua formalização e a respectiva aceitação posterior por parte do grupo de especialistas.

Enquanto a Teoria das Cordas apresentava anomalias em sua formulação matemática responsáveis pela rejeição inicial, a Mecânica Quântica passava por um grande crescimento devido às descobertas de inúmeras partículas subatômicas que encaixavam em seu escopo teórico. O apresentador explica que pesquisadores dessa área começaram a perceber experimentalmente que, além da matéria, as forças da natureza também poderiam ser associadas a partículas: o glúon (força nuclear forte), o fóton (força eletromagnética) e os bósons W e Z (força nuclear fraca). A intensidade da força é “criada” pelo intercâmbio dessas partículas mensageiras com as partículas de matéria: quanto mais partículas mensageiras são trocadas entre as que formam a matéria, maior é a força. A descrição das três forças em apenas uma teoria manteve, segundo a série, aceso o sonho da unificação, apesar de deixar a gravidade de lado por ser praticamente desprezível no nível subatômico. Os trabalhos resultaram no reconhecimento dentro da comunidade científica que levou alguns de seus desenvolvedores a receberem importantes premiações.

As imagens da cerimônia do Nobel de Física de 1979, que foi destinado a Steven Weinberg, Sheldon Lee Glashow e Abdus Salam – sendo que os dois primeiros fazem parte do grupo de especialistas entrevistados em “*The Elegant Universe*” – são usadas no programa para evidenciar essa insígnia característica do campo científico que serve, conforme Bourdieu (1983), à ostentação que altera a percepção social de uma capacidade técnica. Dessa forma, os procedimentos adotados por eles e o resultado dos seus esforços os permitiram vencer a batalha por aceitação no interior do campo para poderem impor suas práticas consideradas adequadas à compreensão da realidade.

Figura 14: Nobel de Física de 1979

Figura 15: Nobel para Sheldon Glashow



Reprodução das imagens da cerimônia do Nobel entregue aos desenvolvedores do Modelo Padrão.

Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 26'21".



Momento em que Sheldon Lee Glashow recebe o Prêmio Nobel.

Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 26'43".

Conforme declara Sheldon Lee Glashow, eles chegaram a uma teoria consistente que fazia sentido e que conquistou seu espaço na literatura da disciplina por meio de um processo de institucionalização formal. Além disso, percebe-se a correspondência com um dos estatutos do discurso científico, na perspectiva de Greimas (1976), referente à modalidade taxinômica, quando Steven Weinberg revela ter batizado a teoria das partículas de *Modelo Padrão*, na organização de um discurso racional, com forte apelo semântico, materializado na nomeação das coisas a partir de conceitos criados para o desenvolvimento da teoria.

O segundo episódio prossegue com a narrativa de que nem tudo estava satisfatório no Modelo Padrão, já que a gravidade não tinha o seu lugar dentro dele, mas mesmo assim o sucesso da Mecânica Quântica contribuiu para que o interesse pela Teoria das Cordas ficasse em segundo plano. Alguns problemas foram encontrados no caminho pela legitimação do trabalho do grupo de estudiosos das cordas, como os seguintes citados na série: anomalias existentes nas equações da teoria; a previsão de uma partícula sem massa e de uma outra que se moveria mais rápido que a luz, ambas sem comprovação por experimentos; além da exigência de dimensões extras de espaço que não podemos perceber nem saber ainda se existem. Para mostrar o processo de superação dos desafios, o apresentador destaca o nome de John H. Schwarz, que contribuiu para resolver questões da Teoria das Cordas durante as décadas de 1970 e de 1980. O físico também é um dos entrevistados e revela os esforços em adequar as fórmulas matemáticas para desprezar as dimensões extras e as partículas não detectadas, o que resultou em uma teoria “feia e inconvincente”, como destacou. Quando estava prestes a desistir, a história contada no programa

mostra que ele chegou a uma associação que levaria a proposta a outro nível: a partícula sem massa prevista seria a mensageira da gravidade no nível subatômico, o gráviton. Aparentemente, a nova teoria se tornava, então, uma promessa para a unificação de todas as forças físicas conhecidas. Michael Green, que colaborou com Schwarz na superação das inconsistências matemáticas, enfatizou que, até então, nenhuma teoria havia chegado a um entendimento que englobasse as quatro forças. Apesar da expectativa pela aceitação na comunidade científica ser baixa por parte dos desenvolvedores, a reação foi muito positiva, inclusive com forte representação midiática, levando o número de interessados passar de poucos físicos para centenas de envolvidos em cerca de um ano. O reconhecimento no interior do campo foi tamanho que Green relembra ter sido convidado para palestrar em diversos lugares do mundo, diferente das breves participações em conferências menores que havia feito antes da repercussão dos resultados.

Figura 16: John H. Schwarz



Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 28'08".

Figura 17: Teoria das Cordas no jornal



Após a solução das anomalias matemáticas, os físicos teóricos das cordas alcançaram reconhecimento e projeção midiática.

Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 35'25".

Novamente, fazemos a correspondência com Greimas (1976), desta vez na modalidade veridictória do fazer científico que tem relação com a atividade do sujeito que define a verdade a partir da coerência interna do seu discurso e da organização da linguagem para adaptá-la à realidade descrita. Com uma autoridade adquirida entre seus pares, os teóricos das cordas passam da posição de dominados, dentro do campo científico específico, para a situação de dominantes que veem suas performances gerarem capital social que pode se transformar em lucro simbólico durante suas trocas comunicativas, sejam com outros especialistas, com os meios de comunicação ou com o público leigo. As estratégias que os levaram até esse momento

parecem ser produto apenas da capacidade intelectual e da perseverança em suas práticas, porém se ampliam com a projeção que receberam e os permitem usar novas estratégias discursivas durante eventos e entrevistas para os quais são convidados. O fruto do trabalho deverá sair do quadro negro e das páginas dos artigos para se transformar em discurso articulado em defesa de uma visão do universo vista como elegante e sedutora por vários motivos já citados.

Um programa de popularização da ciência em que o apresentador é um especialista no assunto pode abordar uma experiência pessoal com o tema tratado ao narrar parte de sua trajetória profissional nessa área, revelando seu ponto de vista e suas influências. No primeiro episódio de *“Cosmos: A Spacetime Odyssey”*, por exemplo, Neil deGrasse Tyson relata seu primeiro encontro, em meados da década de 1970, com o físico e comunicador científico Carl Sagan, criador e apresentador da série *“Cosmos”* original, de 1980, que o inspirou e o estimulou a seguir a carreira científica ao mostrar seu laboratório quando ele tinha apenas 17 anos – e Tyson se tornou também famoso por seu trabalho da divulgação de ciência com a continuação da série. Já em *“The Elegant Universe”*, Brian Greene nos revela seu contato inicial com a Teoria das Cordas, em 1984, logo que chegara à Universidade de Oxford para se graduar em Física, ao ver um cartaz da palestra de Michael Green, que ele até então desconhecia, sobre uma irresistível “Teoria de Tudo”. O envolvimento com um dos pioneiros da área demonstra a relação próxima do apresentador com o grupo que recebe destaque no programa, e ao qual está integrado, e o interesse expresso na mensagem de apoio a essas ideias. Então, na posição de entrevistado, Greene manifesta sua conclusão de que esta é a solução para fazer a ponte entre a “gentileza” da Relatividade Geral com o “agitamento” da Mecânica Quântica, com a previsão da teoria de que ao invés de pontos as partículas fundamentais seriam cordas vibrantes.

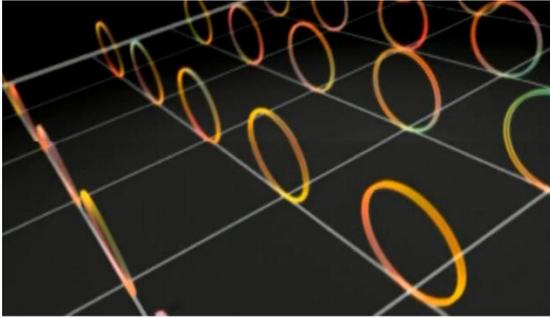
Mesmo após a superação das inconsistências nas equações, aponta-se que a Teoria das Cordas ainda possui uma brecha: a falta de uma experimentação possível para comprová-la ou descartá-la, levantada no programa por Sheldon Lee Glashow que questiona se não se trata, por esse motivo, de um esforço filosófico ao invés de uma teoria da Física. O ganhador do Nobel já havia manifestado em momento anterior acreditar nessa separação entre os físicos e os teóricos das cordas e justifica sua visão amparado no que considera serem as boas práticas do fazer científico baseadas

nas observações de experimentos. Na defesa de seus princípios, ele se encontra em uma posição dominante por já ter sido agraciado com honrarias e ser referenciado dentro do campo, e usa seu prestígio ao evidenciar sua postura em relação à produção científica como estratégia de atender ao interesse de manter a autoridade adquirida mediante métodos e práticas nos quais acredita.

Além da estranheza reportada ao espectador leigo a respeito dos ingredientes básicos de toda matéria e energia descritos pela Teoria das Cordas, o episódio prossegue na inculcação de mais um conceito científico a partir da simplificação da linguagem para explicar as dimensões extras de espaço exigidas pela formulação teórica. Em nosso cotidiano, observamos apenas três dimensões espaciais – esquerda e direita, acima e abaixo, à frente e atrás – e uma de tempo, e não se pensava existirem outras até o início do século XX. Mas, conforme o programa, isso mudou quando Theodor Kaluza, influenciado pelo trabalho de Einstein sobre a gravidade enquanto produto de deformações e ondulações no espaço-tempo, propôs que houvesse, talvez, mais uma dimensão onde o eletromagnetismo apresentaria esse mesmo comportamento. Na impossibilidade de imaginarmos uma dimensão extra, Greene faz uma comparação com fios elétricos dos centros urbanos que parecem, de uma certa distância, uma linha reta unidimensional, mas que uma aproximação, no nível do olhar de uma formiga, revelaria a espessura do material, demonstrando assim que podem haver tanto dimensões visíveis e alongadas como também pequenas e encurvadas. A sugestão que é feita para introduzir a ideia de que devem existir dimensões extras microscópicas, muito menores que o átomo, com formatos diferentes das três dimensões às quais estamos familiarizados (Figura 18), onde a energia das minúsculas cordas vibraria e daria o “sabor” das partículas.

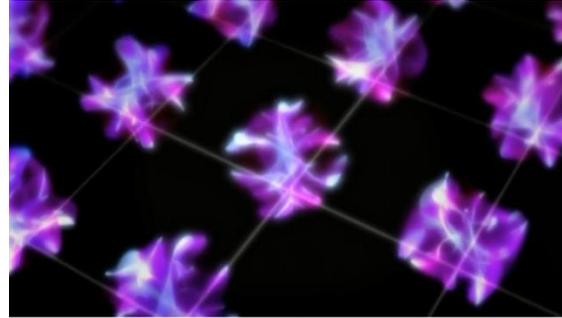
Figura 18: Dimensão extra espacial

Figura 19: Dimensões da Teoria das Cordas



Demonstração de uma minúscula dimensão extra de espaço.

Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 45'46".



Representação das dimensões extras de espaço previstas pela Teoria das Cordas.

Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 2, 46'17".

Após ganhar espaço no meio acadêmico, a nova teoria avançou bastante em meados da década de 1980, mas estava ainda envolvida em mais uma crise cuja solução será abordada no último episódio da série: os estudiosos das cordas desenvolveram cinco versões diferentes da teoria que apresentavam interpretações distintas em relação ao número de dimensões extras e ao formato dos filamentos de energia. O teor do discurso dos entrevistados e do apresentador revela que este seria mais um obstáculo a ser superado pelo fato de que, apesar de todas as versões fazerem sentido em suas formulações, apenas uma ideia deveria descrever o nosso universo. A segunda parte, então, é encerrada com o lançamento dessa controvérsia, chamando a atenção para o objetivo de ultrapassar mais uma barreira para o estabelecimento da teoria.

4.2.3 Episódio 3: “Welcome To The 11th Dimension”

O último episódio de “*The Elegant Universe*” retoma, inicialmente, algumas ideias básicas já tratadas, como a da natureza das partículas descritas pela Teoria das Cordas, mas também introduz a noção de que há um novo entendimento sobre as propriedades do espaço a partir dela. Ao simular uma situação no trânsito de Nova York, Brian Greene nos provoca a considerar que todo o universo seria composto apenas pela ilha de Manhattan para explicar a mudança da ideia sobre o espaço-tempo. Ao atravessar a cidade de um ponto a outro, é necessário um tempo de percurso do trajeto que dependerá da velocidade do deslocamento. Numa visão clássica, o espaço era considerado imutável e estático, o que mudou com a Teoria da Relatividade de Einstein que o viu como possível de se deformar e esticar. O físico alemão também previu a existência de *wormholes* ou buracos de minhoca, verdadeiros túneis no espaço-tempo que serviriam de atalho entre grandes distâncias,

e o apresentador afirma que eles se caracterizam por criar um rasgo no tecido do espaço, mesmo isso não sendo possível pela descrição de Einstein. Para abordar a diferença da concepção a partir da Teoria das Cordas, muda-se o cenário hipotético e Greene faz uma comparação entre o formato de uma rosquinha e de uma xícara de café, ambas com um buraco no meio, afirmando que o espaço poderia mudar da forma de um objeto para o outro devido a essa semelhança. Porém, para assumir a aparência sem o buraco, seria preciso provocar um rasgo na estrutura, o que não é permitido pelo entendimento da Relatividade Geral, mas se torna viável de imaginar a partir da nova teoria. Segundo Greene, ao dissertar em cima da demonstração visual a partir de uma escala subatômica, o comportamento do espaço é caótico nesse nível e talvez apresente rasgos. Para ele, as cordas seriam a solução para acalmar a turbulência nesse nível porque a ruptura do tecido seria restaurada por uma espécie de tubo formado por uma minúscula corda que envolveria e fecharia a fenda aberta.

Ao reafirmar que a Teoria das Cordas traz uma visão mais estranha do universo do que qualquer um poderia imaginar, o apresentador introduz uma das ideias mais importantes a serem desenvolvidas durante o episódio: a existência prevista de dimensões ocultas que nos cercariam e de universos paralelos. “Pessoas que disseram existirem dimensões extras de espaço foram chamadas de, você sabe, doidas ou pessoas que são malucas”, declarou Amanda Peet, da Universidade de Toronto, demonstrando a estranheza da leitura da realidade a partir dessa teoria, fragmento da entrevista utilizado na abertura do três episódios de *“The Elegant Universe”*. Essa ideia exótica chamou tanto a atenção do meio acadêmico que Sheldon Lee Glashow, mesmo tendo em momento anterior no programa afirmado que a Teoria das Cordas não é ainda um ramo da Física pela falta de comprovação experimental, classifica o campo como muito atraente e estima que grande parte dos estudantes escolhem essa linha de pesquisa.

Mas ainda havia o problema a ser superado em relação às cinco versões que surgiram da teoria. “Se houver uma ‘Teoria Fundamental da Natureza’, deve ser uma delas”, pontua Burt Ovrut, da Universidade da Pensilvânia, sobre a expectativa que havia dentro do campo de estudos, apesar de, como levanta o apresentador, ser controverso conceber uma teoria unificada de tudo que apareça em cinco distintas versões com detalhes matemáticos diferentes, mesmo tendo pontos em comum. O

momento crítico é retomado para introduzir a participação de um grande nome da Física que lançaria uma luz à Teoria das Cordas e que provocaria o desenvolvimento de uma nova teoria mais complexa, mas que traria de volta o sonho da unificação: Edward Witten, do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de Princeton. Conforme a apresentação feita por Greene, Witten é amplamente considerado um dos maiores físicos vivos do mundo, talvez até sucessor de Einstein, prestígio reiterado pelas entrevistas de Michael Green, que atribui a ele um entendimento maior dos princípios matemáticos do que outras pessoas poderiam ter, e de Joseph Polchinski, da Universidade da Califórnia, que o coloca como mais inteligente do que todos os outros físicos.

Figura 20: Edward Witten



Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 3, 19'48".

Na conferência anual dos teóricos das cordas, ocorrida em 1995 na Califórnia, Edward Witten fez uma famosa palestra muito impactante sobre sua perspectiva que trouxe a seguinte novidade: ao adicionar mais uma dimensão às seis extras de espaço já descritas na teoria, as diferentes versões estariam convergindo para um mesmo entendimento, como se fossem maneiras diferentes de ver a mesma coisa. Temos, então, a motivação para o nome do episódio "*Welcome To The 11th Dimension*", já que agora é preciso lidar com as três dimensões de espaço visíveis, uma dimensão de tempo, e sete dimensões extras previstas. A surpresa foi tão grande para todos, conforme dito por Joseph Lykken, que o físico Nathan Seiberg revelou seu constrangimento por ter de palestrar logo após Witten. Não só o renomado teórico resolveu as questões matemáticas como também trouxe uma solução que recebeu

seu próprio nome, a Teoria-M, que segundo Witten teria o M de mágico, mistério ou matriz. Explorar o prestígio atribuído a Edward Witten dentro da comunidade científica, incluindo-o também no *hall* de entrevistados, é uma forma de capitalizar a autoridade do cientista para fortalecer a credibilidade da mensagem produzida. Inclusive, pode ser entendida como uma estratégia para contrapor os posicionamentos de desconfiança em relação à teoria inseridos anteriormente no programa.

Como a Teoria-M discorre sobre a existência de dimensões extras, Brian Greene compara o movimento dos corpos na tela bidimensional do cinema com a situação tridimensional do espectador na plateia. Com o uso de efeitos especiais pelo programa para dar a impressão de que Greene sai da tela (Figura 21), ele explica que uma dimensão extra permite uma liberdade maior de deslocamento. Com suas 11 dimensões, a nova visão da teoria levou ao desenvolvimento de ideias matematicamente coerentes que vislumbraram a existência de membranas – também chamadas no episódio de ‘branas’ – nas quais as cordas se esticariam e alcançariam, ou superariam, até mesmo o tamanho do universo (Figura 23). O apresentador conclui, então, que podemos viver em um universo inserido em uma membrana contida em um espaço dimensional mais elevado e que devem haver realidades paralelas, recorrendo à comparação com fatias de um pão em que cada uma comportaria um universo diferente e paralelo com propriedades específicas e até semelhantes ao nosso. As metáforas envolvendo questões cotidianas remetem ao que está disposto em Berger & Luckmann (2004) sobre o uso da linguagem comum para traduzir discursos especializados a partir dos meios de comunicação, até mesmo porque, segundo eles, “o físico teórico diz-nos que seu conceito do espaço não pode ser transmitido por meios linguísticos” (BERGER & LUCKMANN, 2004, p. 43); e é necessário utilizar a sua própria experiência do dia a dia para traduzir, a partir desta realidade comum, o assunto específico do qual discorre, como nas situações descritas acima.

Figura 21: Greene sai da tela do cinema Figura 22: Som escapa da mesa de sinuca



Demonstração da liberdade de movimento ao passar de duas para três dimensões de espaço.

Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 3, 25'21".



As ondas sonoras causadas pela colisão das bolas escapam do espaço bidimensional da mesa.

Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 3, 32'38".

