UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de
Biociências, Faculdade de Educação

Sofia Guilhem Basilio

**“A Ideologia em Materiais de Divulgação Científica: Um
Estudo da Imagem de Einstein em Discursos sobre as
Ondas Gravitacionais”**

Orientador: Prof. Dr. Ivã Gurgel

São Paulo

2018

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de
Biociências, Faculdade de Educação

Sofia Guilhem Basilio

**“A Ideologia em Materiais de Divulgação Científica: Um
Estudo da Imagem de Einstein em Discursos sobre as
Ondas Gravitacionais”**

Versão Corrigida

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, Ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências

Área de concentração: Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Ivã Gurgel

São Paulo

2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Basilio, Sofia Guilhem

A ideologia em materiais de divulgação científica: um estudo da imagem de Einstein em discursos sobre as ondas gravitacionais. São Paulo, 2018.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Ivã Gurgel
Área de Concentração: Ensino de Física.

Unitermos: 1. Física – Estudo e ensino; 2. Divulgação científica; 3. Ideologia; 4. Historiografia; 5. Análise do discurso.

USP/IF/SBI-062/2018

Nome: BASILIO, Sofia Guilhem

Título: A ideologia em materiais de divulgação científica: um estudo da imagem de Einstein em discursos sobre as ondas gravitacionais.

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, Ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências

Área de concentração: Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Ivã Gurgel

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

“‘Eu poderia lhes contar minhas aventuras... começando por esta manhã’, disse Alice um pouco tímida; ‘mas não adianta voltar a ontem, porque eu era uma pessoa diferente’”

Para minha Neidinha, sempre guerreira

Agradecimentos

É realmente muito complicado me lembrar de todas as pessoas que me apoiaram nesses anos que possibilitaram o desenvolvimento desse trabalho. Nesses anos todos, desde que entrei no curso de Física, sempre sonhei com o dia em que esse passo de minha carreira estaria finalizado, e diversas pessoas queridas me apoiaram nisso.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer meu querido orientador, Ivã Gurgel, que sempre me direcionou e me apoiou desde a iniciação científica, mesmo nos momentos mais difíceis, sejam no âmbito acadêmico ou no pessoal. O Ivã merece um destaque aqui nos agradecimentos, pois foi um dos poucos professores com quem tive o prazer de ter aulas durante todo o meu curso que efetivamente possui uma postura humana frente à sala de aula, se preocupando com a aprendizagem efetiva dos estudantes e dando suporte a eles. Por ser um exemplo durante todos esses anos, me sinto extremamente honrada de conseguir desenvolver esse trabalho com ele e por ele ter acreditado que daria certo.

Em segundo lugar, gostaria de agradecer a todos os outros professores que tive ao longo da educação básica, da graduação e da pós-graduação. Em especial, gostaria de agradecer à professora Maria Regina Kawamura, pelas dicas em minha monografia, pelos ótimos comentários em minha qualificação em conjunto com o professor Cristiano de Mattos e pelo período que fiquei sob sua orientação.

Gostaria também de agradecer minha grande amiga, Flávia Polati. Seus conselhos sempre foram muito esclarecedores, nossas discussões sempre iluminadoras e olhar para você sempre me ajudou a perceber que, embora no caminho as coisas possam parecer confusas e caóticas, no final sempre fazemos dar certo.

Ainda no âmbito acadêmico, gostaria de agradecer a todos os meus colegas do TeHCo, sejam os “raízes” ou os novos “mascotes”, por todos os ótimos comentários que sempre recebi em todas as prévias feitas, por todas as discussões geniais que tivemos nesses anos de grupo e pela amizade que desenvolvemos: Alex Coelho, André Noronha, Artur Alegre, Barbra Miguele Carlos Chaves, Danilo Cardoso, Felipe Prado, Felipe Velásquez, Gabriela Barcellos, Helton Martinez, Ivã Gurgel, Márcia Saito, Maristela Rocha, Renan Milnitsky e Yuri Machado.

Porém, sei que nada disso seria possível se não fosse pela minha família. Pela minha mãe Rozane, que sempre me mostrou a importância da educação e que me fez voltar a ver a História como algo instigante e necessário. Pelo meu pai José Carlos, que desde a infância me

desafiava a perguntar as questões sobre a natureza. Pelos meus avós, José e Neide, com quem passava todas as tardes e são meus segundos pais. Pela minha tia Cristiane, que quando eu era apenas um bebê, saia correndo do serviço só para me encher de amor. Pelos meus tios David e Sumaia que sei que, mesmo longe, são pessoas com as quais sempre posso contar. Pelo meu marido Rui, que além de meu melhor amigo, é meu companheiro e quem mais aguenta meu mal humor – principalmente nesse final – me servindo uma xícara de café e um sorriso.

Como família a gente também escolhe, a todos os meus amigos, que me deram um ombro amigo quando precisei, mesmo que nem sempre estar perto fosse uma possibilidade. À Katia, minha irmã de coração e de vida, à Carol e ao Rangel, meus moços, à Ana, melhor amiga, e à Lissabele, que sempre cuidou e amou meus filhos de pelo.