Além da uniformização da Teoria das Cordas, a Teoria-M também trouxe uma nova abordagem sobre o problema antigo e explorado pelo episódio no que diz respeito à aparente fraqueza da gravidade perante outras forças fundamentais. O programa defende que a gravidade possa ser tão forte quanto o eletromagnetismo, por exemplo, mas não sentimos toda sua influência porque ela escaparia da nossa membrana tridimensional. Para trabalhar essa ideia com a audiência, Greene novamente apela para comparações com circunstâncias cotidianas, desta vez com uma mesa de sinuca e com uma torrada. Desenvolvendo a metáfora mencionada por Savas Dimopoulos durante a entrevista, o programa aborda a colisão entre bolas durante o jogo de bilhar ao emitirem ondas sonoras que transpõem os limites da mesa bidimensional (Figura 22). De acordo com o apresentador, a gravidade poderia sair da nossa membrana da mesma forma que o som sai das colisões; ou como o açúcar e a canela que deslizam para fora da torrada quando ela é virada para baixo, diferentemente do que acontece com a geleia que adere à superfície e não cai. Esse comportamento da gravidade, segundo Greene, tem a ver com diferentes formatos de cordas e a interação delas com a membrana tridimensional pela perspectiva da Teoria-M. Nessa visão, a matéria e a luz, por exemplo, estariam relacionadas a filamentos de energia na forma de cordas abertas cujas extremidades se ligariam à membrana (Figura 24), como a geleia à torrada; ao passo que a gravidade seria representada por cordas fechadas circularmente, o que determinaria a capacidade de fuga das partículas por não haver contato com a membrana e justificaria a aparência de fraqueza da força. Dessa forma, o programa sugere que poderíamos encontrar indícios de universos paralelos em outras membranas através da gravidade; e, se existir vida inteligente, haverá teoricamente a possibilidade de comunicação pela troca de ondas gravitacionais. A

tradução de conceitos complexos em esquemas visuais é uma das possibilidades da divulgação científica pela televisão, que tem o objetivo de trazer essas ideias para o terreno comum da audiência – inclusive permitindo que ela visualize a interpretação de esquemas teóricos em comparações e cenas com efeitos especiais – inculcando em seu *habitus* as disposições que favorecem o entendimento e a familiaridade da mensagem.

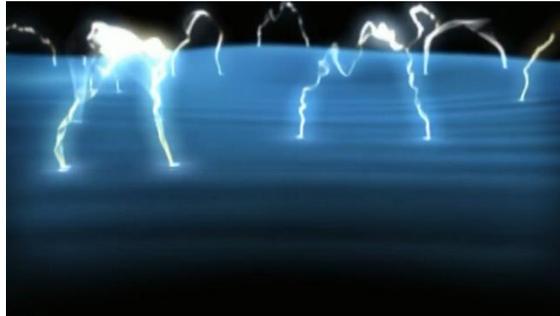
Figura 23: Membranas



Representação de membranas tridimensionais inseridas em um espaço de 11 dimensões.

Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 3, 26'18".

Figura 24: Cordas ligadas à membrana



Partículas de matéria e luz seriam formadas por cordas presas à membrana tridimensional.

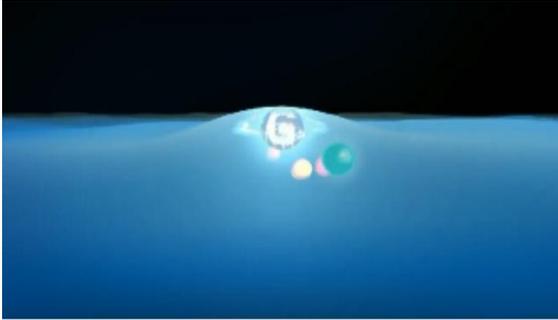
Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 3, 34'33".

Pela sua complexidade e abrangência, a Teoria-M também traria uma reinterpretação sobre um dos fenômenos mais conhecidos da física: o *Big Bang*, evento que teria dado início à expansão do universo. Porém, a descrição teórica não esclarece o que aconteceu antes da explosão nem o que a provocou, podendo causar até a impressão de que o universo teria surgido do nada. A noção trazida pelo episódio diz respeito ao choque entre duas gigantescas membranas contendo universos paralelos, sendo um deles o nosso, que se movimentam nas dimensões extras de espaço, cuja energia liberada pela colisão aqueceria as partículas de matéria e energia e justificaria uma grande explosão como a do *Big Bang*. Além disso, Brian Greene afirma que os entusiastas dessa teoria acreditam que não tenha ocorrido apenas uma vez e que colisões como essa podem acontecer indefinidamente no futuro. Mesmo com essa compreensão radicalmente diferente da noção clássica, há inconsistências matemáticas que impedem as equações de revelarem o que acontece quando há um choque entre as membranas.

Apesar da fabulosa elegância matemática e a sedutora proposta de unificação, a Teoria das Cordas, ou a Teoria-M, só será definitivamente aceita após a comprovação em laboratório de previsões advindas de suas fórmulas. De acordo com Greene, se as cordas estiverem envolvidas com o nascimento do universo, poderíamos encontrar suas marcas provocadas pela expansão por meio de observações astronômicas, o que não seria possível com a tecnologia atual. Outra maneira de certificar a teoria seria a partir de testes experimentais em aceleradores de partículas, como o Fermilab, nos Estados Unidos, com túneis circulares quilométricos nos quais átomos de hidrogênio (e outras partículas) são impulsionados por grande energia para provocar colisões entre eles cujo efeito é a desintegração de suas estruturas e a geração de inúmeras partículas subatômicas. A esperança do apresentador para a validação da Teoria-M é que seja encontrado, durante os experimentos, o gráviton – que seria detectado pelo equipamento devido à sua ausência (Figura 25), conforme declara a física Maria Spiropulu, do Fermilab. O episódio mostra também a construção de outro acelerador de partículas, desta vez na fronteira da Suíça com a França, que terá uma potência sete vezes a do laboratório americano e pertence à Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear, conhecida como CERN. A expectativa é que os cientistas consigam encontrar, neste novo espaço, as evidências para uma das previsões da Teoria das Cordas: a Supersimetria, que propõe a existência de partículas mais pesadas relacionadas a partículas conhecidas de matéria e força, como o fóton, o elétron ou os quarks, denominadas de “spartículas” – respectivamente, “sfóton”, “selétron” e “squarks” (Figura 26). O resultado positivo para a Supersimetria evidenciaria um enorme avanço para a Teoria das Cordas e seria motivo de comemorações em todo o mundo, segundo entrevistados; mesmo não sendo sua comprovação definitiva, sugeriria que os cientistas estão trilhando o caminho certo.

Figura 25: Gráviton escapando

Figura 26: Partículas supersimétricas



Cientistas esperam detectar o gráviton em aceleradores de partículas.
Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 3, 47'26".



A Supersimetria prevê a existência de "primas" mais pesadas das partículas de matéria e força.
Fonte: THE ELEGANT, 2003, ep. 3, 34'33".

Nos minutos finais do último episódio "*The Elegant Universe*", questiona-se mais uma vez se os experimentos, nesses e nos ainda mais potentes aceleradores de partículas do futuro, comprovarão a interpretação da realidade a partir da Teoria-M. "Poderia a Teoria das Cordas, no fim das contas, estar errada?", questiona Brian Greene seguido pelas declarações de Michael Duff e Joseph Lykken, que receiam ter esses físicos despendido esforços nas últimas décadas em vão. Mas a crença na teoria é grande porque, como afirma o apresentador, ela faz tanto sentido que "muitos de nós acreditam que tem de estar correta". Conforme Steven Weinberg, nunca uma teoria com tamanho apelo matemático se provou ser totalmente errada, o que seria uma grande elegância desperdiçada. A última declaração de Greene demonstra a perseverança dos cientistas em seguir sua curiosidade para explorar o desconhecido, mesmo que em centenas ou milhares de anos ainda haja aspectos incompreendidos da natureza, e que a Teoria das Cordas é um produto da criatividade humana para responder a questões antigas sobre o cosmo na "nossa busca para entender completamente este universo elegante".

4.3 Atualização do conteúdo

Quando foi ao ar, em 2003, a série "*The Elegant Universe*" abordou a construção de um grande acelerador de partículas do laboratório europeu CERN, cujo funcionamento poderia resultar na descoberta de vestígios da Supersimetria, de acordo com o último episódio, que seria uma evidência prevista pela Teoria das Cordas. Trata-se do

Grande Colisor de Hádrons, ou LHC¹¹ (Large Hadron Collider), o acelerador mais potente do mundo até agora, com 27 quilômetros de extensão, que começou a funcionar em 10 de setembro de 2008.

Em julho de 2012, foi possível observar experimentalmente, pela primeira vez, a existência do bóson de Higgs¹², mundialmente conhecido como a “partícula de Deus”, que se encaixa perfeitamente no centro do Modelo Padrão e que descreve como as partículas adquirem massa. O bóson fora previsto décadas antes pelo britânico Peter Higgs e pelo belga Francois Englert, laureados com o Nobel de Física em 2013, após o trabalho realizado pelo CERN.

Mesmo com a descoberta, a comunidade científica esperava que, ao aumentar a energia das colisões, partículas mais pesadas previstas pela Supersimetria apareceriam nos experimentos. Até agora, isso não aconteceu e frustrou parte dos que apostavam nessa teoria fazendo-os se questionarem sobre o futuro da Física¹³ e, também, se prepararem para abandonar a hipótese¹⁴. Porém, foi anunciada em 2019 a construção de um novo acelerador de partículas sete vezes mais potente no CERN, o Colisor Circular do Futuro (FCC)¹⁵, que terá 100 quilômetros de extensão e será ligado ao LHC. As obras devem ficar prontas somente em 2050, mas espera-se que o funcionamento do aparelho possa ajudar os cientistas a responderem grandes questões ainda em aberto, como o caso da Supersimetria, já que o FCC poderá produzir partículas mais pesadas que o bóson de Higgs que se encaixariam nessa teoria.

¹¹THE LARGE HADRON COLLIDER. Disponível em: <<https://home.cern/science/accelerators/large-hadron-collider>>. Acesso em: 6 ago. 2019.

¹²COHEN, Otávio. **CERN confirma: partícula descoberta em 2012 é mesmo o bóson de Higgs.** Superinteressante. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/blog/supernovas/cern-confirma-particula-descoberta-em-2012-e-mesmo-o-boson-de-higgs/>>. Acesso em: 6 ago. 2019.

¹³A SUPERSIMETRIA está morta?. Scientific American Brasil. Disponível em: <<http://sciam.uol.com.br/a-supersimetria-esta-morta/>>. Acesso em: 6 ago. 2019.

¹⁴WADE, Elton. **À medida que a Supersimetria falha nos testes, físicos procuram novas ideias.** Medium. Disponível em: <<https://medium.com/@eltonwade/%C3%A0-medida-que-a-supersimetria-falha-nos-testes-f%C3%ADsicos-procuram-novas-ideias-atualidade-92d98b7d7db7>>. Acesso em: 6 ago. 2019.

¹⁵DOMÍNGUEZ, Nuño. **Europa planeja maior máquina da Terra para explorar universo desconhecido.** El País. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2019/01/23/ciencia/1548263254_240102.html>. Acesso em: 6 ago. 2019.

A não comprovação da Supersimetria colocaria em jogo, segundo o físico brasileiro Marcelo Gleiser¹⁶, a carreira de cientistas de renome internacional, além de descartar a visão “enraizada” de que a natureza possui uma estrutura simples. Gleiser é um dos pesquisadores que fazem críticas à elaboração de uma “teoria de tudo”, uma teoria final, para explicar o universo, apesar de ter trabalhado com a hipótese das cordas em seu doutorado¹⁷, e reconhece haver um conflito entre quem a apoia e quem a questiona. De acordo com seu artigo, publicado em 2011 na Folha de São Paulo¹⁸, mesmo com a verificação de previsões do modelo das cordas, esta não seria ainda uma teoria final pelo fato de que, pela ciência, só podemos conhecer o que é possível de mensurar e que uma visão unificada da realidade precisa ser revisada sempre que novas descobertas surgirem, demonstrando ser ainda um conhecimento incompleto do universo.

¹⁶GLEISER, Marcelo. **Are Physicists Ready To Give Up The Chase For SUSY?**. NPR. Disponível em: <<https://www.npr.org/sections/13.7/2014/04/26/306747481/why-won-t-susy-come-home>>. Acesso em: 6 ago. 2019.

¹⁷GLEISER, Marcelo. **A controvérsia das supercordas**. Folha de São Paulo. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe0511200603.htm>>. Acesso em: 6 ago. 2019.

¹⁸GLEISER, Marcelo. **Teoria de tudo: fato ou fantasia?**. Folha de São Paulo. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1303201104.htm>>. Acesso em 6 ago. 2019.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na linguagem autorizada, o poder das palavras é delegado a um porta-voz, cuja autoridade é conferida externamente à lógica discursiva. A retórica do discurso institucional é caracterizada pela fala autorizada limitada à delegação de poder da instituição ao emissor. Por meio do locutor, permite-se o acesso a esse discurso oficial e legítimo a partir da linguagem como meio de expressão, dependendo da posição social do interlocutor.

O porta-voz autorizado consegue agir com as palavras em relação com os outros agentes e, por meio de seu trabalho, agir sobre as próprias coisas, na medida em que sua fala concentra o capital simbólico acumulado pelo grupo que lhe conferiu o mandato e do qual ele é, por assim dizer, o procurador (BOURDIEU, 2008, p. 89).

A partir da análise da minissérie, percebemos que a comunidade científica reconhece o apresentador e criador do programa como porta-voz autorizado a falar sobre o assunto à audiência televisiva, principalmente entre os teóricos das cordas que compartilham as mesmas opiniões e expectativas. Quando esse reconhecimento é também conferido pelo público ao locutor, alcança-se a eficácia simbólica do discurso.

Dando legitimidade a falar sobre o assunto, os ritos de instituição naturalizam propriedades sociais e, nesse caso, atribuem aos cientistas a competência de produzir enunciados dignos de serem aceitos porque esses agentes já teriam passado por estágios acadêmicos e cumprido requisitos que os consagraram dentro do campo. A mensagem do programa insinua que tanto o apresentador quanto os entrevistados, incluindo indiretamente todos os pesquisadores da área, passam por ritos institucionais que conferem a eles o poder de agir sobre a representação social por meio da visão de mundo difundida na comunidade científica e desenvolvida a partir de suas práticas e conhecimentos. Para Bourdieu, os títulos sociais ampliam a crença no valor de quem os porta e, no campo científico, enquanto emblemas e signos, servem à ostentação produtora de ficção social que modifica a percepção do conhecimento técnico. O ato da instituição notifica uma identidade a um indivíduo para exprimi-la ou para impô-la perante os outros, devendo ele agir conforme sua definição devido à função que desempenha. Esse ato produz nos indivíduos consagrados a

crença de que “eles possuem uma justificação para existir, ou melhor, que sua existência serve para alguma coisa” (BOURDIEU, 2008, p. 106).

Em “*The Elegant Universe*”, ficam expressas a legitimidade do porta-voz (o apresentador da série) e os ritos institucionais pela representação audiovisual do programa enquanto estratégia de manipulação simbólica para determinar a representação mental do campo em questão investida de interesses e pressupostos. Entendidas como enunciados performativos, as representações enunciam o que se pretende fazer acontecer, impondo pela ação política representações mentais, verbais, gráficas ou teatrais capazes de agir sobre o mundo social e sobre a representação dos agentes em relação a si próprios. Conforme Bourdieu, tal ação tem o objetivo de constituir ou desfazer grupos pela produção, reprodução ou destruição das representações públicas desses grupos para eles mesmos e para os outros indivíduos. A visão de mundo restrita à disposição prática é introduzida na objetividade de um discurso público pelo trabalho político de representação, como no caso da minissérie, do grupo científico em questão na mídia televisiva.

A prática linguística da popularização da ciência está diretamente ligada às práticas legítimas da comunidade científica e possui a competência de gerar o lucro da distinção a partir do capital linguístico referente à posição de quem está autorizado e se propõe a exercer a atividade. Esse lucro é garantido se estiverem postas condições como a unificação do mercado, já previamente considerada quando se trata da audiência de um programa de divulgação científica como o que foi analisado, e a distribuição desigual da competência legítima, conferida ao apresentador e aos entrevistados na minissérie estudada que fazem parte do grupo dominante que impõe sua legitimidade ao mercado linguístico. Nessa relação de comunicação, a troca linguística é posta em vigor pela relação da força simbólica entre produtores e consumidores, a partir do ciframento e deciframento operados pelos códigos televisivos, capaz de produzir o lucro simbólico da distinção. O discurso de “*The Elegant Universe*” é destinado não apenas a ser compreendido, decodificado, mas também a gerar riquezas, por sua apreciação, e autoridade, pela crença e obediência na mensagem. A imposição de legitimidade é tão maior quanto mais reconhecimento da competência a audiência atribuir aos locutores. Dependendo do grau de oficialidade da situação, haverá mais facilidade para a competência dominante ser

eficiente enquanto capital linguístico capaz de determinar, favoravelmente aos seus produtos, a formação dos preços do mercado que assegura o lucro simbólico.

Para formular a mensagem do programa, são antecipados os preços fixados pelo mercado formado pela ampla audiência televisiva da emissora, o que determina as características da divulgação científica que envolvem a simplificação da linguagem e a tradução de conceitos complexos com exemplos baseados na vida cotidiana. Ao considerar o *habitus* linguístico da recepção, evoca-se uma censura prévia que causa interferência na produção do discurso e colabora para constituir as propriedades da produção linguística e o valor objetivo que ela adquire. No caso da minissérie apresentada por Brian Greene, as instruções do *habitus* dos físicos teóricos das cordas impactam na elaboração da mensagem quando ela trata de questões como a unificação das teorias físicas e o progresso linear proporcionado pelo desenvolvimento científico e tecnológico, e são inculcadas na audiência ao dar visibilidade a conquistas científicas históricas e ao demonstrar a evolução do conhecimento científico e o surgimento de novas teorias. Afinal, foi considerado necessário, primeiramente, introduzir algumas visões sobre a ciência difundidas pela comunidade científica representada para justificar a sugestão da ideia revolucionária da Teoria das Cordas como solução para unificar o campo da física e para oferecer uma nova abordagem sobre a estrutura do universo. Uma audiência leiga no assunto já tem inculcada em seu *habitus* a noção de que, pela ciência, é possível fazer descobertas sobre a realidade do mundo natural, principalmente porque parte do resultado dessa produção está presente no dia a dia das pessoas, incluindo o aparato tecnológico disponível para transmitir a informação pela televisão. Dessa forma, essa predisposição do público serve como um gancho para o *habitus* da produção da mensagem impactar o *habitus* do espectador resultando no reconhecimento da autoridade do apresentador e dos entrevistados.

Conforme o item 2.1, os sujeitos sociais estão localizados na interseção de vários jogos de linguagem em seu cotidiano, muitos deles possíveis graças aos meios de comunicação, e, como o poder fica disperso nos elementos narrativos, o jogo de linguagem do programa busca a instituição de uma forma de poder para alcançar a compreensão mútua entre quem produz e quem recebe a mensagem. Muito próximo a um modelo comunicacional, o funcionamento do jogo discursivo relativo à produção

e circulação de “*The Elegant Universe*” é definido pela enunciação do apresentador e dos entrevistados, enquanto indivíduos que estão em uma posição privilegiada de emissão, e pela legitimação do destinatário, a depender de como o discurso é apresentado, para se efetivar o jogo.

Na perspectiva das disputas de interesse, o grupo dominante – formado pelos cientistas envolvidos e pelos trabalhadores da emissora – utiliza jogos de linguagem como estratégia de poder para produzir a territorialidade do discurso, ampliando a influência de suas práticas e de suas visões de mundo. Por meio desse processo de territorialização simbólica, o senso comum da audiência é impactado por vestígios da *doxa* – tomada por Bourdieu como suposições cognitivas e avaliativas aceitas conforme o grau de adequação do sujeito ao campo – do grupo científico em questão ao ajustar as estruturas do *habitus* da recepção à estrutura objetiva do campo da produção científica e interferir na *doxa* da audiência para transferir e manter a ordem simbólica que admite discursos sem questionamento através da sensação de familiaridade. Dessa forma, podemos inferir que a atividade de popularização da ciência é a estratégia de territorialização do campo científico nos meios de comunicação e no mundo social, formando a partir do espaço televisivo uma espécie de interseção entre os territórios científico, midiático e da vida cotidiana. Isso é fruto da competência linguística dos locutores determinada pela trajetória pessoal no campo científico e pelo espaço privilegiado que ocupam na hierarquia do campo linguístico que permitem a eles estarem em evidência em um programa de televisão.

Após a revisão bibliográfica e a análise da minissérie “*The Elegant Universe*”, foi possível estabelecer as características do discurso do programa pelo referencial teórico das trocas linguísticas, conforme Bourdieu, aliado às discussões sobre a popularização da ciência para o público leigo e a noção de território. Por meio do trabalho, identificamos a legitimidade conferida aos locutores da mensagem como reflexo da autoridade que possuem no mercado linguístico, proporcionado pelos meios de comunicação, a partir das práticas exercidas no campo científico reconhecidas pela sociedade e pelo canal público de televisão veiculador do programa.

Assim como outras produções voltadas à popularização da ciência, percebemos a preocupação em simplificar a mensagem como forma de torná-la compreensível e crível pela audiência, principalmente devido à abordagem de ideias abstratas sem correspondência na vida cotidiana – dimensão pela qual o público desenvolve suas aptidões linguísticas e por onde constrói suas visões de mundo. Dessa forma, organiza-se o discurso a partir de uma linguagem média que leva em conta a condição especializada dos códigos da produção científica, as possibilidades da transmissão pela televisão e as comparações com situações do dia a dia dos espectadores. Mesmo com a complexidade atribuída aos conceitos da Teoria das Cordas, foi possível tratar de partículas subatômicas, dimensões extras de espaço, forças fundamentais da natureza, enfim, diversos termos que não fazem parte da vivência e da bagagem cultural de um espectador leigo.

Além de ser um *expert*, o físico e apresentador Brian Greene figura como porta-voz autorizado por parte do campo científico e pela mídia a conduzir a audiência por um “passeio” pelo tema apresentado, demonstrando a capacidade do cientista de se comunicar com o público não especialista para inculcar o discurso científico simplificado nas disposições do *habitus* dos espectadores, na missão de fazê-los conferir legitimidade ao emissor e à mensagem. Percebemos que Greene não se satisfaz apenas em participar da produção de ciência, mas também se debruça na atividade de popularizar o conhecimento construído pelo grupo do qual faz parte, e utiliza a competência linguística e o capital simbólico adquiridos no interior do campo científico para a elaboração de um discurso digno de ser apreciado e gerar o lucro simbólico proveniente da distinção conferida a ele pela audiência no momento da recepção a partir do reconhecimento da prática legítima que exerce enquanto físico.

Com o referencial teórico utilizado, outros estudos sobre a competência discursiva podem ser desenvolvidos em relação a discursos especializados. Por meio da economia das trocas linguísticas de Bourdieu, a análise nos permitiu verificar as marcas no discurso, apontar a posição dos locutores e como eles se diferenciam dos demais, entender a autoridade atribuída a quem tem a permissão de falar, identificar a lei de formação dos preços do mercado linguístico, além de evidenciar os aspectos sociais que sustentam a aprovação da legitimidade dos produtores da mensagem.

Passamos a entender a popularização da ciência – como no caso do programa analisado que foi criado por um físico – enquanto estratégia de territorialização do campo científico pela modalidade cultural do discurso na qual os dominantes, quem elabora e faz circular a mensagem, aplicam aos interlocutores dominados critérios de apreciação mais favoráveis à sua produção, ampliando tanto a influência da comunidade científica na sociedade – ao impactarem o *habitus* da audiência, tornando-a também predisposta a reproduzir o discurso – quanto o território de aceitação da Teoria das Cordas e da Física em geral.

Ao mesmo tempo que está inserida em um contexto de poder, a atividade de divulgar ciência também é um instrumento para difusão e socialização do conhecimento gerado pelas diversas disciplinas que se empenham na compreensão dos mundos social e natural, contribuindo para o acesso da população a informações especializadas decorrentes de práticas instituídas na comunidade científica e, conseqüentemente, aumentando o interesse pelas contribuições do campo.

Desde o lançamento de “*The Elegant Universe*”, em 2003, vários outros programas do gênero continuam a ser exibidos em canais de televisão, demonstrando a existência de uma audiência considerável atraída pelo tipo de conteúdo. Por isso, os cientistas precisam ter em mente a importância de dar publicidade aos próprios feitos e de seus pares, numa espécie de prestação de contas à sociedade, enquanto a audiência deve estar atenta às intenções expressas nessa forma de comunicação.

Esta é uma maneira de garantir que as contribuições e os avanços da ciência estejam disponíveis amplamente e possam subsidiar argumentos, pontos de vista, decisões políticas e pessoais a partir de informações trabalhadas para servirem de entretenimento, sem deixar de lado a necessária credibilidade ancorada na participação de especialistas e na abordagem de possíveis controvérsias e limites da ciência enquanto sistema de estudo e aquisição de conhecimento sobre o mundo.

Referências

- A TERRA é plana. Direção: Daniel J. Clark. Produção: Daniel J. Clark, Nick Andert e Caroline Clark. Documentário, 96 min. Disponível em: < <https://www.netflix.com/title/81015076>>. Acesso em: 5 jun. 2019.
- BARROS FILHO, Clóvis de & MARTINO, Luís Mauro Sá. **O habitus na comunicação**. São Paulo: Paulus, 2003.
- BEGER, Peter & LUCKMANN, Thomas. **A construção social da realidade**: tratado de sociologia do conhecimento. Petrópolis: Vozes, 2004.
- BOURDIEU, Pierre. **A economia das trocas linguísticas**: o que falar quer dizer. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- BOURDIEU, Pierre. **O campo científico**. In: ORTIZ, R. (Org). Pierre Bourdieu: sociologia. São Paulo: Ática, 1983. p.122-155. (Grandes Cientistas Sociais, n. 39).
- BOURDIEU, Pierre. **O poder simbólico**. Lisboa: Difel, 1989.
- BOURDIEU, Pierre. **Sobre a televisão**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1997.
- CARIBÉ, Rita de Cássia do Vale. **Comunicação científica para o público leigo no Brasil**. 2011. 320 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- CATANI, Afrânio et al (org.). **Vocabulário Bourdieu**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2017.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Percepção Pública da C&T no Brasil – 2019**. Resumo Executivo. Brasília, DF: 2019. 24p.
- CHAUÍ, Marilena. **Cultura e democracia**: o discurso competente e outras falas. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- COSMOS: a spacetime odyssey**. Criação: Ann Druyan e Steven Soter. Produção: Seth MacFarlane, et al. EUA. National Geographic Channel, 2014. 557 min. Disponível em <www.nationalgeographic.com/tv/watch/cebd37976d6172a938ec77621fb35699/>. Acesso em: 27 mar. 2019.
- DUARTE, Elizabeth Bastos. **Televisão**: ensaios metodológicos. Porto Alegre: Sulina, 2004.
- THE ELEGANT universe**. Criação: Brian Greene. Produção: Joseph McMaster Written & Julia Cort. PBS, Arlington, out/nov. 2003. 159 min. Disponível em <<https://www.pbs.org/wgbh/nova/series/the-elegant-universe/episodes/>>. Acesso em: 6 de agosto de 2019.
- FIORIN, José Luiz. **Linguagem e ideologia**. 6. ed. São Paulo: Ática, 1998.

GERMANO, Marcelo Gomes. **Uma nova ciência para um novo senso comum**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

GREIMAS, Algirdas Julien. **Semiótica e Ciências Sociais**. São Paulo: Cultrix, 1976.

HAESBAERT, Rogério. **O mito da desterritorialização**: do fim dos territórios à multiterritorialidade. 6. ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2011.

HALL, Stuart. **Da diáspora**: identidades e mediações culturais. Belo Horizonte: UFMG, 2003.

HARVEY, David. **Condição pós-moderna**. 16. ed. São Paulo: Loyola, 2007.

HAWKING, Stephen. **Uma breve história do tempo**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

JOST, François. **Compreender a televisão**. Porto Alegre: Sulina, 2010.

LEFEBVRE, Henri. **The production of space**. Malden (EUA): Blackwell Publishing, 1991.

LYOTARD, Jean-François. **O pós-moderno**. 3. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1988.

MACHADO, Arlindo. **A televisão levada a sério**. São Paulo: Editora Senac, 2000.

MACHADO, Arlindo & VÉLEZ, Marta Lucía. Questões metodológicas relacionadas com análise de televisão. **E-Compós**, Brasília, v. 8, p. 1-15, 2007. Disponível em: <<http://www.compos.org.br/seer/index.php/e-compos/issue/view/8>>. Acesso em 13 de outubro de 2016.

MASSEY, Doreen. **Pelo espaço**: uma nova política da espacialidade. Bertrand Brasil Editora, Rio de Janeiro, 2008.

MARTIN-BARBERO, Jesús. **Dos meios às mediações**: comunicação, cultura e hegemonia. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1997.

MARX, Karl & ENGELS, Friedrich. **A ideologia alemã**. 2. ed. 2. tir. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

MEADOWS, Arthur Jack. **A comunicação científica**. Brasília: Briquet de Lemos, 1999.

MEDEIROS, Gilene Moura Cavalcante de. **Habitus e territorialidade na composição da dinâmica imobiliária em Natal/RN**. 2011. 168 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

NICHOLS, Bill. **Introdução ao documentário**. 3. ed. Campinas: Papyrus, 2008.

PASTERNAK, Natália. **A ciência brasileira e Síndrome de Cassandra**. Palestra conferida no TEDxUSP (São Paulo, SP), out. 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=F3kUeDIP3lo>>. Acesso em: 5 jun. 2019.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma geografia do poder**. São Paulo: Ática, 1993.

SANTAELLA, Lucia. **Comunicação e pesquisa**: projetos para mestrado e doutorado. São Paulo: Hacker Editores, 2001.

SANTOS, Boaventura de Souza. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. 4. ed. São Paulo: Graal, 2003.

SIQUEIRA, Denise da Costa Oliveira. **A ciência na televisão**: mito, ritual e espetáculo. São Paulo: Annablume, 1999.

TAVARES, Denise & REZENDE, Renata [org.]. **Mídias & divulgação científica**: desafios e experimentações em meio à popularização da ciência. Rio de Janeiro: Ciências e Cognição, 2014.

TAVARES, Denise. **Audiovisual e ciência: que tal uma DR?**. In: TAVARES, Denise & REZENDE, Renata [org.]. **Mídias & divulgação científica**: desafios e experimentações em meio à popularização da ciência. Rio de Janeiro: Ciências e Cognição, 2014.

A TERRA é plana. Direção: Daniel J. Clark. Produção: Daniel J. Clark, Nick Andert e Caroline Clark. Delta-v Production (EUA), 2018. Documentário, 96 min. Disponível em: <<https://www.netflix.com/title/81015076>>. Acesso em 5 jun. 2019.

THIRY-CHERQUES, Hermano Roberto. Pierre Bourdieu: a teoria na prática. **Rev. Adm. Pública** [online]. 2006, vol.40, n.1, p. 27-53. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rap/v40n1/v40n1a03.pdf>>. Acesso em 29 de julho de 2019.

VALIELA, Ivan. **Doing science**: design, analysis, and communication of scientific research. Nova York: Oxford University Press, Inc., 2001.

WOLTON, Dominique. **Elogio do grande público**: uma teoria crítica da televisão. São Paulo: Ática, 1996.

ANEXO

Roteiro de “The Elegant Universe”

Unidade	EPISÓDIO 1: EINSTEIN’S DREAM
<p>Abertura 00:00 - 03:02</p>	<p><i>NARRATOR</i>: Now, on NOVA, take a thrill ride into a world stranger than science fiction, where you play the game, by breaking some rules, where a new view of the universe, pushes you beyond the limits of your wildest imagination. This is the world of string theory, a way of describing every force and all matter from an atom to earth, to the end of the galaxies—from the birth of time to its final tick—in a single theory, a theory of everything. Our guide to this brave new world is Brian Greene, the bestselling author and physicist.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i> (Columbia University): And no matter how many times I come here, I never seem to get used to it.</p> <p><i>NARRATOR</i>: Can he help us solve the greatest puzzle of modern physics—that our understanding of the universe is based on two sets of laws, that don't agree?</p> <p><i>NARRATOR</i>: Resolving that contradiction eluded even Einstein, who made it his final quest. After decades, we may finally be on the verge of a breakthrough. The solution is strings, tiny bits of energy vibrating like the strings on a cello, a cosmic symphony at the heart of all reality. But it comes at a price: parallel universes and 11 dimensions, most of which you've never seen.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: We really may live in a universe with more dimensions than meet the eye.</p> <p><i>AMANDA PEET</i> (University of Toronto) : People who have said that there were extra dimensions of space have been labeled crackpots, or people who are bananas.</p> <p><i>NARRATOR</i>: A mirage of science and mathematics or the ultimate theory of everything?</p> <p><i>S. JAMES GATES, JR.</i> (University of Maryland) : If string theory fails to provide a testable prediction, then nobody should believe it.</p> <p><i>SHELDON LEE GLASHOW</i> (Boston University) : Is that a theory of physics, or a philosophy?</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: One thing that is certain is that string theory is already showing us that the universe may be a lot stranger than any of us ever imagined.</p> <p><i>NARRATOR</i>: Coming up tonight...it all started with an apple.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: The triumph of Newton's equations come from the quest to understand the planets and the stars.</p> <p><i>NARRATOR</i>: And we've come a long way since.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: Einstein gave the world a new picture for what the force of gravity actually is.</p> <p><i>NARRATOR</i>: Where he left off, string theorists now dare to go. But how close are they to fulfilling Einstein's dream? Watch The Elegant Universe right now.</p>
<p>Patrocínio do canal 03:03 - 03:37</p>	<p><i>NARRATOR</i>: Major funding for Nova is provided by the Park Foundation</p> <p>SPRINT AD: Science, it's giving us the framework to help make wireless communication clear. Sprint is proud to support Nova.</p> <p>MICROSOFT AD: We see an inventor. At Microsoft, your potential inspire us to create software that helps you reached it. Your potential, our passion.</p>
<p>Patrocínio da série 03:38 - 04:19</p>	<p><i>NARRATOR</i>: The funding for The Elegant Universe is provided by:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alfred P. Sloan Foundation, to enhance public understanding of science and technology; - and by the National Science Foundation: America's investment in the future; <p>Additional funding is provided by:</p> <ul style="list-style-type: none"> - (Volkswagen ad); - and by The George D. Smith Fund;

	- and The U.S. Department Of Energy: fostering science and security
Patrocínio do canal 04:20 - 04:27	NARRATOR: Major funding for Nova is also provided by the Corporation For Public Broadcast (CPB) and viewers like you.
Créditos 04:28 - 04:46	
Apresentador 04:47 - 06:04	<p><i>BRIAN GREENE</i>: Fifty years ago, this house was the scene of one of the greatest mysteries of modern science, a mystery so profound that today thousands of scientists on the cutting edge of physics are still trying to solve it.</p> <p>Albert Einstein spent his last two decades in this modest home in Princeton, New Jersey. And in his second floor study Einstein relentlessly sought a single theory so powerful it would describe all the workings of the universe. Even as he neared the end of his life Einstein kept a notepad close at hand, furiously trying to come up with the equations for what would come to be known as the "Theory of Everything". Convinced he was on the verge of the most important discovery in the history of science, Einstein ran out of time, his dream unfulfilled.</p>
Apresentador 06:05 - 09:33	<p><i>BRIAN GREENE</i>: Now, almost a half century later, Einstein's goal of unification—combining all the laws of the universe in one, all-encompassing theory—has become the Holy Grail of modern physics. And we think we may at last achieve Einstein's dream with a new and radical set of ideas called "string theory."</p> <p>But if this revolutionary theory is right, we're in for quite a shock. String theory says we may be living in a universe where reality meets science fiction—a universe of eleven dimensions with parallel universes right next door—an elegant universe composed entirely of the music of strings.</p> <p>But for all its ambition, the basic idea of string theory is surprisingly simple. It says that everything in the universe, from the tiniest particle to the most distant star is made from one kind of ingredient—unimaginably small vibrating strands of energy called strings.</p> <p>Just as the strings of a cello can give rise to a rich variety of musical notes, the tiny strings in string theory vibrate in a multitude of different ways making up all the constituents of nature. In other words, the universe is like a grand cosmic symphony resonating with all the various notes these tiny vibrating strands of energy can play.</p> <p>String theory is still in its infancy, but it's already revealing a radically new picture of the universe, one that is both strange and beautiful. But what makes us think we can understand all the complexity of the universe, let alone reduce it to a single "Theory of Everything?"</p> <p><i>(GREENE TO THE DOG)</i>: We have $R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R$—you remember how this goes—equals $8\pi G T_{\mu\nu}$...comes from varying the Einstein-Hilbert action, and we get the field equations and this term. You remember what this is called? No that's the scalar curvature. This is the ricci tensor. Have you been studying this at all?</p> <p><i>GREENE</i>: No matter how hard you try, you can't teach physics to a dog. Their brains just aren't wired to grasp it. But what about us? How do we know that we're wired to comprehend the deepest laws of the universe? Well, physicists today are confident that we are, and we're picking up where Einstein left off in his quest for unification.</p>
Apresentador como entrevistado 09:34 - 10:04	<i>BRIAN GREENE (Columbia University)</i> : Unification would be the formulation of a law that describes, perhaps, everything in the known universe from one single idea, one master equation. And we think that there might be this master equation, because throughout the course of the last 200 years or so, our understanding of the universe has given us a variety of explanations that are all pointing towards one spot. They seem to all be converging on one nugget of an idea that we're still trying to find.
Entrevista 10:05 - 10:59	<p><i>STEVEN WEINBERG (University of Texas at Austin)</i>: Unification is where it's at. Unification is what we're trying to accomplish. The whole aim of fundamental physics is to see more and more of the world's phenomena in terms of fewer and fewer and simpler and simpler principles.</p> <p><i>MICHAEL B. GREEN (University of Cambridge)</i>: We feel, as physicists, that if we can explain a wide number of phenomena in a very simple manner, that that's somehow progress. There is almost an emotional aspect to the way in which the great theories in physics sort of encompass a wide variety of apparently different physical phenomena. So this idea that we should be aiming to unify our understanding is inherent, essentially, to the whole way in which this kind of science progresses.</p>

Apresentador 11:00 - 11:52	<p><i>BRIAN GREENE:</i> And long before Einstein, the quest for unification began with the most famous accident in the history of science. As the story goes, one day in 1665, a young man was sitting under a tree when, all of a sudden, he saw an apple fall from above. And with the fall of that apple, Isaac Newton revolutionized our picture of the universe.</p> <p>In an audacious proposal for his time, Newton proclaimed that the force pulling apples to the ground and the force keeping the moon in orbit around the earth were actually one and the same. In one fell swoop, Newton unified the heavens and the earth in a single theory he called gravity.</p>
Entrevista 11:53 - 12:09	<p><i>STEVEN WEINBERG:</i> The unification of the celestial with the terrestrial—that the same laws that govern the planets in their motions govern the tides and the falling of fruit here on earth—it was a fantastic unification of our picture of nature.</p>
Apresentador 12:10 - 16:15	<p><i>BRIAN GREENE:</i> Gravity was the first force to be understood scientifically, though three more would eventually follow. And, although Newton discovered his law of gravity more than 300 years ago, his equations describing this force make such accurate predictions that we still make use of them today. In fact scientists needed nothing more than Newton's equations to plot the course of a rocket that landed men on the moon.</p> <p>Yet there was a problem. While his laws described the strength of gravity with great accuracy, Newton was harboring an embarrassing secret: he had no idea how gravity actually works.</p> <p>For nearly 250 years, scientists were content to look the other way when confronted with this mystery. But in the early 1900s, an unknown clerk working in the Swiss patent office would change all that. While reviewing patent applications, Albert Einstein was also pondering the behavior of light. And little did Einstein know that his musings on light would lead him to solve Newton's mystery of what gravity is.</p> <p>At the age of 26, Einstein made a startling discovery: that the velocity of light is a kind of cosmic speed limit, a speed that nothing in the universe can exceed. But no sooner had the young Einstein published this idea than he found himself squaring off with the father of gravity.</p> <p>The trouble was, the idea that nothing can go faster than the speed of light flew in the face of Newton's picture of gravity. To understand this conflict, we have to run a few experiments. And to begin with, let's create a cosmic catastrophe.</p> <p>Imagine that all of a sudden, and without any warning, the sun vaporizes and completely disappears. Now, let's replay that catastrophe and see what effect it would have on the planets according to Newton.</p> <p>Newton's theory predicts that with the destruction of the sun, the planets would immediately fly out of their orbits careening off into space. In other words, Newton thought that gravity was a force that acts instantaneously across any distance. And so we would immediately feel the effect of the sun's destruction.</p> <p>But Einstein saw a big problem with Newton's theory, a problem that arose from his work with light. Einstein knew light doesn't travel instantaneously. In fact, it takes eight minutes for the sun's rays to travel the 93 million miles to the earth. And since he had shown that nothing, not even gravity, can travel faster than light, how could the earth be released from orbit before the darkness resulting from the sun's disappearance reached our eyes?</p> <p>To the young upstart from the Swiss patent office anything outrunning light was impossible, and that meant the 250-year old Newtonian picture of gravity was wrong.</p>
Entrevista 16:16 - 16:43	<p><i>S. JAMES GATES, JR.:</i> If Newton is wrong, then why do the planets stay up? Because remember, the triumph of Newton's equations come from the quest to understand the planets and the stars, and particularly the problem of why the planets have the orbits that they do. And with Newton's equations you could calculate the way that the planets would move. Einstein's got to resolve this dilemma.</p>
Apresentador 16:44 - 17:12	<p><i>BRIAN GREENE:</i> In his late twenties, Einstein had to come up with a new picture of the universe in which gravity does not exceed the cosmic speed limit. Still working his day job in the patent office, Einstein embarked on a solitary quest to solve this mystery. After nearly ten years of wracking his brain he found the answer in a new kind of unification.</p>
Entrevista 17:13 - 17:47	<p><i>PETER GALISON (Harvard University):</i> Einstein came to think of the three dimensions of space and the single dimension of time as bound together in a single fabric of "space-time." It was his hope that by understanding the geometry of this four-dimensional fabric of space-time, that he could simply talk about things moving along surfaces in this space-time fabric.</p>