Porém, principalmente, à sociedade brasileira, com seu povo tão explorado, cujos impostos também são destinados à Universidade, onde apenas uma parcela ínfima possui o privilégio de adentrar. Graças a vocês que foi possível receber auxílio desde a graduação até a pós na forma financeira de uma bolsa CAPES, além da estrutura disponível (embora sob constantes ataques) da Universidade. Se não fosse por isso, não conseguiria receber toda a instrução que recebi até agora e espero que consiga retribuir à sociedade por todo esse auxílio. Meus mais sinceros agradecimentos e força aos trabalhadores e trabalhadoras brasileiros.

Resumo

BASILIO, S. G. A Ideologia em Materiais de Divulgação Científica: Um Estudo da Imagem de Einstein em Discursos sobre as Ondas Gravitacionais. 2018. 208 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

A presente dissertação tem por objetivo discutir a relação entre materiais de divulgação científica e a sociedade, principalmente o poder que a ciência possui na sociedade. Para tal, partimos do pressuposto de que a divulgação científica é fundamental para que a ciência propague seu discurso ideológico. Precisamos desconstruir a ideia de que tais materiais sejam apenas simplificações de ideias complexas da ciência. Vemos que os materiais constituem um discurso próprio, que depende de seus enunciador, seu receptor e das condições nas quais é gerado. Por ser dependente de seu contexto de formação, o discurso presente na divulgação científica possui características da ideologia hegemônica, no sentido marxista desses termos. Como essa ideologia não é algo imutável, ela necessita ser constantemente reforçada, e a divulgação científica tem seu papel nesse. Nesse intuito, analisamos a imagem de Albert Einstein, fortemente encrustada no imaginário popular. Iniciamos com uma revisão historiográfica de como sua fama se construiu, desde a publicação da teoria da relatividade geral, o contexto de guerra e a influência social que os resultados das expedições de 1919 tiveram graças à forma como foram divulgados. Posteriormente, nos focamos no desenvolvimento do conceito das ondas gravitacionais, desde a concepção de Einstein. Finalmente, selecionamos materiais nos quais apoiamos nossa análise da imagem de Einstein a partir da divulgação da detecção das ondas gravitacionais, que após uma fina seleção resultou em dezoito materiais, tanto textos quanto vídeos. Como metodologia, nos baseamos na Análise do Discurso, em especial a linha francesa com os trabalhos de Michel Pêcheux e Oswald Ducrot. Concluímos que a imagem de Einstein aparece em diferentes graus, sempre dependente de qual foi a fonte analisada e quando a notícia foi veiculada, concluindo que a figura de Einstein continua sendo evocada como uma maneira de legitimar determinado conhecimento físico, mantendo assim a continuidade do reforço de uma determinada ideologia hegemônica presente na sociedade civil.

Palavras-chave: Divulgação científica, Ideologia, Historiografia, Análise do Discurso.

Abstract

BASILIO, S. G. The Ideology in Materials of Science Popularization: A Study of Einstein's Image in Discourses on Gravitational Waves. 2018. 208 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

The purpose of this dissertation is to discuss the relationship between scientific popularization materials and society, especially the power that science has in society. To this end, we assume that scientific popularization is fundamental for science to propagate its ideological discourse. We need to deconstruct the idea that such materials are merely simplifications of complex ideas of science. We see that the materials constitute a proper discourse, which depends on its enunciator, its receiver and the conditions in which it is generated. Because it is dependent on its formation context, the discourse present in the scientific popularization has characteristics of the hegemonic ideology, in the marxist sense of these terms. As this ideology is not something immutable, it needs to be constantly reinforced, and scientific popularization plays its part in this. In this sense, we analyze the image of Albert Einstein, strongly encrusted in the popular imaginary. We began with a historiographical review of how his fame was built, since the publication of the theory of general relativity, the context of war and the social influence that the results of the 1919 expeditions had thanks to the way they were released. Subsequently, we focused on the development of the concept of gravitational waves, since Einstein's conception. Finally, we selected materials in which we supported our analysis of Einstein's image from the divulgation of the gravitational wave detection, which after a thin selection resulted in nineteen materials, both texts and videos. As a methodology, we rely on discourse analysis, especially the French line with the works of Michel Pêcheux and Oswald Ducrot. We conclude that the image of Einstein appears to varying degrees, always depending on which source was analyzed and when the news was conveyed, concluding that the figure of Einstein continues to be evoked as a way to legitimize certain physical knowledge, thus maintaining the continuity of reinforcement of a certain hegemonic ideology present in civil society.