<p>Apresentador 17:48 - 19:35</p>	<p><i>BRIAN GREENE:</i> Like the surface of a trampoline, this unified fabric is warped and stretched by heavy objects like planets and stars. And it's this warping or curving of space-time that creates what we feel as gravity.</p> <p>A planet like the earth is kept in orbit, not because the sun reaches out and instantaneously grabs hold of it, as in Newton's theory, but simply because it follows curves in the spatial fabric caused by the sun's presence. So, with this new understanding of gravity, let's rerun the cosmic catastrophe. Let's see what happens now if the sun disappears.</p> <p>The gravitational disturbance that results will form a wave that travels across the spatial fabric in much the same way that a pebble dropped into a pond makes ripples that travel across the surface of the water. So we wouldn't feel a change in our orbit around the sun until this wave reached the earth.</p> <p>What's more, Einstein calculated that these ripples of gravity travel at exactly the speed of light. And so, with this new approach, Einstein resolved the conflict with Newton over how fast gravity travels. And more than that, Einstein gave the world a new picture for what the force of gravity actually is: it's warps and curves in the fabric of space and time.</p> <p>Einstein called this new picture of gravity "General Relativity," and within a few short years Albert Einstein became a household name.</p>
<p>Entrevista 19:36 - 20:08</p>	<p><i>S. JAMES GATES, JR.:</i> Einstein was like a rock star in his day. He was one of the most widely known and recognizable figures alive. He and perhaps Charlie Chaplin were the reigning kings of the popular media.</p> <p><i>MARCIA BARTUSIAK (Author):</i> People followed his work. And they were anticipating...because of this wonderful thing he had done with general relativity, this recasting the laws of gravity out of his head...there was a thought he could do it again, and they, you know, people want to be in on that.</p>
<p>Apresentador 20:09 - 20:52</p>	<p><i>BRIAN GREENE:</i> Despite all that he had achieved Einstein wasn't satisfied. He immediately set his sights on an even grander goal, the unification of his new picture of gravity with the only other force known at the time, electromagnetism.</p> <p>Now electromagnetism is a force that had itself been unified only a few decades earlier. In the mid-1800s, electricity and magnetism were sparking scientists' interest. These two forces seemed to share a curious relationship that inventors like Samuel Morse were taking advantage of in newfangled devices, such as the telegraph.</p> <p>An electrical pulse sent through a telegraph wire to a magnet thousands of miles away produced the familiar dots and dashes of Morse code that allowed messages to be transmitted across the continent in a fraction of a second. Although the telegraph was a sensation, the fundamental science driving it remained something of a mystery.</p> <p>But to a Scottish scientist named James Clark Maxwell, the relationship between electricity and magnetism was so obvious in nature that it demanded unification.</p> <p>If you've ever been on top of a mountain during a thunderstorm you'll get the idea of how electricity and magnetism are closely related. When a stream of electrically charged particles flows, like in a bolt of lightning, it creates a magnetic field. And you can see evidence of this on a compass.</p> <p>Obsessed with this relationship, the Scot was determined to explain the connection between electricity and magnetism in the language of mathematics. Casting new light on the subject, Maxwell devised a set of four elegant mathematical equations that unified electricity and magnetism in a single force called "electromagnetism." And like Isaac Newton's before him, Maxwell's unification took science a step closer to cracking the code of the universe.</p>
<p>Entrevista 20:53 - 23:37</p>	<p><i>JOSEPH POLCHINSKI (University of California, Santa Barbara):</i> That was really the remarkable thing, that these different phenomena were really connected in this way. And it's another example of diverse phenomena coming from a single underlying building block or a single underlying principle.</p> <p><i>WALTER H.G. LEWIN (Massachusetts Institute of Technology) :</i> Imagine that everything that you can think of which has to do with electricity and magnetism can all be written in four very simple equations. Isn't that incredible? Isn't that amazing? I call that elegant.</p> <p><i>PETER GALISON:</i> Einstein thought that this was one of the triumphant moments of all of physics and admired Maxwell hugely for what he had done.</p>

Apresentador 23:38 - 23:57	<i>BRIAN GREENE:</i> About 50 years after Maxwell unified electricity and magnetism, Einstein was confident that if he could unify his new theory of gravity with Maxwell's electromagnetism, he'd be able to formulate a master equation that could describe everything, the entire universe.
Entrevista 23:58 - 24:22	<i>S. JAMES GATES, JR.:</i> Einstein clearly believes that the universe has an overall grand and beautiful pattern to the way that it works. So to answer your question, why was he looking for the unification? I think the answer is simply that Einstein is one of those physicists who really wants to know the mind of God, which means the entire picture.
Apresentador 24:23 - 25:14	<i>BRIAN GREENE:</i> Today, this is the goal of string theory: to unify our understanding of everything from the birth of the universe to the majestic swirl of galaxies in just one set of principles, one master equation. Newton had unified the heavens and the earth in a theory of gravity. Maxwell had unified electricity and magnetism. Einstein reasoned all that remained to build a "Theory of Everything"—a single theory that could encompass all the laws of the universe—was to merge his new picture of gravity with electromagnetism.
Entrevista 25:15 - 25:34	<i>AMANDA PEET:</i> He certainly had motivation. Probably one of them might have been aesthetics, or this quest to simplify. Another one might have been just the physical fact that it seems like the speed of gravity is equal to the speed of light. So if they both go at the same speed, then maybe that's an indication of some underlying symmetry.
Apresentador 25:35 - 27:33	<i>BRIAN GREENE:</i> But as Einstein began trying to unite gravity and electromagnetism he would find that the difference in strength between these two forces would outweigh their similarities. Let me show you what I mean. We tend to think that gravity is a powerful force. After all, it's the force that, right now, is anchoring me to this ledge. But compared to electromagnetism, it's actually terribly feeble. In fact, there's a simple little test to show this. Imagine that I was to leap from this rather tall building. Actually, let's not just imagine it. Let's do it. You'll see what I mean. Now, of course, I really should have been flattened. But the important question is: what kept me from crashing through the sidewalk and hurtling right down to the center of the earth? Well, strange as it sounds, the answer is electromagnetism. Everything we can see, from you and me to the sidewalk, is made of tiny bits of matter called atoms. And the outer shell of every atom contains a negative electrical charge. So when my atoms collide with the atoms in the cement these electrical charges repel each other with such strength that just a little piece of sidewalk can resist the entire Earth's gravity and stop me from falling. In fact the electromagnetic force is billions and billions of times stronger than gravity.
Entrevista 27:34 - 27:55	<i>NIMA ARKANI-HAMED (Harvard University):</i> That seems a little strange, because gravity keeps our feet to the ground, it keeps the earth going around the sun. But, in actual fact, it manages to do that only because it acts on huge enormous conglomerates of matter, you know—you, me, the earth, the sun—but really at the level of individual atoms, gravity is a really incredibly feeble tiny force.
Apresentador 27:56 - 28:16	<i>BRIAN GREENE:</i> It would be an uphill battle for Einstein to unify these two forces of wildly different strengths. And to make matters worse, barely had he begun before sweeping changes in the world of physics would leave him behind.
Entrevista 28:17 - 28:55	<i>STEVEN WEINBERG:</i> Einstein had achieved so much in the years up to about 1920, that he naturally expected that he could go on by playing the same theoretical games and go on achieving great things. And he couldn't. Nature revealed itself in other ways in the 1920s and 1930s, and the particular tricks and tools that Einstein had at his disposal had been so fabulously successful, just weren't applicable anymore.
Apresentador 28:56 - 30:02	<i>BRIAN GREENE:</i> You see, in the 1920s a group of young scientists stole the spotlight from Einstein when they came up with an outlandish new way of thinking about physics. Their vision of the universe was so strange, it makes science fiction look tame, and it turned Einstein's quest for unification on its head. Led by Danish physicist Niels Bohr, these scientists were uncovering an entirely new realm of the universe. Atoms, long thought to be the smallest constituents of nature, were found to consist of even smaller particles: the now-familiar nucleus of protons and neutrons orbited by electrons. And the theories of Einstein and Maxwell were useless at explaining the bizarre way these tiny bits of matter interact with each other inside the atom.
Entrevista 30:03 - 30:27	<i>PETER GALISON:</i> There was a tremendous mystery about how to account for all this, how to account for what was happening to the nucleus as the atom began to be pried apart in different ways. And the old theories were totally inadequate to the task of explaining them. Gravity was irrelevant. It was far too weak. And electricity and magnetism was not sufficient.
Apresentador 30:32 - 32:29	<i>BRIAN GREENE:</i> Without a theory to explain this strange new world, these scientists were lost in an unfamiliar atomic territory looking for any recognizable landmarks.

	<p>Then, in the late 1920s, all that changed. During those years, physicists developed a new theory called "quantum mechanics," and it was able to describe the microscopic realm with great success. But here's the thing: quantum mechanics was so radical a theory that it completely shattered all previous ways of looking at the universe.</p> <p>Einstein's theories demand that the universe is orderly and predictable, but Niels Bohr disagreed. He and his colleagues proclaimed that at the scale of atoms and particles, the world is a game of chance. At the atomic or quantum level, uncertainty rules. The best you can do, according to quantum mechanics, is predict the chance or probability of one outcome or another. And this strange idea opened the door to an unsettling new picture of reality.</p> <p>It was so unsettling that if the bizarre features of quantum mechanics were noticeable in our everyday world, like they are here in the Quantum Café, you might think you'd lost your mind.</p>
Entrevista 32:30 - 32:46	<p><i>WALTER H.G. LEWIN:</i> The laws in the quantum world are very different from the laws that we are used to. Our daily experiences are totally different from anything that you would see in the quantum world. The quantum world is crazy. It's probably the best way to put it: it's a crazy world.</p>
Apresentador 32:47 - 34:10	<p><i>BRIAN GREENE:</i> For nearly 80 years, quantum mechanics has successfully claimed that the strange and bizarre are typical of how our universe actually behaves on extremely small scales. At the scale of everyday life, we don't directly experience the weirdness of quantum mechanics. But here in the Quantum Café, big, everyday things sometimes behave as if they were microscopically tiny. And no matter how many times I come here, I never seem to get used to it.</p> <p>I'll have an orange juice, please.</p> <p><i>BARTENDER:</i> I'll try.</p> <p><i>BRIAN GREENE:</i> "I'll try," she says. You see, they're not used to people placing definite orders here in the Quantum Café, because here everything is ruled by chance. While I'd like an orange juice, there is only a particular probability that I'll actually get one.</p> <p>And there's no reason to be disappointed with one particular outcome or another, because quantum mechanics suggests that each of the possibilities like getting a yellow juice or a red juice may actually happen. They just happen to happen in universes that are parallel to ours, universes that seem as real to their inhabitants as our universe seems to us.</p>
Entrevista 34:11 - 34:35	<p><i>WALTER H.G. LEWIN:</i> If there are a thousand possibilities, and quantum mechanics cannot, with certainty, say which of the thousand it will be, then all thousand will happen. Yeah, you can laugh at it and say, "Well, that has to be wrong." But there are so many other things in physics which—at the time that people came up with—had to be wrong, but it wasn't. Have to be a little careful, I think, before you say this is clearly wrong.</p>
Apresentador 34:36 - 35:26	<p><i>BRIAN GREENE:</i> And even in our own universe, quantum mechanics says there's a chance that things we'd ordinarily think of as impossible can actually happen. For example there's a chance that particles can pass right through walls or barriers that seem impenetrable to you or me. There's even a chance that I could pass through something solid, like a wall. Now, quantum calculations do show that the probability for this to happen in the everyday world is so small that I'd need to continue walking into the wall for nearly an eternity before having a reasonable chance of succeeding. But here, these kinds of things happen all the time.</p>
Entrevista 35:27 - 35:42	<p><i>EDWARD FARHI (Massachusetts Institute of Technology):</i> You have to learn to abandon those assumptions that you have about the world in order to understand quantum mechanics. In my gut, in my belly, do I feel like I have a deep intuitive understanding of quantum mechanics? No.</p>
Apresentador 35:43 - 36:05	<p><i>BRIAN GREENE:</i> And neither did Einstein. He never lost faith that the universe behaves in a certain and predictable way. The idea that all we can do is calculate the odds that things will turn out one way or another was something Einstein deeply resisted.</p>
Entrevista 36:06 - 36:22	<p><i>MICHAEL DUFF (University of Michigan):</i> Quantum mechanics says that you can't know for certain the outcome of any experiment; you can only assign a certain probability to the outcome of any experiment. And this, Einstein disliked intensely. He used to say "God does not throw dice."</p>
Apresentador 36:23 - 36:36	<p><i>BRIAN GREENE:</i> Yet, experiment after experiment showed Einstein was wrong and that quantum mechanics really does describe how the world works at the subatomic level.</p>
Entrevista 36:37 - 37:17	<p><i>WALTER H.G. LEWIN:</i> So quantum mechanics is not a luxury, something that you can do without. I mean why is water the way it is? Why does light go straight through water? Why is it transparent? Why are other things not transparent? How do molecules form? Why are they reacting the way they react? The moment that you want to understand anything at an atomic level, as non-intuitive as it is, at that moment, you can only make progress with quantum mechanics.</p>

	<p><i>EDWARD FARHI:</i> Quantum mechanics is fantastically accurate. There has never been a prediction of quantum mechanics that has contradicted an observation, never.</p>
Apresentador 37:18 - 41:01	<p><i>BRIAN GREENE:</i> By the 1930s, Einstein's quest for unification was floundering, while quantum mechanics was unlocking the secrets of the atom. Scientists found that gravity and electromagnetism are not the only forces ruling the universe. Probing the structure of the atom, they discovered two more forces.</p> <p>One, dubbed the "strong nuclear force," acts like a super-glue, holding the nucleus of every atom together, binding protons to neutrons. And the other, called the "weak nuclear force," allows neutrons to turn into protons, giving off radiation in the process.</p> <p>At the quantum level, the force we're most familiar with, gravity, was completely overshadowed by electromagnetism and these two new forces.</p> <p>Now, the strong and weak forces may seem obscure, but in one sense at least, we're all very much aware of their power. At 5:29 on the morning of July 16th, 1945, that power was revealed by an act that would change the course of history. In the middle of the desert, in New Mexico, at the top of a steel tower about a hundred feet above the top of this monument, the first atomic bomb was detonated.</p> <p>It was only about five feet across, but that bomb packed a punch equivalent to about twenty thousand tons of TNT. With that powerful explosion, scientists unleashed the strong nuclear force, the force that keeps neutrons and protons tightly glued together inside the nucleus of an atom. By breaking the bonds of that glue and splitting the atom apart, vast, truly unbelievable amounts of destructive energy were released.</p> <p>We can still detect remnants of that explosion through the other nuclear force, the weak nuclear force, because it's responsible for radioactivity. And today, more than 50 years later, the radiation levels around here are still about 10 times higher than normal.</p> <p>So, although in comparison to electromagnetism and gravity the nuclear forces act over very small scales, their impact on everyday life is every bit as profound.</p> <p>But what about gravity? Einstein's general relativity? Where does that fit in at the quantum level? Quantum mechanics tells us how all of nature's forces work in the microscopic realm except for the force of gravity. Absolutely no one could figure out how gravity operates when you get down to the size of atoms and subatomic particles. That is, no one could figure out how to put general relativity and quantum mechanics together into one package.</p> <p>For decades, every attempt to describe the force of gravity in the same language as the other forces—the language of quantum mechanics—has met with disaster.</p>
Entrevista 41:02 - 41:44	<p><i>S. JAMES GATES, JR.:</i> You try to put those two pieces of mathematics together, they do not coexist peacefully.</p> <p><i>STEVEN WEINBERG:</i> You get answers that the probabilities of the event you're looking at are infinite. Nonsense, it's not profound, it's just nonsense.</p> <p><i>NIMA ARKANI-HAMED:</i> It's very ironic because it was the first force to actually be understood in some decent quantitative way, but, but, but it still remains split off and very different from, from the other ones.</p> <p><i>S. JAMES GATES, JR.:</i> The laws of nature are supposed to apply everywhere. So if Einstein's laws are supposed to apply everywhere, and the laws of quantum mechanics are supposed to apply everywhere, well you can't have two separate everywhere's.</p>
Apresentador 41:45 - 42:19	<p><i>BRIAN GREENE:</i> In 1933, after fleeing Nazi Germany, Einstein settled in Princeton, New Jersey. Working in solitude, he stubbornly continued the quest he had begun more than a decade earlier, to unite gravity and electromagnetism. Every few years, headlines appeared, proclaiming Einstein was on the verge of success. But most of his colleagues believed his quest was misguided and that his best days were already behind him.</p>
Entrevista 42:20 - 43:36	<p><i>STEVEN WEINBERG:</i> Einstein, in his later years, got rather detached from the work of physics in general and, and stopped reading people's papers. I didn't even think he knew there was such a thing as the weak nuclear force. He didn't pay attention to those things. He kept working on the same problem that he had started working on as a younger man.</p> <p><i>S. JAMES GATES, JR.:</i> When the community of theoretical physicists begins to probe the atom, Einstein very definitely gets left out of the picture. He, in some sense, chooses not to</p>

	<p>look at the physics coming from these experiments. That means that the laws of quantum mechanics play no role in his sort of further investigations. He's thought to be this doddering, sympathetic old figure who led an earlier revolution but somehow fell out of it.</p> <p><i>STEVEN WEINBERG:</i> It is as if a general who was a master of horse cavalry, who has achieved great things as a commander at the beginning of the First World War, would try to bring mounted cavalry into play against the barbed wire trenches and machine guns of the other side.</p>
Apresentador 43:37 - 43:54	<i>BRIAN GREENE:</i> Albert Einstein died on April 18, 1955. And for many years it seemed that Einstein's dream of unifying the forces in a single theory died with him.
Entrevista 43:55 - 44:12	<i>S. JAMES GATES, JR.:</i> So the quest for unification becomes a backwater of physics. By the time of Einstein's death in the '50s, almost no serious physicists are engaged in this quest for unification.
Apresentador 44:13 - 47:33	<p><i>RIGHT SIDE BRIAN GREENE:</i> In the years since, physics split into two separate camps: one that uses general relativity to study big and heavy objects, things like stars, galaxies and the universe as a whole...</p> <p><i>LEFT SIDE BRIAN GREENE:</i> ...and another that uses quantum mechanics to study the tiniest of objects, like atoms and particles. This has been kind of like having two families that just cannot get along and never talk to each other...</p> <p><i>RIGHT SIDE BRIAN GREENE:</i> ...living under the same roof.</p> <p><i>LEFT SIDE BRIAN GREENE:</i> There just seemed to be no way to combine quantum mechanics...</p> <p><i>RIGHT SIDE BRIAN GREENE:</i> ...and general relativity in a single theory that could describe the universe on all scales.</p> <p><i>BRIAN GREENE:</i> Now, in spite of this, we've made tremendous progress in understanding the universe. But there's a catch: there are strange realms of the cosmos that will never be fully understood until we find a unified theory.</p> <p>And nowhere is this more evident than in the depths of a black hole. A German astronomer named Karl Schwarzschild first proposed what we now call black holes in 1916. While stationed on the front lines in WWI, he solved the equations of Einstein's general relativity in a new and puzzling way. Between calculations of artillery trajectories, Schwarzschild figured out that an enormous amount of mass, like that of a very dense star, concentrated in a small area, would warp the fabric of space-time so severely that nothing, not even light, could escape its gravitational pull.</p> <p>For decades, physicists were skeptical that Schwarzschild's calculations were anything more than theory. But today satellite telescopes probing deep into space are discovering regions with enormous gravitational pull that most scientists believe are black holes. Schwarzschild's theory now seems to be reality.</p> <p>So here's the question: if you're trying to figure out what happens in the depths of a black hole, where an entire star is crushed to a tiny speck, do you use general relativity because the star is incredibly heavy or quantum mechanics because it's incredibly tiny?</p> <p>Well, that's the problem. Since the center of a black hole is both tiny and heavy, you can't avoid using both theories at the same time. And when we try to put the two theories together in the realm of black holes...</p>
Apresentador como entrevistado 47:34 - 47:40	<i>BRIAN GREENE:</i> they conflict. It breaks down. They give nonsensical predictions. And the universe is not nonsensical; it's got to make sense.
Entrevista 47:41 - 47:59	<i>EDWARD WITTEN (Institute for Advanced Study):</i> Quantum mechanics works really well for small things, and general relativity works really well for stars and galaxies, but the atoms, the small things, and the galaxies, they're part of the same universe. So there has to be some description that applies to everything. So we can't have one description for atoms and one for stars.
Apresentador 48:00 - 48:33	<i>BRIAN GREENE:</i> Now, with string theory, we think we may have found a way to unite our theory of the large and our theory of the small and make sense of the universe at all scales and all places. Instead of a multitude of tiny particles, string theory proclaims that everything in the universe, all forces and all matter is made of one single ingredient, tiny vibrating strands of energy known as strings.

Entrevista 48:34 - 49:09	<p><i>MICHAEL B. GREEN:</i> A string can wiggle in many different ways, whereas, of course, a point can't. And the different ways in which the string wiggles represent the different kinds of elementary particles.</p> <p><i>MICHAEL DUFF:</i> It's like a violin string, and it can vibrate just like violin strings can vibrate. Each note if, you like, describes a different particle.</p> <p><i>MICHAEL B. GREEN:</i> So it has incredible unification power, it unifies our understanding of all these different kinds of particles.</p> <p><i>EDWARD WITTEN:</i> So unity of the different forces and particles is achieved because they all come from different kinds of vibrations of the same basic string.</p>
Apresentador 49:10 - 49:15	<i>BRIAN GREENE:</i> It's a simple idea with far-reaching consequences.
Entrevista 49:16 - 49:41	<i>JOSEPH LYKKEN (Fermilab):</i> What string theory does is it holds out the promise that, "Look, we can really understand questions that you might not even have thought were scientific questions: questions about how the universe began, why the universe is the way it is at the most fundamental level." The idea that a scientific theory that we already have in our hands could answer the most basic questions is extremely seductive.
Apresentador 49:42 - 49:48	<i>BRIAN GREENE:</i> But this seductive new theory is also controversial. Strings, if they exist, are so small, there's little hope of ever seeing one.
Entrevista 49:49 - 51:07	<p><i>JOSEPH LYKKEN:</i> String theory and string theorists do have a real problem. How do you actually test string theory? If you can't test it in the way that we test normal theories, it's not science, it's philosophy, and that's a real problem.</p> <p><i>S. JAMES GATES, JR.:</i> If string theory fails to provide a testable prediction, then nobody should believe it. On the other hand, there is a kind of elegance to these things, and given the history of how theoretical physics has evolved thus far, it is totally conceivable that some if not all of these ideas will turn out to be correct.</p> <p><i>STEVEN WEINBERG:</i> I think, a hundred years from now, this particular period, when most of the brightest young theoretical physicists worked on string theory, will be remembered as a heroic age when theorists tried and succeeded to develop a unified theory of all the phenomena of nature. On the other hand, it may be remembered as a tragic failure. My guess is that it will be something like the former rather than the latter. But ask me a hundred years from now, then I can tell you.</p>
Apresentador 51:08 - 52:54	<p><i>BRIAN GREENE:</i> Our understanding of the universe has come an enormously long way during the last three centuries. Just consider this. Isaac Newton, who was perhaps the greatest scientist of all time, once said, "I have been like a boy playing on the sea shore, diverting myself in now and then finding a smoother pebble or a prettier shell than usual, while the great ocean of truth lay before me, all undiscovered."</p> <p>And yet, two hundred and fifty years later, Albert Einstein, who was Newton's true successor, was able to seriously suggest that this vast ocean, all the laws of nature, might be reduced to a few fundamental ideas expressed by a handful of mathematical symbols.</p> <p>And today, a half century after Einstein's death, we may at last be on the verge of fulfilling his dream of unification with string theory. But where did this daring and strange new theory come from? How does string theory achieve the ultimate unification of the laws of the large and the laws of the small? And how will we know if it's right or wrong?</p>
Entrevista 52:54 - 53:15	<p><i>SHELDON LEE GLASHOW:</i> No experiment can ever check up what's going on at the distances that are being studied. The theory is permanently safe. Is that a theory of physics or a philosophy?</p> <p><i>STEVEN WEINBERG:</i> It isn't written in the stars that we're going to succeed, but in the end we hope we will have a single theory that governs everything.</p>

Unidade	EPISÓDIO 2: STRING'S THE THING
Abertura 00:00 - 03:02	<i>NARRATOR:</i> Now, on NOVA, take a thrill ride into a world stranger than science fiction, where you play the game, by breaking some rules, where a new view of the universe, pushes you beyond the limits of your wildest imagination. This is the world of string theory, a way of describing every force and all matter from an atom to earth, to the end of the galaxies—from the birth of time to its final tick—in a single theory, a theory of everything. Our guide to this brave new world is Brian Greene, the bestselling author and physicist.

	<p><i>BRIAN GREENE</i> (Columbia University): And no matter how many times I come here, I never seem to get used to it.</p> <p><i>NARRATOR</i>: Can he help us solve the greatest puzzle of modern physics—that our understanding of the universe is based on two sets of laws, that don't agree?</p> <p><i>NARRATOR</i>: Resolving that contradiction eluded even Einstein, who made it his final quest. After decades, we may finally be on the verge of a breakthrough. The solution is strings, tiny bits of energy vibrating like the strings on a cello, a cosmic symphony at the heart of all reality. But it comes at a price: parallel universes and 11 dimensions, most of which you've never seen.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: We really may live in a universe with more dimensions than meet the eye.</p> <p><i>AMANDA PEET</i> (University of Toronto) : People who have said that there were extra dimensions of space have been labeled crackpots, or people who are bananas.</p> <p><i>NARRATOR</i>: A mirage of science and mathematics or the ultimate theory of everything?</p> <p><i>S. JAMES GATES, JR.</i> (University of Maryland) : If string theory fails to provide a testable prediction, then nobody should believe it.</p> <p><i>SHELDON LEE GLASHOW</i> (Boston University) : Is that a theory of physics, or a philosophy?</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: One thing that is certain is that string theory is already showing us that the universe may be a lot stranger than any of us ever imagined.</p> <p><i>NARRATOR</i>: Coming up tonight...</p> <p><i>GABRIELE VENEZIANO</i> (CERN) : We accidentally discovered string theory.</p> <p><i>NARRATOR</i>: ...the humble beginnings of a revolutionary idea.</p> <p><i>LEONARD SUSSKIND</i> (Stanford University) : I was completely convinced it was going to say, "Susskind is the next Einstein."</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN</i> (Fermilab) : This seemed crazy to people.</p> <p><i>LEONARD SUSSKIND</i>: I was depressed, I was unhappy. The result was I went home and got drunk.</p> <p><i>NARRATOR</i> : Obsession drives scientists to pursue the Holy Grail of physics, but are they ready for what they discover? Step into the bizarre world of the Elegant Universe right now.</p>
Patrocínio do canal 03:03 - 03:37	<p><i>NARRATOR</i>: Major funding for Nova is provided by the Park Foundation</p> <p><i>SPRINT AD</i>: Science, it's giving us the framework to help make wireless communications clear. Sprint is proud to support Nova.</p> <p><i>MICROSOFT AD</i>: We see an inventor. At Microsoft, your potential inspire us to create software that helps you reached it. Your potential, our passion.</p>
Patrocínio da série 03:38 - 04:19	<p><i>NARRATOR</i>: The funding for The Elegant Universe is provided by:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alfred P. Sloan Foundation, to enhance public understanding of science and technology; - and by the National Science Foundation: America's investment in the future; <p>Additional funding is provided by:</p> <ul style="list-style-type: none"> - (Volkswagen ad); - and by The George D. Smith Fund; - and The U.S. Department Of Energy: fostering science and security
Patrocínio do canal 04:20 - 04:27	<p><i>NARRATOR</i>: Major funding for Nova is also provided by the Corporation For Public Broadcast (CPB) and viewers like you.</p>
Créditos 04:28 - 04:46	

<p>Apresentador 04:47 - 08:38</p>	<p>BRIAN GREENE: It's a little known secret but for more than half a century a dark cloud has been looming over modern science. Here's the problem: our understanding of the universe is based on two separate theories. One is Einstein's general theory of relativity—that's a way of understanding the biggest things in the universe, things like stars and galaxies. But the littlest things in the universe, atoms and subatomic particles, play by an entirely different set of rules called, "quantum mechanics."</p> <p>These two sets of rules are each incredibly accurate in their own domain but whenever we try to combine them, to solve some of the deepest mysteries in the universe, disaster strikes.</p> <p>Take the beginning of the universe, the "big bang." At that instant a tiny nugget erupted violently. Over the next 14 billion years the universe expanded and cooled into the stars, galaxies and planets we see today. But if we run the cosmic film in reverse, everything that's now rushing apart comes back together, so the universe gets smaller, hotter and denser as we head back to the beginning of time.</p> <p>As we reach the big bang, when the universe was both enormously heavy and incredibly tiny, our projector jams. Our two laws of physics, when combined, break down.</p> <p>But what if we could unite quantum mechanics and general relativity and see the cosmic film in its entirety?</p> <p>Well, a new set of ideas called "string theory" may be able to do that. And if it's right, it would be one of the biggest blockbusters in the history of science. Someday, string theory may be able to explain all of nature, from the tiniest bits of matter to the farthest reaches of the cosmos, using just one single ingredient: tiny vibrating strands of energy called strings.</p> <p>But why do we have to rewrite the laws of physics to accomplish this? Why does it matter if the two laws that we have are incompatible? Well, you can think of it like this. Imagine you lived in a city ruled not by one set of traffic laws, but by two separate sets of laws that conflicted with each other. As you can see it would be pretty confusing.</p> <p>To understand this place, you'd need to find a way to put those two conflicting sets of laws together into one all-encompassing set that makes sense.</p>
<p>Entrevista 08:38 - 08:58</p>	<p>MICHAEL DUFF (University of Michigan): We work on the assumption that there is a theory out there, and it's our job, if we're sufficiently smart and sufficiently industrious, to figure out what it is.</p> <p>STEVEN WEINBERG (University of Texas at Austin) : We don't have a guarantee—it isn't written in the stars that we're going to succeed—but in the end we hope we will have a single theory that governs everything.</p>
<p>Apresentador 08:59 - 12:29</p>	<p>BRIAN GREENE: But before we can find that theory, we need to take a fantastic journey to see why the two sets of laws we have conflict with each other. And the first stop on this strange trip is the realm of very large objects.</p> <p>To describe the universe on large scales we use one set of laws, Einstein's general theory of relativity, and that's a theory of how gravity works. General relativity pictures space as sort of like a trampoline, a smooth fabric that heavy objects like stars and planets can warp and stretch.</p> <p>Now, according to the theory, these warps and curves create what we feel as gravity. That is, the gravitational pull that keeps the earth in orbit around the sun is really nothing more than our planet following the curves and contours that the sun creates in the spatial fabric.</p> <p>But the smooth, gently curving image of space predicted by the laws of general relativity is not the whole story. To understand the universe on extremely small scales, we have to use our other set of laws, quantum mechanics. And as we'll see, quantum mechanics paints a picture of space so drastically different from general relativity that you'd think they were describing two completely separate universes.</p> <p>To see the conflict between general relativity and quantum mechanics we need to shrink way, way, way down in size. And as we leave the world of large objects behind and approach the microscopic realm, the familiar picture of space in which everything behaves predictably begins to be replaced by a world with a structure that is far less certain.</p>

	<p>And if we keep shrinking, getting billions and billion of times smaller than even the tiniest bits of matter—atoms and the tiny particles inside of them—the laws of the very small, quantum mechanics, say that the fabric of space becomes bumpy and chaotic.</p> <p>Eventually we reach a world so turbulent that it defies common sense.</p> <p>Down here, space and time are so twisted and distorted that the conventional ideas of left and right, up and down, even before and after, break down. There's no way to tell for certain that I'm here, or here or both places at once. Or maybe I arrived here before I arrived here.</p> <p>In the quantum world you just can't pin everything down. It's an inherently wild and frenetic place.</p>
Entrevista 12:30 - 12:54	<p><i>WALTER H.G. LEWIN</i> (Massachusetts Institute of Technology) : The laws in the quantum world are very different from the laws that we are used to. And is that surprising? Why should the world of the very small, at an atomic level, why should that world obey the same kind of rules and laws that we are used to in our world, with apples and oranges and walking around on the street? Why would that world behave the same way?</p>
Apresentador 12:55 - 16:01	<p><i>BRIAN GREENE</i>: The fluctuating jittery picture of space and time predicted by quantum mechanics is in direct conflict with the smooth, orderly, geometric model of space and time described by general relativity. But we think that everything, from the frantic dance of subatomic particles to the majestic swirl of galaxies, should be explained by just one grand physical principle, one master equation.</p> <p>If we can find that equation, how the universe really works at every time and place will at last be revealed. You see, what we need is a theory that can cope with the very tiny and the very massive, one that embraces both quantum mechanics and general relativity, and never breaks down, ever.</p> <p>For physicists, finding a theory that unites general relativity and quantum mechanics is the Holy Grail, because that framework would give us a single mathematical theory that describes all the forces that rule our universe. General relativity describes the most familiar of those forces: gravity. But quantum mechanics describes three other forces: the strong nuclear force that's responsible for gluing protons and neutrons together inside of atoms; electromagnetism, which produces light, electricity and magnetic attraction; and the weak nuclear force: that's the force responsible for radioactive decay.</p> <p>Albert Einstein spent the last 30 years of his life searching for a way to describe the forces of nature in a single theory, and now string theory may fulfill his dream of unification.</p> <p>For centuries, scientists have pictured the fundamental ingredients of nature—atoms and the smaller particles inside of them—as tiny balls or points. But string theory proclaims that at the heart of every bit of matter is a tiny, vibrating strand of energy called a string. And a new breed of scientist believes these miniscule strings are the key to uniting the world of the large and the world of the small in a single theory.</p>
Entrevista 16:02 - 16:28	<p><i>JOSEPH LYKKEN</i>: The idea that a scientific theory that we already have in our hands could answer the most basic questions is extremely seductive.</p> <p><i>S. JAMES GATES, JR.</i>: For about 2,000 years, all of our physics essentially has been based on...essentially we were talking about billiard balls. The very idea of the string is such a paradigm shift, because instead of billiard balls, you have to use little strands of spaghetti.</p>
Apresentador 16:29 - 16:40	<p><i>BRIAN GREENE</i>: But not everyone is enamored of this new theory. So far no experiment has been devised that can prove these tiny strings exist.</p>
Entrevista 16:41 - 17:32	<p><i>SHELDON LEE GLASHOW</i> (Boston University) : And let me put it bluntly. There are physicists and there are string theorists. It is a new discipline, a new—you may call it a tumor—you can call it what you will, but they have focused on questions which experiment cannot address. They will deny that, these string theorists, but it's a kind of physics which is not yet testable, it does not make predictions that have anything to do with experiments that can be done in the laboratory or with observations that could be made in space or from telescopes. And I was brought up to believe, and I still believe, that physics is an experimental science. It deals with the results to experiments, or in the case of astronomy, observations.</p>
Apresentador 17:33 - 18:54	<p><i>BRIAN GREENE</i>: From the start, many scientists thought string theory was simply too far out. And frankly, the strange way the theory evolved—in a series of twists, turns and accidents—only made it seem more unlikely.</p> <p>In the late 1960s a young Italian physicist, named Gabriele Veneziano, was searching for a set of equations that would explain the strong nuclear force, the extremely powerful glue that holds the nucleus of every atom together binding protons to neutrons. As the story goes, he</p>

	<p>happened on a dusty book on the history of mathematics, and in it he found a 200-year old equation, first written down by a Swiss mathematician, Leonhard Euler. Veneziano was amazed to discover that Euler's equations, long thought to be nothing more than a mathematical curiosity, seemed to describe the strong force.</p> <p>He quickly published a paper and was famous ever after for this "accidental" discovery.</p>
Entrevista 18:55 - 19:24	<i>GABRIELE VENEZIANO</i> (CERN) : I see occasionally, written in books, that, uh, that this model was invented by chance or was, uh, found in the math book, and, uh, this makes me feel pretty bad. What is true is that the function was the outcome of a long year of work, and we accidentally discovered string theory.
Apresentador 19:25 - 19:54	<i>BRIAN GREENE</i> : However it was discovered, Euler's equation, which miraculously explained the strong force, took on a life of its own. This was the birth of string theory. Passed from colleague to colleague, Euler's equation ended up on the chalkboard in front of a young American physicist, Leonard Susskind.
Entrevista 19:55 - 20:11	<i>LEONARD SUSSKIND</i> : To this day I remember the formula. The formula was... and I looked at it, and I said, "This is so simple even I can figure out what this is."
Apresentador 20:12 - 20:28	<i>BRIAN GREENE</i> : Susskind retreated to his attic to investigate. He understood that this ancient formula described the strong force mathematically, but beneath the abstract symbols he had caught a glimpse of something new.
Entrevista 20:29 - 21:13	<p><i>LEONARD SUSSKIND</i>: And I fiddled with it, I monkeyed with it. I sat in my attic, I think for two months on and off. But the first thing I could see in it, it was describing some kind of particles which had internal structure which could vibrate, which could do things, which wasn't just a point particle. And I began to realize that what was being described here was a string, an elastic string, like a rubber band, or like a rubber band cut in half. And this rubber band could not only stretch and contract, but wiggle. And marvel of marvels, it exactly agreed with this formula.</p> <p>I was pretty sure at that time that I was the only one in the world who knew this.</p>
Apresentador 21:14 - 21:24	<i>BRIAN GREENE</i> : Susskind wrote up his discovery introducing the revolutionary idea of strings. But before his paper could be published it had to be reviewed by a panel of experts.
Entrevista 21:25 - 21:50	<p><i>LEONARD SUSSKIND</i>: I was completely convinced that when it came back it was going to say, "Susskind is the next Einstein," or maybe even, "the next Newton." And it came back saying, "this paper's not very good, probably shouldn't be published."</p> <p>I was truly knocked off my chair. I was depressed, I was unhappy. I was saddened by it. It made me a nervous wreck, and the result was I went home and got drunk.</p>
Apresentador 21:51 - 22:36	<p><i>BRIAN GREENE</i>: As Susskind drowned his sorrows over the rejection of his far out idea, it appeared string theory was dead.</p> <p>Meanwhile, mainstream science was embracing particles as points, not strings. For decades, physicists had been exploring the behavior of microscopic particles by smashing them together at high speeds and studying those collisions. In the showers of particles produced, they were discovering that nature is far richer than they thought.</p>
Entrevista 22:37 - 23:06	<p><i>SHELDON LEE GLASHOW</i>: Once a month there'd be a discovery of a new particle: the Rho meson, the Omega particle, the B particle, the B1 particle, the B2 particle, Phi, Omega...more letters were used than exist in most alphabets. It was a population explosion of particles.</p> <p><i>STEVEN WEINBERG</i>: It was a time when graduate students would run through the halls of a physics building saying they discovered another particle, and it fit the theories. And it was all so exciting.</p>
Apresentador 23:07 - 25:45	<p><i>BRIAN GREENE</i>: And in this zoo of new particles, scientists weren't just discovering building blocks of matter. Leaving string theory in the dust, physicists made a startling and strange prediction: that the forces of nature can also be explained by particles.</p> <p>Now, this is a really weird idea, but it's kind of like a game of catch in which the players like me and me are particles of matter. And the ball we're throwing back and forth is a particle of force. It's called a messenger particle.</p> <p>For example, in the case of magnetism, the electromagnetic force—this ball—would be a photon. The more of these messenger particles or photons that are exchanged between us, the stronger the magnetic attraction. And scientists predicted that it's this exchange of messenger particles that creates what we feel as force. Experiments confirmed these predictions with the discovery of the messenger particles for electromagnetism, the strong force and the weak force.</p> <p>And using these newly discovered particles scientists were closing in on Einstein's dream of unifying the forces. Particle physicists reasoned that if we rewind the cosmic film to the moments just after the big bang, some 14 billion years ago when the universe was trillions of degrees hotter, the messenger particles for electromagnetism and the weak force would have</p>

	<p>been indistinguishable. Just as cubes of ice melt into water in the hot sun, experiments show that as we rewind to the extremely hot conditions of the Big Bang, the weak and electromagnetic forces meld together and unite into a single force called "the electroweak."</p> <p>And physicists believe that if you roll the cosmic film back even further, the electroweak would unite with the strong force in one grand "super-force." Although that has yet to be proven, quantum mechanics was able to explain how three of the forces operate on the subatomic level.</p>
Entrevista 25:46 - 26:17	<p><i>SHELDON LEE GLASHOW</i>: And all of a sudden we had a consistent theory of elementary particle physics, which allows us to describe all of the interactions—weak, strong and electromagnetic—in the same language. It all made sense, and it's all in the textbooks.</p> <p><i>STEVEN WEINBERG</i>: Everything was converging toward a simple picture of the known particles and forces, a picture which eventually became known as the "Standard Model." I think I gave it that name.</p>
Apresentador 26:18 - 27:15	<p><i>BRIAN GREENE</i>: The inventors of the Standard Model, both the name and the theory, were the toasts of the scientific community, receiving Nobel Prize after Nobel Prize. But behind the fanfare was a glaring omission. Although the standard model explained three of the forces that rule the world of the very small, it did not include the most familiar force, gravity. Overshadowed by the Standard Model, string theory became a backwater of physics.</p>
Entrevista 27:16 - 27:44	<p><i>GABRIELE VENEZIANO</i>: Most people in our community lost, completely, interest in string theory. They said, "Okay, that was a very nice elegant thing but had nothing to do with nature."</p> <p><i>S. JAMES GATES, JR.</i>: It's not taken seriously by much of the community, but the early pioneers of string theory are convinced that they can smell reality and continue to pursue the idea.</p>
Apresentador 27:45 - 27:51	<p><i>BRIAN GREENE</i>: But the more these diehards delved into string theory the more problems they found.</p>
Entrevista 27:52 - 28:27	<p><i>JOSEPH LYKKEN</i>: Early string theory had a number of problems. One was that it predicted a particle which we know is unphysical. It's what's called a "tachyon," a particle that travels faster than light.</p> <p><i>JOHN H. SCHWARZ</i> (California Institute of Technology) : There was this discovery that the theory requires ten dimensions, which is very disturbing, of course, since it's obvious that that's more than there are.</p> <p><i>CUMRUN VAFA</i> (Harvard University) : It had this massless particle which was not seen in experiments.</p> <p><i>MICHAEL B. GREEN</i>: So these theories didn't seem to make sense.</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN</i>: This seemed crazy to people.</p> <p><i>CUMRUN VAFA</i>: Basically, string theory was not getting off the ground.</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN</i>: People threw up their hands and said, "This can't be right."</p>
Apresentador 28:28 - 29:06	<p><i>BRIAN GREENE</i>: By 1973, only a few young physicists were still wrestling with the obscure equations of string theory. One was John Schwarz, who was busy tackling string theory's numerous problems, among them a mysterious massless particle predicted by the theory but never seen in nature, and an assortment of anomalies or mathematical inconsistencies.</p>
Entrevista 29:07 - 29:23	<p><i>JOHN H. SCHWARZ</i>: We spent a long time trying to fiddle with the theory. We tried all sorts of ways of making the dimension be four, getting rid of these massless particles and the tachyons and so on, but it was always ugly and unconvincing.</p>
Apresentador 29:24 - 29:54	<p><i>BRIAN GREENE</i>: For four years, Schwarz tried to tame the unruly equations of string theory, changing, adjusting, combining and recombining them in different ways. But nothing worked. On the verge of abandoning string theory, Schwarz had a brainstorm: perhaps his equations were describing gravity. But that meant reconsidering the size of these tiny strands of energy.</p>
Entrevista 29:55 - 30:09	<p><i>JOHN H. SCHWARZ</i>: We weren't thinking about gravity up 'til that point. But as soon as we suggested that maybe we should be dealing with a theory of gravity, we had to radically change our view of how big these strings were.</p>
Apresentador 30:10 - 30:53	<p><i>BRIAN GREENE</i>: By supposing that strings were a hundred billion billion times smaller than an atom, one of the theory's vices became a virtue. The mysterious particle John Schwarz had been trying to get rid of now appeared to be a graviton, the long sought after particle believed to transmit gravity at the quantum level.</p>

	String theory had produced the piece of the puzzle missing from the standard model. Schwarz submitted for publication his groundbreaking new theory describing how gravity works in the subatomic world.
Entrevista 30:54 - 31:00	<i>JOHN H. SCHWARZ:</i> It seemed very obvious to us that it was right. But there was really no reaction in the community whatsoever.
Apresentador 31:01 - 31:31	<i>BRIAN GREENE:</i> Once again string theory fell on deaf ears. But Schwarz would not be deterred. He had glimpsed the Holy Grail. If strings described gravity at the quantum level, they must be the key to unifying the four forces. He was joined in this quest by one of the only other scientists willing to risk his career on strings, Michael Green.
Entrevista 31:32 - 31:42	<i>MICHAEL B. GREEN</i> (University of Cambridge) : In a sense, I think, we had a quiet confidence that the string theory was obviously correct, and it didn't matter much if people didn't see it at that point. They would see it down the line.
Apresentador 31:43 - 33:23	<i>BRIAN GREENE:</i> But for Green's confidence to pay off, he and Schwarz would have to confront the fact that in the early 1980s, string theory still had fatal flaws in the math known as "anomalies." An anomaly is just what it sounds like. It's something that's strange or out of place, something that doesn't belong. Now this kind of anomaly is just weird. But mathematical anomalies can spell doom for a theory of physics. They're a little complicated, so here's a simple example: let's say we have a theory in which these two equations describe one physical property of our universe. Now if I solve this equation over here, and I find $x=1$, and if I solve this equation over here and find $x=2$, I know my theory has anomalies because there should only be one value for X . Unless I can revise my equations to get the same value for X on both sides, the theory is dead. In the early 1980s, string theory was riddled with mathematical anomalies kind of like these, although the equations were much more complex. The future of the theory depended on ridding the equations of these fatal inconsistencies. After Schwarz and Green battled the anomalies in string theory for five years, their work culminated late one night in the summer of 1984.
Entrevista 33:24 - 33:31	<i>JOHN H. SCHWARZ:</i> It was widely believed that these theories must be inconsistent because of anomalies. Well, for no really good reason, I just felt that had to be wrong because I, I felt, "String theory has got to be right, therefore there can't be anomalies." So we decided, "We've got to calculate these things."
Apresentador 33:42 - 34:01	<i>BRIAN GREENE:</i> Amazingly it all boiled down to a single calculation. On one side of the blackboard they got 496. And if they got the matching number on the other side it would prove string theory was free of anomalies.
Entrevista 34:02 - 34:28	<i>MICHAEL B. GREEN:</i> I do remember a particular moment, when John Schwarz and I were talking at the blackboard and working out these numbers which had to fit, and they just had to match exactly. I remember joking with John Schwarz at that moment, because there was thunder and lightning—there was a big mountain storm in Aspen at that moment—and I remember saying something like, you know, "We must be getting pretty close, because the gods are trying to prevent us completing this calculation." And, indeed, they did match.
Apresentador 34:29 - 34:42	<i>BRIAN GREENE:</i> The matching numbers meant the theory was free of anomalies. And it had the mathematical depth to encompass all four forces.
Entrevista 34:43 - 35:22	<i>JOHN H. SCHWARZ:</i> So we recognized not only that the strings could describe gravity but they could also describe the other forces. So we spoke in terms of unification. And we saw this as a possibility of realizing the dream that Einstein had expressed in his later years, of unifying the different forces in some deeper framework. <i>MICHAEL B. GREEN:</i> We felt great. That was an extraordinary moment, because we realized that no other theory had ever succeeded in doing that. <i>JOHN H. SCHWARZ:</i> But by now, it's like crying wolf. Each time we had done something, I figured everyone's going to be excited, and they weren't. So I, I figured...by now I didn't expect much of a reaction.
Apresentador 35:23 - 35:33	<i>BRIAN GREENE:</i> But this time the reaction was explosive. In less than a year, the number of string theorists leapt from just a handful to hundreds.
Entrevista 35:34 - 35:44	<i>MICHAEL B. GREEN:</i> Up to that moment, the longest talk I'd ever given on the subject was five minutes at some minor conference. And then, suddenly, I was invited all over the world to give talks and lectures and so forth.
Apresentador 35:45 - 38:28	<i>BRIAN GREENE:</i> String theory was christened "The Theory of Everything." In early fall of 1984, I came here, to Oxford University, to begin my graduate studies in physics. Some weeks after, I saw a poster for a lecture by Michael Green. I didn't know who he was, but, then again, I really didn't know who anybody was. But the title of the lecture was something like "The Theory of Everything." So how could I resist?

	<p>This elegant new version of string theory seemed capable of describing all the building blocks of nature.</p> <p>Here's how: inside every grain of sand are billions of tiny atoms. Every atom is made of smaller bits of matter, electrons orbiting a nucleus made of protons and neutrons, which are made of even smaller bits of matter called quarks. But string theory says this is not the end of the line. It makes the astounding claim that the particles making up everything in the universe are made of even smaller ingredients, tiny wiggling strands of energy that look like strings. Each of these strings is unimaginably small. In fact, if an atom were enlarged to the size of the solar system, a string would only be as large as a tree!</p> <p>And here's the key idea. Just as different vibrational patterns or frequencies of a single cello string create what we hear as different musical notes, the different ways that strings vibrate give particles their unique properties, such as mass and charge. For example, the only difference between the particles making up you and me and the particles that transmit gravity and the other forces is the way these tiny strings vibrate.</p> <p>Composed of an enormous number of these oscillating strings, the universe can be thought of as a grand cosmic symphony. And this elegant idea resolves the conflict between our jittery unpredictable picture of space on the subatomic scale and our smooth picture of space on the large scale.</p>
Apresentador como entrevistado 38:29 - 39:09	<p>BRIAN GREENE: It's the jitteriness of quantum theory versus the gentleness of Einstein's general theory of relativity that makes it so hard to bridge the two, to stitch them together. Now, what string theory does, it comes along and basically calms the jitters of quantum mechanics. It spreads them out by virtue of taking the old idea of a point particle and spreading it out into a string. So the jittery behavior is there, but it's just sufficiently less violent than quantum theory and general relativity stitch together perfectly within this framework.</p>
Apresentador 39:10 - 39:31	<p>BRIAN GREENE: It's a triumph of mathematics. With nothing but these tiny vibrating strands of energy, string theorists claim to be fulfilling Einstein's dream of uniting all forces and all matter. But this radical new theory contains a chink in its armor.</p>
Entrevista 39:32 - 40:22	<p>SHELDON LEE GLASHOW: No experiment can ever check up what's going on at the distances that are being studied. No observation can relate to these tiny distances or high energies. That is to say, there ain't no experiment that could be done, nor is there any observation that could be made, that would say, "You guys are wrong." The theory is safe, permanently safe. Is that a theory of physics or a philosophy? I ask you.</p> <p>MICHAEL B. GREEN: People often criticize string theory for saying that it's very far removed from any direct experimental test, and it's...surely it's not really, um, um, a branch of physics, for that reason. And I, my response to that is simply that they're going to be proved wrong.</p>
Apresentador 40:23 - 40:39	<p>BRIAN GREENE: Making string theory even harder to prove, is that, in order to work, the complex equations require something that sounds like it's straight out of science fiction: extra dimensions of space.</p>
Entrevista 40:40 - 41:02	<p>AMANDA PEET: We've always thought, for centuries, that there was only what we can see. You know, this dimension, that one, and another one. There was only three dimensions of space and one of time. And people who've said that there were extra dimensions of space have been labeled as, you know, crackpots, or people who were bananas. Well, string theory really predicts it.</p>
Apresentador 41:03 - 42:30	<p>BRIAN GREENE: To be taken seriously, string theorists had to explain how this bizarre prediction could be true. And they claim that the far out idea of extra dimensions may be more down to earth than you'd think.</p> <p>Let me show you what I mean. I'm off to see a guy who was one of the first people to think about this strange idea. I'm supposed to meet him at four o'clock at his apartment at Fifth Avenue and 93rd Street, on the second floor. Now, in order to get to this meeting, I need four pieces of information: one for each of the three dimensions of space—a street, an avenue and a floor number—and one more for time, the fourth dimension. You can think about these as the four dimensions of common experience: left-right, back-forth, up-down and time.</p> <p>As it turns out, the strange idea that there are additional dimensions stretches back almost a century. Our sense that we live in a universe of three spatial dimensions really seems beyond question. But in 1919, Theodor Kaluza, a virtually unknown German mathematician, had the courage to challenge the obvious. He suggested that maybe, just maybe, our universe has one more dimension that for some reason we just can't see.</p>
Encenação 42:31 - 42:35	<p>THEODOR KALUZA (ACTOR): Look. He says here, "I like your idea." So why does he delay?</p>
Apresentador 42:36 - 46:18	<p>BRIAN GREENE: You see, Kaluza had sent his idea about an additional spatial dimension to Albert Einstein. And although Einstein was initially enthusiastic, he then seemed to waver, and</p>

	<p>for two years held up publication of Kaluza's paper. Eventually, Kaluza's paper was published—after Einstein decided extra dimensions were his cup of tea.</p> <p>Here's the idea. In 1916, Einstein showed that gravity is nothing but warps and ripples in the four familiar dimensions of space and time. Just three years later, Kaluza proposed that electromagnetism might also be ripples. But for that to be true, Kaluza needed a place for those ripples to occur. So Kaluza proposed an additional hidden dimension of space.</p> <p>But if Kaluza was right, where is this extra dimension? And what would extra dimensions look like? Can we even begin to imagine them? Well, building upon Kaluza's work, the Swedish physicist Oskar Klein suggested an unusual answer. Take a look at the cables supporting that traffic light. From this far away I can't see that they have any thickness. Each one looks like a line—something with only a single dimension.</p> <p>But suppose we could explore one of these cables way up close, like from the point of view of an ant. Now a second dimension which wraps around the cable becomes visible. From its point of view, the ant can move forwards and backwards, and it can also move clockwise and counterclockwise.</p> <p>So dimensions can come in two varieties. They can be long and unfurled like the length of the cable, but they can also be tiny and curled up like the circular direction that wraps around it.</p> <p>Kaluza and Klein made the wild suggestion that the fabric of our universe might be kind of like the surface of the cable, having both big extended dimensions, the three that we know about, but also tiny, curled up dimensions, curled up so tiny—billions of times smaller than even a single atom—that we just can't see them. And so our perception that we live in a universe with three spatial dimensions may not be correct after all. We really may live in a universe with more dimensions than meet the eye.</p> <p>So what would these extra dimensions look like? Kaluza and Klein proposed that if we could shrink down billions of times, we'd find one extra tiny, curled up dimension located at every point in space. And just the way an ant can explore the circular dimension that wraps around a traffic light cable, in theory an ant that is billions of times smaller could also explore this tiny, curled up, circular dimension.</p> <p>This idea that extra dimensions exist all around us lies at the heart of string theory. In fact the mathematics of string theory demand not one, but six extra dimensions, twisted and curled into complex little shapes that might look something like this.</p>
<p>Entrevista 46:19 - 46:52</p>	<p><i>MICHAEL DUFF</i>: If string theory is right we would have to admit that there are really more dimensions out there, and I find that completely mind-blowing.</p> <p><i>EDWARD WITTEN</i> (Institute for Advanced Study): If I take the theory as we have it now, literally, I would conclude that the extra dimensions really exist. They're part of nature.</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN</i>: When we talk about extra dimensions we literally mean extra dimensions of space that are the same as the dimensions of space that we see around us. And the only difference between them has to do with their shape.</p>
<p>Apresentador 46:53 - 51:45</p>	<p><i>BRIAN GREENE</i>: But how could these tiny extra dimensions, curled up into such peculiar shapes, have any effect on our everyday world? Well, according to string theory, shape is everything.</p> <p>Because of its shape, a French horn can produce dozens of different notes. When you press one of the keys you change the note, because you change the shape of the space inside the horn where the air resonates. And we think the curled up spatial dimensions in string theory work in a similar way.</p> <p>If we could shrink down small enough to fly into one of these tiny six-dimensional shapes predicted by string theory we would see how the extra dimensions are twisted and curled back on each other, influencing how strings, the fundamental ingredients of our universe, move and vibrate. And this could be the key to solving one of nature's most profound mysteries.</p> <p>You see, our universe is kind of like a finely tuned machine. Scientists have found that there are about 20 numbers, 20 fundamental constants of nature that give the universe the characteristics we see today. These are numbers like how much an electron weighs, the strength of gravity, the electromagnetic force and the strong and weak forces. Now, as long as we set the dials on our universe machine to precisely the right values for each of these 20 numbers, the machine produces the universe we know and love.</p>

	<p>But if we change the numbers by adjusting the settings on this machine even a little bit... the consequences are dramatic.</p> <p>For example, if I increase the strength of the electromagnetic force, atoms repel one other more strongly, so the nuclear furnaces that make stars shine break down. The stars, including our sun, fizzle out, and the universe as we know it disappears.</p> <p>So what exactly, in nature, sets the values of these 20 constants so precisely? Well the answer could be the extra dimensions in string theory. That is, the tiny, curled up, six-dimensional shapes predicted by the theory cause one string to vibrate in precisely the right way to produce what we see as a photon and another string to vibrate in a different way producing an electron. So according to string theory, these miniscule extra-dimensional shapes really may determine all the constants of nature, keeping the cosmic symphony of strings in tune.</p> <p>By the mid 1980s, string theory looked unstoppable, but behind the scenes the theory was in tangles. Over the years, string theorists had been so successful that they had constructed not one, but five different versions of the theory. Each was built on strings and extra dimensions, but in detail, the five theories were not in harmony. In some versions, strings were open-ended strands. In others they were closed loops. At first glance, a couple of versions even required 26 dimensions. All five versions appeared equally valid, but which one was describing our universe?</p> <p>This was kind of an embarrassment for string theorists because on the one hand, we wanted to say that this might be it, the final description of the universe. But then, in the next breath we had to say, "And it comes in five flavors, five variations." Now there's one universe you expect there to be one theory and not five. So this is an example where more is definitely less.</p>
Apresentador como entrevistado 51:46 - 52:07	<i>BRIAN GREENE</i> : This was kind of an embarrassment for string theorists because on the one hand, we wanted to say that this might be it, the final description of the universe. But then, in the next breath we had to say, "And it comes in five flavors, five variations." Now there's one universe you expect there to be one theory and not five. So this is an example where more is definitely less.
Entrevista 52:08 - 52:50	<p><i>MICHAEL B GREEN</i>: One attitude that people who didn't like string theory could take was, "Well, you have five theories, so it's not unique."</p> <p><i>JOHN H. SCHWARZ</i>: This was a peculiar state of affairs, because we were looking just to describe one theory of nature and not five.</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN</i>: If there's five of them, well maybe there's smart enough people would find twenty of them. Or maybe there's an infinite number of them, and you're back to just searching around at random for theories of the world.</p> <p><i>CUMRUN VAFA</i>: Maybe one of these five string theories is describing our universe—on the other hand, which one? And why? What are the other ones good for?</p> <p><i>EDWARD WITTEN</i>: Having five string theories, even though it's big progress, raises the obvious question: if one of those theories describes our universe then who lives in the other four worlds?</p>
Apresentador 52:50 - 53:17	<i>BRIAN GREENE</i> : String theory seemed to be losing steam once again. And frustrated by a lack of progress, many physicists abandoned the field. Will string theory prove to be a "Theory of Everything" or will it unravel into a "Theory of Nothing?"

Unidade	EPISÓDIO 3: WELCOME TO THE 11th DIMENSION
Abertura 00:00 - 03:02	<p><i>NARRATOR</i>: Now, on NOVA, take a thrill ride into a world stranger than science fiction, where you play the game, by breaking some rules, where a new view of the universe, pushes you beyond the limits of your wildest imagination. This is the world of string theory, a way of describing every force and all matter from an atom to earth, to the end of the galaxies—from the birth of time to its final tick—in a single theory, a theory of everything. Our guide to this brave new world is Brian Greene, the bestselling author and physicist.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i> (Columbia University): And no matter how many times I come here, I never seem to get used to it.</p>

	<p><i>NARRATOR</i>: Can he help us solve the greatest puzzle of modern physics—that our understanding of the universe is based on two sets of laws, that don't agree?</p> <p><i>NARRATOR</i>: Resolving that contradiction eluded even Einstein, who made it his final quest. After decades, we may finally be on the verge of a breakthrough. The solution is strings, tiny bits of energy vibrating like the strings on a cello, a cosmic symphony at the heart of all reality. But it comes at a price: parallel universes and 11 dimensions, most of which you've never seen.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: We really may live in a universe with more dimensions than meet the eye.</p> <p><i>AMANDA PEET</i> (University of Toronto) : People who have said that there were extra dimensions of space have been labeled crackpots, or people who are bananas.</p> <p><i>NARRATOR</i>: A mirage of science and mathematics or the ultimate theory of everything?</p> <p><i>S. JAMES GATES, JR.</i> (University of Maryland) : If string theory fails to provide a testable prediction, then nobody should believe it.</p> <p><i>SHELDON LEE GLASHOW</i> (Boston University) : Is that a theory of physics, or a philosophy?</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: One thing that is certain is that string theory is already showing us that the universe may be a lot stranger than any of us ever imagined.</p> <p><i>NARRATOR</i>: Coming up tonight, the undeniable pull of strings.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: The atmosphere was electric. String theory goes through a revolution of its own...</p> <p><i>MICHAEL DUFF</i> (University of Michigan) : Five different string theories...</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: ...and reveals the new shape of things to come.</p> <p><i>SAVAS DIMOPOULOS</i> (Stanford University) : Perhaps we live on a three-dimensional membrane.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: Our universe might be like a slice of bread.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: We're trapped on just a tiny slice of the higher dimensional universe.</p> <p><i>ALAN GUTH</i> (Massachusetts Institute of Technology) : That's actually a problem.</p> <p><i>NARRATOR</i>: Watch the Elegant Universe right now.</p>
<p>Patrocínio do canal 03:03 - 03:37</p>	<p><i>NARRATOR</i>: Major funding for Nova is provided by the Park Foundation</p> <p>MICROSOFT AD: We see 400 employees in three years. At Microsoft, your potential inspires us to create software that helps you reach it. Your potential, our passion.</p> <p>SPRINT AD: Science, it's given us the framework to help make wireless communications clear. Sprint is proud to support Nova.</p>
<p>Patrocínio da série 03:38 - 04:20</p>	<p><i>NARRATOR</i>: The funding for The Elegant Universe is provided by:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alfred P. Sloan Foundation, to enhance public understanding of science and technology; - and by the National Science Foundation: America's investment in the future; <p>Additional funding is provided by:</p> <ul style="list-style-type: none"> - (Volkswagen ad); - and by The George D. Smith Fund; - and The U.S. Department Of Energy: fostering science and security
<p>Patrocínio do canal 04:21 - 04:27</p>	<p><i>NARRATOR</i>: Major funding for Nova is also provided by the Corporation For Public Broadcast (CPB) and viewers like you. Thank you.</p>
<p>Créditos 04:28 - 04:46</p>	

<p>Apresentador 04:47 - 05:56</p>	<p><i>BRIAN GREENE</i>: Imagine that we were able to control space or control time. The kinds of things that we'd be able to do would be amazing. I might be able to go from here...to here...to here...to here...and over to here in only an instant.</p> <p>Now, we all think that this kind of trip would be impossible. And it probably is. But in the last few years, our ideas about the true nature of space and time have been going through some changes. And things that used to seem like science fiction are looking not-so-far-fetched.</p> <p>It's all thanks to a revolution in physics called "string theory," which is offering a whole new perspective on the inner workings of the universe.</p>
<p>Entrevista 05:57 - 06:15</p>	<p><i>JOSEPH LYKKEN</i> (Fermilab): String theory holds out the promise that we can really understand questions of why the universe is the way it is at the most fundamental level.</p> <p><i>DAVID GROSS</i> (University of California, Santa Barbara) : String theory is really the Wild West of physics.</p> <p><i>MICHAEL B. GREEN</i> (University of Cambridge) : This is an area of theoretical physics which is so radically different from anything that's been before.</p>
<p>Apresentador 06:16 - 13:32</p>	<p><i>BRIAN GREENE</i>: This radical new theory starts with a simple premise: that everything in the universe, the Earth, these buildings, even forces like gravity and electricity, are made up of incredibly tiny, vibrating strands of energy called "strings."</p> <p>And small as they are, strings are changing everything we thought we knew about the universe, especially our ideas about the nature of space.</p> <p>To see how, let's first shrink all of space to a more manageable size. Imagine that the whole universe consisted of nothing more than my hometown, Manhattan. So now, just one borough of New York City makes up the entire fabric of space.</p> <p>And just for kicks, let's also imagine that I'm the CEO of a large corporation with offices on Wall Street. And because time is money, I need to find the quickest route from my apartment, here in upper Manhattan to my offices in lower Manhattan.</p> <p>Now, we all know that the shortest distance between two points is a straight line, but even if there's no traffic—a bit of a stretch even in our imaginary Manhattan—it'll still take us some amount of time to get there. By going faster and faster, we can reduce the travel time. But because nothing can go faster than the speed of light, there is a definite limit to how much time we can cut from our journey.</p> <p>This Manhattan Universe fits with an old, classical vision of space, basically a flat grid that's static and unchanging. But when Albert Einstein looked at the fabric of space, he saw something completely different. He said that space wasn't static; it could warp and stretch.</p> <p>And there could even be unusual structures of space called "wormholes." A wormhole is a bridge or tunnel that can link distant regions of space, in effect, a cosmic shortcut. In this kind of universe, my commute would be a New Yorker's dream.</p> <p>But there's a hitch: to create a wormhole, you've got to rip or tear a hole in the fabric of space. But can the fabric of space really rip? Can this first step toward forming a wormhole actually happen? Well, you can't answer these questions on an empty stomach.</p> <p>Turns out that by looking at my breakfast—coffee and a doughnut—we can get a pretty good sense of what string theory says about whether the fabric of space can tear.</p> <p>Imagine that space is shaped like this doughnut. You might think that it would be very different from a region of space shaped like this coffee cup. But there's a precise sense in which the shape of the doughnut and the coffee cup are actually the same, just a little disguised. You see, they both have one hole. In the doughnut it's in the middle and in the coffee cup it's in the handle. That means we can change the doughnut into the shape of a coffee cup and back again without having to rip or tear the dough at all.</p> <p>Okay, but suppose you want to change the shape of this doughnut into a very different shape, a shape with no holes. The only way to do that is to tear the doughnut like this and then re-shape it.</p> <p>Unfortunately, according to Einstein's laws, this is impossible. They say that space can stretch and warp, but it cannot rip. Wormholes might exist somewhere fully formed, but you could not</p>

	<p>rip space to create a new one, over Manhattan or anywhere else. In other words, I can't take a wormhole to work.</p> <p>But now string theory is giving us a whole new perspective on space, and it's showing us that Einstein wasn't always right. To see how, let's take a much closer look at the spatial fabric.</p> <p>If we could shrink down to about a millionth of a billionth of our normal size, we'd enter the world of quantum mechanics, the laws that control how atoms behave. It's the world of light and electricity and everything else that operates at the smallest of scales. Here, the fabric of space is random and chaotic. Rips and tears might be commonplace. But if they were, what would stop a rip in the fabric of space from creating a cosmic catastrophe?</p> <p>Well, this is where the power of strings comes in. Strings calm the chaos. And as a single string dances through space, it sweeps out a tube. The tube can act like a bubble that surrounds the tear, a protective shield with profound implications. Strings actually make it possible for space to rip.</p> <p>Which means that space is far more dynamic and changeable than even Albert Einstein thought. So does that mean that wormholes are possible? Will I ever be able to take a stroll on Everest, grab a baguette in Paris and still make it back to New York in time for my morning meeting?</p> <p>It would be kind of cool, though it's still a very distant possibility.</p> <p>But one thing that is certain is that string theory is already showing us that the universe may be a lot stranger than any of us ever imagined. For example, string theory says we're surrounded by hidden dimensions, mysterious places beyond the familiar three-dimensional space we know.</p>
Entrevista 13:33 - 13:44	<i>AMANDA PEET</i> : People who've said that there were extra dimensions of space, have been labeled as, you know, crackpots or people who are bananas. I mean, what, do you think there are extra dimensions? Well, string theory really predicts it.
Apresentador 13:45 - 13:51	<i>BRIAN GREENE</i> : What we think of as our universe could just be one small part of something much bigger.
Entrevista 13:52 - 14:02	<i>SAVAS DIMOPOULOS</i> : Perhaps we live on a membrane, a three-dimensional membrane that floats inside higher dimensional space.
Apresentador 14:03 - 14:09	<i>BRIAN GREENE</i> : There could be entire worlds right next to us, but completely invisible.
Entrevista 14:10 - 14:20	<i>NIMA ARKANI-HAMED</i> (Harvard University) : These other worlds would, in a very literal sense, be, be parallel universes. This isn't a particularly exotic or, or strange notion.
Apresentador 14:21 - 14:27	<i>BRIAN GREENE</i> : No wonder physics students are lining up to explore the strange world of string theory.
Entrevista 14:28 - 14:41	<i>SHELDON LEE GLASHOW</i> : String theory is very active. Things are happening. There are a lot of people doing it. Most of the young kids, given the choice, at a ratio of something like ten to one, they will go into string theory.
Apresentador 14:42 - 15:32	<i>BRIAN GREENE</i> : But strings weren't always this popular. The pioneers of string theory struggled for years, working alone on an idea that nobody else believed in. Here's the gist of it: for decades, physicists believed that the tiniest bits inside an atom were point particles. Flying around the outside were the electrons, and inside were protons and neutrons which were made up of quarks. But string theory says that what we thought were indivisible particles are actually tiny, vibrating strings.
Entrevista 15:33 - 15:43	<i>BURT OVRUT</i> (University of Pennsylvania) : It's nothing really mystical. It's a really tiny string. It either closes in to its little circle or it has end points, but it's just a little string.
Apresentador 15:44 - 15:55	<i>BRIAN GREENE</i> : In the 1980s, the idea caught on, and people started jumping on the string bandwagon.
Entrevista 15:56 - 16:06	<i>MICHAEL B. GREEN</i> : Well, the fact that suddenly all these other people were working in the field had its advantages and its disadvantages. It was wonderful to see how rapidly the subject could develop now, because so many people were working on it.
Apresentador 16:07 - 17:52	<p><i>BRIAN GREENE</i>: One of the great attractions of strings is their versatility. Just as the strings on a cello can vibrate at different frequencies, making all the individual musical notes, in the same way, the tiny strings of string theory vibrate and dance in different patterns, creating all the fundamental particles of nature. If this view is right, then put them all together and we get the grand and beautiful symphony that is our universe.</p> <p>What's really exciting about this is that it offers an amazing possibility. If we could only master the rhythms of strings, then we'd stand a good chance of explaining all the matter and all the</p>

	<p>forces of nature, from the tiniest subatomic particles to the galaxies of outer space. This is the potential of string theory, to be a unified "Theory of Everything."</p> <p>But, at first sight, in our enthusiasm for this idea, we seem to have gone too far. Because we didn't produce just one string theory, or even two—we somehow managed to come up with five.</p>
Entrevista 17:53 - 18:17	<p><i>MICHAEL DUFF</i> (University of Michigan) : Five different string theories, each competing for the title of the Theory of Everything.</p> <p><i>BURT OVRUT</i>: And if there's going to be a "The Fundamental Theory of Nature," there ought to be one of them.</p> <p><i>AMANDA PEET</i>: I suppose a number of string theorists thought, "Ah, that's fantastic. That's wonderful. And maybe one of these will end up being the right theory of the world." And yet, there must have been a little nagging voice at the back of the head that said, "Well, why are there five?"</p>
Apresentador 18:18 - 19:09	<p><i>BRIAN GREENE</i>: With five competing players, the stage of string theory was looking a little crowded. The five theories had many things in common. For example, they all involved vibrating strings, but their mathematical details appeared to be quite different. Frankly, it was embarrassing. How could this unified Theory of Everything come in five different flavors?</p> <p>This was a case where more was definitely less. But then something remarkable happened. This is Ed Witten. He's widely regarded as one of the world's greatest living physicists, perhaps even Einstein's successor.</p>
Entrevista 19:10 - 19:27	<p><i>MICHAEL B. GREEN</i>: Ed Witten is a very special person in the field. He clearly has a grasp, particularly of the underlying mathematical principles, which is far greater than most other people.</p> <p><i>JOSEPH POLCHINSKI</i> (University of California, Santa Barbara) : Well, you know, we all think we're very smart; he's so much smarter than the rest of us.</p>
Apresentador 19:28 - 19:42	<p><i>BRIAN GREENE</i>: In 1995, string theorists from all over the world gathered at the University of Southern California for their annual conference. Ed Witten showed up at Strings 95 and rocked their world.</p>
Entrevista 19:43 - 19:52	<p><i>EDWARD WITTEN</i> (Institute for Advanced Study) : I was really trying to think of something that would be significant for the occasion. And actually, since five string theories was too many, I thought I would try to get rid of some of them.</p>
Apresentador 19:53 - 20:06	<p><i>BRIAN GREENE</i>: To solve the problem, Witten constructed a spectacular new way of looking at string theory.</p>
Entrevista 20:07 - 20:20	<p><i>JOSEPH POLCHINSKI</i>: Ed announced that he had thought about it, and moreover, he had solved it. He was going to tell us the solution to every string theory in every dimension, which was an enormous claim, but coming from Ed it was not so surprising.</p>
Apresentador como entrevistado 20:21 - 20:30	<p><i>BRIAN GREENE</i>: The atmosphere was electric because, all of a sudden, string theory, which had been going through a kind of doldrums, was given an incredible boost, a shot in the arm.</p>
Entrevista 20:31 - 20:51	<p><i>LEONARD SUSSKIND</i> (Stanford University) : Ed Witten gave his famous lecture. And he said a couple of words that got me interested...and for the rest of the lecture...I got hooked up on the first few words that he said, and completely missed the point of his lecture.</p> <p><i>NATHAN SEIBERG</i> (Institute for Advanced Study) : I remember I had to give the talk after him, and I was kind of embarrassed to.</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN</i>: Ed Witten just blew everybody away.</p>
Apresentador 20:52 - 21:43	<p><i>BRIAN GREENE</i>: Ed Witten blew everybody away because he provided a completely new perspective on string theory. From this point of view, we could see that there weren't really five different theories. Like reflections in a wall of mirrors, what we thought were five theories turned out to be just five different ways of looking at the same thing. String theory was unified at last.</p> <p>Witten's work sparked a breakthrough so revolutionary that it was given its own name, "M-theory," although no one really knows what the M stands for.</p>
Entrevista 21:44 - 22:29	<p><i>S. JAMES GATES, JR.</i>: Aah, what is the M for?</p> <p><i>BURT OVRUT</i>: M-theory.</p> <p><i>STEVEN WEINBERG</i> (University of Texas at Austin) : M-theory.</p>

	<p><i>DAVID GROSS</i>: M-theory.</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN</i>: M-theory.</p> <p><i>GARY HOROWITZ</i> (Institute for Advanced Study) : The M-theory.</p> <p><i>STEVEN WEINBERG</i>: M-theory is a theory...</p> <p><i>BURT OVRUT</i>: I don't actually know what the M stands for.</p> <p><i>STEVEN WEINBERG</i>: Well, the M has...</p> <p><i>BURT OVRUT</i>: I've heard many descriptions.</p> <p><i>STEVEN WEINBERG</i>: Mystery theory, magic theory...</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN</i>: It's the Mother theory.</p> <p><i>STEVEN WEINBERG</i>: Matrix theory.</p> <p><i>LEONARD SUSSKIND</i>: Monstrous theory? I don't know what it...I don't know what Ed meant.</p> <p><i>EDWARD WITTEN</i>: M stands for magic, mystery or matrix, according to taste.</p> <p><i>SHELDON LEE GLASHOW</i>: I suspect that the "M" is an upside down "W" for "Witten."</p> <p><i>EDWARD WITTEN</i>: Some cynics have occasionally suggested that M may also stand for "murky," because our level of understanding of the theory is, in fact, so primitive. Maybe I shouldn't have told you that one.</p>
Apresentador 22:30 - 22:37	<i>BRIAN GREENE</i> : Whatever the name, it was a bombshell. Suddenly everything was different.
Entrevista 22:38 - 22:45	<i>JOSEPH LYKKEN</i> : There was a lot of panic, if you like, realizing that big things were happening, and all of us not wanting to get left behind in this new revolution of string theory.
Apresentador 22:46 - 23:17	<p><i>BRIAN GREENE</i>: After Witten's talk, there was renewed hope that this one theory could be the theory to explain everything in the universe. But there was also a price to pay.</p> <p>Before M-theory, strings seemed to operate in a world with 10 dimensions. These included one dimension of time, the three familiar space dimensions, as well as six extra dimensions, curled up so tiny that they're completely invisible.</p>
Entrevista 23:18 - 23:33	<i>GARY HOROWITZ</i> : Well, we think these extra dimensions exist because they come out of the equations of string theory. Strings need to move in more than three dimensions. And that was a shock to everybody, but then we learned to live with it.
Apresentador 23:33 - 23:45	<i>BRIAN GREENE</i> : But M-theory would go even further, demanding yet another spatial dimension, bringing the grand total to 11 dimensions.
Entrevista 23:46 - 23:57	<i>BURT OVRUT</i> : We know that there would have to be 11 dimensions for this theory to make sense. So there must be 11 dimensions. We only see three plus one of them. How is that possible?
Apresentador 23:58 - 25:48	<p><i>BRIAN GREENE</i>: For most of us, it's virtually impossible to picture the extra, higher dimensions: I can't. And it's not surprising. Our brains evolved sensing just the three spatial dimensions of everyday experience. So how can we get a feel for them? One way is to go to the movies.</p> <p><i>THEATER BRIAN GREENE</i>: We're all familiar with the real world having three spatial dimensions. That is, anywhere I go, I can move left-right, back-forth, or up-down.</p> <p><i>MOVIE SCREEN BRIAN (on screen)</i> : But in the movies, things are a bit different. Even though the characters on a movie screen look three-dimensional, they actually are stuck in just two dimensions. There is no back-forth on a movie screen, that's just an optical illusion.</p> <p>To really move in the back-forth dimension, I'd have to step out of the screen. And sometimes moving into a higher dimension can be a useful thing to do.</p> <p><i>MOVIE SCREEN BRIAN GREENE (in theater)</i>: So dimensions all have to do with the independent directions in which you can move. They're sometimes called "degrees of freedom."</p>

	<p><i>THEATER BRIAN GREENE</i>: The more dimensions or degrees of freedom you have, the more you can do.</p> <p><i>MOVIE SCREEN BRIAN GREENE (in theater)</i>: That's right.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i> : And if there really are 11 dimensions, then strings can do a lot more, too.</p>
Entrevista 25:49 - 26:02	<i>BURT OVRUT</i> : People found, fairly soon, that there were objects that lived in these theories, which weren't just strings, but were larger than that. They actually looked like membranes or surfaces.
Apresentador 26:03 - 26:39	<i>BRIAN GREENE</i> : The extra dimension Witten added allows a string to stretch into something like a membrane, or a "brane" for short. A brane could be three-dimensional or even more. And with enough energy, a brane could grow to an enormous size, perhaps even as large as a universe. This was a revolution in string theory.
Entrevista 26:40 - 26:54	<i>STEVEN WEINBERG</i> : String theory has gotten much more baroque. I mean now there are not only strings, there are membranes. People go on calling this string theory, but the string theorists are not sure it really is a theory of strings anymore.
Apresentador 26:55 - 28:35	<p><i>BRIAN GREENE</i>: The existence of giant membranes and extra dimensions would open up a startling new possibility, that our whole universe is living on a membrane, inside a much larger, higher dimensional space.</p> <p>It's almost as if we were living inside...a loaf of bread? Our universe might be like a slice of bread, just one slice, in a much larger loaf that physicists sometimes call the "bulk." And if these ideas are right, the bulk may have other slices, other universes, that are right next to ours, in effect, "parallel" universes.</p> <p>Not only would our universe be nothing special, but we could have a lot of neighbors. Some of them could resemble our universe, they might have matter and planets and, who knows, maybe even beings of a sort.</p> <p>Others certainly would be a lot stranger. They might be ruled by completely different laws of physics. Now, all of these other universes would exist within the extra dimensions of M-theory, dimensions that are all around us. Some even say they might be right next to us, less than a millimeter away.</p> <p>But if that's true, why can't I see them or touch them?</p>
Entrevista 28:36 - 29:06	<p><i>BURT OVRUT</i>: If you have a brane living in a higher dimensional space, and your particles, your atoms, cannot get off the brane, it's like trying to reach out, but you can't touch anything. It might as well be on the other end of the universe.</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN</i>: It's a very powerful idea because if it's right it means that our whole picture of the universe is clouded by the fact that we're trapped on just a tiny slice of the higher dimensional universe.</p>
Apresentador 29:07 - 29:41	<i>BRIAN GREENE</i> : It is a powerful idea, especially because it may help solve one of the great mysteries of modern science. It has to do with gravity. It's been more than 300 years since Isaac Newton came up with the universal law of gravity, inspired, as the story goes, by seeing an apple fall from a tree. Today, it seems obvious that gravity is a powerful force.
Entrevista 29:42 - 29:58	<i>SHELDON LEE GLASHOW</i> : It would seem to most people that gravity is a very important force, it's very strong. It's very hard to get up in the morning, stand up, and when things fall they break because gravity is strong. But the fact of the matter is that it's not strong. It's, it's really a very weak force.
Apresentador 29:59 - 31:21	<p><i>BRIAN GREENE</i>: Gravity pulls us down to the Earth, and keeps our Earth in orbit around the sun. But in fact, we overcome the force of gravity all the time. It's not that hard. Even with the gravity of the entire Earth pulling this apple downward, the muscles in my arm can easily overcome it.</p> <p>And it's not just our muscles that put gravity to shame. Magnets can do it, too, no sweat. Magnets carry a different force, the electromagnetic force. That's the same force behind light and electricity. It turns out that electromagnetism is much, much stronger than gravity.</p> <p>Gravity, in comparison, is amazingly weak. How weak? The electromagnetic force is some thousand billion, billion, billion, billion times stronger. That's a one with 39 zeroes following it.</p> <p>The weakness of gravity has confounded scientists for decades. But now, with the radical world of string theory, filled with membranes and extra dimensions, there's a whole new way to look at the problem.</p>

Entrevista 31:22 - 31:35	<i>NIMA ARKANI-HAMED</i> : One way of approaching the question of why gravity is so weak compared to all the other forces, is to turn the question completely on its head, and say, "No, actually gravity isn't very weak. Compared to all the other forces, it just appears to be weak."
Apresentador 31:36 - 31:45	<i>BRIAN GREENE</i> : It may be that gravity is actually just as strong as electromagnetism, but for some reason, we can't feel its strength.
Entrevista 31:46 - 32:11	<i>SAVAS DIMOPOULOS</i> : Consider a pool table, a very large pool table. Think of the surface of the pool table as representing our three-dimensional universe, although it is just two-dimensional, and think of the billiard balls as representing atoms and other particles that the universe is made out of.
Apresentador 32:12 - 35:30	<p><i>BRIAN GREENE</i>: So here's the wild idea: the atoms and particles that make up stuff in the world around us will stay on our particular membrane, our slice of the universe just as the billiard balls will stay on the surface of the pool table—unless you're a really bad pool player.</p> <p>But whenever the balls collide, there is something that always seeps off the table, sound waves. That's why I can hear the collision. Now, the idea is that gravity might be like the sound waves, it might not be confined to our membrane. It might be able to seep off our part of the universe.</p> <p>Or think about it another way. Instead of pool tables, let's go back to bread. Imagine that our universe is like this slice of toast. And that you and me, and all of matter—light itself, everything we see—is like jelly. Now jelly can move freely on the surface of the toast, but otherwise, it's stuck, it can't leave the surface itself.</p> <p>But what if gravity were different? What if gravity were more like cinnamon and sugar? Now, this stuff isn't sticky at all, so it easily slides right off the surface.</p> <p>But why would gravity be so different from everything else that we know of in the universe? Well, turns out that string theory, or M-theory, provides an answer. It all has to do with shape.</p> <p>For years, we concentrated on strings that were closed loops, like rubber bands. But after M-theory, we turned our attention to other kinds. Now we think that everything we see around us, like matter and light, is made of open-ended strings, and the ends of each string are tied down to our three-dimensional membrane.</p> <p>But closed loops of string do exist, and one kind is responsible for gravity. It's called a graviton. With closed loops, there are no loose ends to tie down, so gravitons are free to escape into the other dimensions, diluting the strength of gravity and making it seem weaker than the other forces of nature.</p> <p>This suggests an intriguing possibility. If we do live on a membrane and there are parallel universes on other membranes near us, we may never see them, but perhaps we could one day feel them through gravity.</p>
Entrevista 35:31 - 35:49	<i>SAVAS DIMOPOULOS</i> : If there happens to be intelligent life on one of the membranes, then this intelligent life might be very close to us. So theoretically, and purely theoretically, we might be able to communicate with this intelligent life by exchanging strong gravity wave sources.
Apresentador 35:50 - 37:30	<p><i>BRIAN GREENE</i>: So who knows? Maybe someday we'll develop the technology and use gravity waves to actually communicate with other worlds.</p> <p><i>ALIEN</i>: Ay-yoo-ya.</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: Yes, hey, it's Brian. How you doing?</p> <p><i>ALIEN</i>: Brian, hoh-ba jubby wah-fa-loo poo-jabba "Simpsons!"</p> <p><i>TRANSLATION</i>: I told you never to call me during "The Simpsons!"</p> <p><i>BRIAN GREENE</i>: We don't really know if parallel universes could have a real impact on us. But there is one very controversial idea, which says they've already played a major role. In fact, it gives them credit for our existence.</p> <p>As the classic story goes, the vast universe we see today was once extremely small, unimaginably small. Then, suddenly, it got bigger—a lot bigger—during the dramatic event known as the big bang.</p> <p>The big bang stretched the fabric of space and set off the chain of events that brought us to the universe we know and love today. But there's always been a couple of problems with the big bang theory. First, when you squeeze the entire universe into an infinitesimally small, but</p>

	stupendously dense package, at a certain point, our laws of physics simply break down. They just don't make sense anymore.
Entrevista 37:31 - 37:42	<i>DAVID GROSS</i> : The formulas we use start giving answers that are nonsensical. We find total disaster. Everything breaks down, and we're stuck.
Apresentador 37:43 - 37:47	<i>BRIAN GREENE</i> : And on top of this, there's the bang itself. What exactly is that?
Entrevista 37:48 - 37:59	<i>ALAN GUTH</i> : That's actually a problem. The classic form of the big bang theory really says nothing about what banged, what happened before it banged, or what caused it to bang.
Apresentador 38:00 - 38:12	<i>BRIAN GREENE</i> : Refinements to the big bang theory do suggest explanations for the Bang, but none of them turn the clock back completely to the moment when everything started.
Entrevista 38:13 - 38:42	<i>PAUL STEINHARDT</i> (Princeton University) : Most people come at this with the naïve notion that there was a beginning—that somehow space and time emerged from nothingness into somethingness. <i>BURT OVRUT</i> : Well, I don't know about you, but I don't like nothing. Do I really believe that the universe was a big bang out of nothing? And I'm not a philosopher, so I won't say. But I could imagine to a philosopher, that is a problem. But to a physicist, I think, it's also a problem.
Apresentador 38:43 - 39:04	<i>BRIAN GREENE</i> : Everyone admits there are problems. The question is: "Can string theory solve them?" Some string theorists have suggested that the Big Bang wasn't the beginning at all, that the universe could have existed long before even forever. Not everyone is comfortable with the idea.
Entrevista 39:05 - 39:13	<i>ALAN GUTH</i> : I actually find it rather unattractive to think about a universe without a beginning. It seems to me that a universe without a beginning is also a universe without an explanation.
Apresentador 39:14 - 39:25	<i>BRIAN GREENE</i> : So what is the explanation? What if string theory is right, and we are all living on a giant membrane inside a higher dimensional space?
Entrevista 39:26 - 39:39	<i>PAUL STEINHARDT</i> : One of the ideas in string theory that was particularly striking to me, and suggested perhaps a new direction for cosmology, is the idea of branes and the idea of branes moving in extra dimensions.
Apresentador 39:40 - 39:48	<i>BRIAN GREENE</i> : Some scientists have proposed that the answer to the Big Bang riddle lies in the movements of these giant branes.
Entrevista 39:49 - 40:01	<i>BURT OVRUT</i> : It's so simple. Here's a brane on which we live, and here's another brane floating in the higher dimension. There's absolutely nothing difficult about imagining that these collide with each other.
Apresentador 40:02 - 40:18	<i>BRIAN GREENE</i> : According to this idea, some time before the big bang, two branes carrying parallel universes began drifting toward each other, until...
Entrevista 40:19 - 40:33	<i>BURT OVRUT</i> : All of that energy has to go somewhere. Where does it go? It goes into the big bang. It creates the expansion that we see, and it heats up all the particles in the universe in this big, fiery mass.
Apresentador 40:34 - 41:13	<i>BRIAN GREENE</i> : As if this weren't weird enough, the proponents of this idea make another radical claim: the big bang was not a special event. They say that parallel universes could have collided, not just once in the past, but again and again—and that it will happen in the future. If this view is right, there's a brane out there right now, headed on a collision course with our universe.
Entrevista 41:14 - 41:21	<i>PAUL STEINHARDT</i> : So another collision is coming, and there'll be another big bang. And this will just repeat itself for an indefinite period into the future.
Apresentador 41:22 - 41:29	<i>BRIAN GREENE</i> : It's an intriguing idea. Unfortunately, there are a few technical problems.
Entrevista 41:30 - 41:40	<i>DAVID GROSS</i> : Well, that was a very ingenious scenario that arose naturally within string theory. However, the good old problems creep back in again.
Apresentador 41:41 - 41:54	<i>BRIAN GREENE</i> : The fact is we don't really know what happens when two branes collide. You can wind up with the same situation we had with the Big Bang; the equations don't make sense.
Entrevista 41:55 - 42:02	<i>GARY HOROWITZ</i> : They have to make a lot of assumptions in their models, and I don't think they've really solved the problem of the big bang in string theory.
Apresentador 42:03 - 42:24	<i>BRIAN GREENE</i> : If string theory is the one true theory of the universe, it will have to solve the riddle of the big bang. And there's a lot of hope that someday string theory will succeed. But for now, there's also a lot of uncertainty. As promising and exciting the theory is, we don't entirely understand it.
Entrevista 42:25 - 42:38	<i>DAVID GROSS</i> : It's as if we've stumbled in the dark into a house, which we thought was a two bedroom apartment and now we're discovering is a nineteen-room mansion—at least. And maybe it's got a thousand rooms, and we're just beginning our journey.
Apresentador 42:38 - 42:55	<i>BRIAN GREENE</i> : So how sure are we that the universe is the way that string theory describes it? Is the world really made up of strings and membranes, parallel universes and extra dimensions? Is this all science or science fiction?

Entrevista 42:56 - 43:35	<p><i>MICHAEL DUFF:</i> Well, the question we often ask ourselves as we work through our equations is, "Is this just fancy mathematics, or is it describing the real world?"</p> <p><i>S. JAMES GATES, JR.:</i> These exercises in our imagination of mathematics are all, at the end of the day, subjected to a single question: "Is it there in the laboratory? Can you find its evidence?"</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN:</i> String theory and string theorists do have a real problem. How do you actually test string theory? If you can't test it in the way that we test normal theories, it's not science, it's philosophy, and that's a real problem.</p>
Apresentador 43:36 - 44:45	<p><i>BRIAN GREENE:</i> Strings are thought to be so tiny, much smaller than an atom, that there's probably no way to see them directly. But even if we never see strings, we may someday see their fingerprints. You see, if strings were around at the beginning of the universe, when things were really tiny, they would have left impressions or traces on their surroundings. And then, after the big bang, when everything expanded, those traces would have been stretched out along with everything else. So, if that's true, we may someday see the tell-tale signs of strings somewhere in the stars.</p> <p>But even here on earth there's a chance we can detect evidence of strings. This pasture in Illinois serves as command central for a lot of this research. Well, actually, the real work happens underground where the hunt is on for evidence supporting string theory, including extra dimensions.</p>
Entrevista 44:46 - 44:53	<i>JOSEPH LYKKEN:</i> Not too many years ago, people who talked about large extra dimensions would have been considered crackpots, to put it lightly.
Apresentador 44:54 - 46:27	<p><i>BRIAN GREENE:</i> But all that has changed, thanks to string theory.</p> <p>This is Fermilab, and right now, it's our best hope for proving that extra dimensions are real. Fermilab has a giant atom smasher. Here's how it works: scientists zap hydrogen atoms with huge amounts of electricity. Later, they strip them of their electrons and send the protons zooming around a four mile circular tunnel beneath the prairie. Just as they're approaching the speed of light, they are steered into collisions with particles whizzing in the opposite direction.</p> <p>Most collisions are just glancing blows, but occasionally there's a direct hit. The result is a shower of unusual subatomic particles. The hope is that among these particles will be a tiny unit of gravity, the graviton.</p> <p>Gravitons, according to string theory, are closed loops, so they can float off into the extra dimensions. The grand prize would be a snapshot of a graviton at the moment of escape.</p>
Entrevista 46:28 - 46:36	<i>MARIA SPIROPULU (Fermilab) :</i> And then the graviton goes to the extra dimension, and then it shows in the detector by its absence. You see it by its absence.
Apresentador 46:37 - 47:18	<i>BRIAN GREENE:</i> Unfortunately, Fermilab hasn't yet "seen" the vanishing graviton. And the pressure is on, because another team is hot on the same trail. Four thousand miles away, on the border of France and Switzerland, a lab called CERN is constructing an enormous new atom smasher. When it's finished, it will be seven times more powerful than Fermilab's.
Entrevista 47:19 - 47:29	<i>JOSEPH LYKKEN:</i> There's a great sense of urgency that every minute has to count, but eventually, CERN, our rival laboratory, will frankly blow us out of the water.
Apresentador 47:30 - 48:09	<p><i>BRIAN GREENE:</i> CERN will blow Fermilab out of the water, not only in the search for extra dimensions, but other wild ideas.</p> <p>At the top of the "to do" list for both labs is the hunt for something called "supersymmetry," that's a central prediction of string theory. And it says, in a nutshell, that for every subatomic particle we're familiar with, like electrons, photons, and gravitons, there should also be a much heavier partner called a "sparticle," which so far no one has ever seen. Now, because string theory says sparticles should exist, finding them is a major priority.</p>
Entrevista 48:10 - 48:29	<p><i>MARIA SPIROPULU:</i> So, it's a big discovery to find supersymmetry. That's, that's a humongous discovery and, and I think it's a bigger discovery to find supersymmetry than to find life on Mars.</p> <p><i>AMANDA PEET:</i> If we were to hear tomorrow that supersymmetry was discovered, there would be parties all over the planet.</p>
Apresentador 48:30 - 48:52	<i>BRIAN GREENE:</i> The problem is, if they exist, the sparticles of supersymmetry are probably incredibly heavy, so heavy that they may not be detected with today's atom smashers. The new facility at CERN will have the best chance, once it's up and running in several years, but that won't stop the folks at Fermilab from trying to find them first.
Entrevista 48:53 - 49:13	<i>MARIA SPIROPULU:</i> The competition is, is friendly and fierce at the same time. We're competing like bad dogs, essentially. It has always been like that, and it will always be like that.

	<p><i>JOSEPH LYKKEN:</i> We have to make sure that we don't make any mistakes, that we do absolutely the best we can do at these experiments and take advantage of what is really one of the great golden opportunities for discovery.</p>
Apresentador 49:14 - 49:59	<p><i>BRIAN GREENE:</i> If we do find sparticles, it won't prove string theory, but it will be really strong circumstantial evidence that we're on the right track. Over the next 10 to 20 years, the new generation of atom smashers is sure to uncover surprising truths about the nature of our universe.</p> <p>But will it be the universe predicted by string theory? What if we don't find sparticles? Or extra dimensions? What if we never find any evidence that supports this weird new universe filled with membranes and tiny vibrating strings? Could string theory, in the end, be wrong?</p>
Entrevista 50:00 - 50:21	<p><i>MICHAEL DUFF:</i> Oh yes, it's certainly a logical possibility that we've all been wasting our time for the last twenty years and that the theory is completely wrong.</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN:</i> There have been periods of many years where all of the smart people, all of the cool people, were working on one kind of theory, moving in one kind of direction, and even though they thought it was wonderful, it turned out to be a dead end. This could happen to string theory.</p>
Apresentador 50:22 - 50:33	<p><i>BRIAN GREENE:</i> Even though there's no real evidence yet, so much of string theory just makes so much sense; a lot of us believe it's just got to be right.</p>
Entrevista 50:34 - 51:21	<p><i>STEVEN WEINBERG:</i> I don't think it's ever happened that a theory that has the kind of mathematical appeal that string theory has turned out to be entirely wrong. I would find it hard to believe that that much elegance and mathematical beauty would simply be wasted.</p> <p><i>GARY HOROWITZ:</i> I don't really know how close we are to the end. You know, are we almost there in having the complete story? Is it going to still be another ten years? Nobody knows. But I think it's going to keep me busy for a long time.</p> <p><i>JOSEPH LYKKEN:</i> We have been incredibly lucky. Nature has somehow allowed us to unlock the keys to many fundamental mysteries already. How far can we push that? We won't know until we, until we try.</p>
Apresentador 51:22 - 53:17	<p><i>BRIAN GREENE:</i> A century ago, some scientists thought they had pretty much figured out the basic laws of the universe. But then Einstein came along and dramatically revised our views of space and time and gravity. And quantum mechanics unveiled the inner workings of atoms and molecules, revealing a world that's bizarre and uncertain. So, far from confirming that we had sorted it all out, the 20th century showed that every time we looked more closely at the universe, we discovered yet another unexpected layer of reality.</p> <p>As we embark on the 21st century, we're getting a glimpse of what may be the next layer: vibrating strings, sparticles, parallel universes and extra dimensions. It's a breathtaking vision, and in a few years, experiments may begin to tell us whether some of these ideas are right or wrong.</p> <p>But, regardless of the outcome, we'll keep going, because, well, that's what we do. We follow our curiosity. We explore the unknown. And a hundred or a thousand years from now, today's view of the cosmos may look woefully incomplete, perhaps even quaint. But undeniably, the ideas we call string theory are a testament to the power of human creativity. They've opened a whole new spectrum of possible answers to age-old questions. And with them, we've taken a dramatic leap in our quest to fully understand this elegant universe.</p>