Keywords: Science Popularization, Ideology, Historiography, Discourse Analysis

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Tira da Mafalda em um sonho/pesadelo compartilhado com Susanita (QUINO, 2000, p. 409).....	27
Figura 2 – Suposto teste de QI criado por Einstein. Na página original, lê-se na legenda “Segundo a lenda, Einstein criou esse teste quando ainda era uma criança. Ao criar o desafio ele teria afirmado que apenas 2% da população seria capaz de resolvê-lo”.....	45
Figura 3 – Recorte do artigo <i>Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes</i> , de 1911, com a predição de deflexão de 0,83”.....	49
Figura 4 – Recorte do artigo <i>Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie</i> , de 1916, com a predição de deflexão de 1,7”.....	49
Figura 5 – Exemplos de propagandas britânicas veiculadas durante a Primeira Guerra Mundial.....	52
Figura 6 – Exemplo de cartão postal sobre objetores de consciência publicados durante a Primeira Guerra.....	55
Figura 7 – Fotografia da manchete publicada pelo jornal <i>The Times</i> no dia 7 de novembro de 1919.....	59
Figura 8 – Início da biografia de Einstein publicada 8 de novembro de 1919 pelo <i>The Times</i>	66
Figura 9 – Notícia veiculada pelo <i>The New York Times</i> no dia 2 de abril de 1921 acerca da visita da comitiva sionista.....	71
Figura 10 – Capa do <i>Berliner Illustirte Zeitung</i> do dia 14 de dezembro de 1919.....	74
Figura 11 – Diagramas esquemáticos apresentados por Weber (1960, p. 311) sobre as duas formas de detecção. A superior apresenta o detector que utiliza a rotação da Terra, enquanto a inferior apresenta a alternativa com dois detectores distintos e um correlator de dados.....	83
Figura 12 – Título e resumo do artigo de Weber publicado em 1968 afirmando a detecção de ondas gravitacionais.....	85
Figura 13 – Esquemas do funcionamento do LIGO, publicados por ABRAMOVICI et al. em 1992. Na imagem A (p. 327) podemos ver um desenho esquemático de como o interferômetro	

seria construído. Na imagem B (p. 328) podemos ver com mais detalhes técnicos os aparatos de dois locais distintos.....	87
Figura 14 – Desenhos comparativos dos sistemas de suspensão dos espelhos do LIGO, tanto do esquema original quanto do Advanced LIGO. Tradução livre das legendas.....	89
Figura 15 – Gráfico retirado do livro <i>Retratos da Leitura no Brasil 4</i> (FAILLA, 2016, p. 197), referente aos tipos de materiais lidos pelos pesquisados.....	97
Figura 16 – Gráfico retirado do livro <i>Retratos da Leitura no Brasil 4</i> (FAILLA, 2016, p. 259), referente aos tipos de leitura realizadas pelos pesquisados em meios digitais.....	97
Figura 17 – Perfil dos usuários do portal da revista Galileu.....	99
Figura 18 – Perfil dos usuários do portal do jornal <i>Folha de São Paulo</i>	99
Figura 19 – Acessos dos usuários do portal da revista Galileu.....	100
Figura 20 – Acessos dos usuários do portal da revista Superinteressante.....	100
Figura 21 – Média das aparições do termo “Einstein” nos textos, separados por época de aparição.....	105
Figura 22 – Média das aparições do termo “Einstein” nos textos, separados por grupos de análise.....	105
Figura 23 – Aparições do termo “Einstein” nos vídeos selecionados.....	106
Figura 24 – Algumas das animações disponibilizadas pela Calthec Media Assets no dia 11 de fevereiro de 2016.....	138
Figura 25 – Imagens retiradas da reportagem para exemplificar as analogias utilizadas para explicar a teoria da gravitação de Newton e a teoria da relatividade geral.....	153
Figura 26 – Imagens retiradas da reportagem para exemplificar as analogias utilizadas para explicar a teoria da relatividade geral e o funcionamento do LIGO.....	157

Sumário

Apresentação	15
 Capítulo 1	
Introdução	18
1.1 Divulgação científica, ideologia e sociedade	20
1.2 A formação de um discurso	22
 Capítulo 2	
Uma breve revisão sobre a ideologia	27
2.1 No marxismo ortodoxo	28
2.2 Gramsci, hegemonia e ideologia	32
 Capítulo 3	
Divulgação científica, ideologia hegemônica e utopia	37
3.1 Fetichismo, ideologia e cultura	40
 Capítulo 4	
Einstein e Fama	45
4.1 Einstein e o encurvamento da luz	46
4.2 Guerra e ciência alemã	50
4.3 As expedições de 1919	54
4.4 Academia aceitando a teoria da relatividade geral	60
4.5 Einstein, imprensa e fama	63
4.5.1 A recepção britânica	63
4.5.2 O mito da teoria e o mito de Einstein: a recepção nos Estados Unidos	67
4.5.3 Einstein e a Alemanha	72

Capítulo 5

Uma breve história sobre a busca por ondas gravitacionais	78
5.1 Teorias da relatividade restrita e geral unidas.....	79
5.2 Detectores: dos anos 1960 até o LIGO	81
5.2.1 O trabalho de Joseph Weber.....	82
5.2.2 O interferômetro e o LIGO	86

Capítulo 6

Metodologia e Determinação do Material de Análise.....	90
6.1 Uma aproximação da área.....	90
6.2 Procedimentos metodológicos	93
6.3 Determinação e seleção do material.....	95

Capítulo 7

Análise dos Materiais.....	108
7.1 Grupo 1: Folha de São Paulo e O Estado de São Paulo.....	108
7.1.1 Descoberta clarifica origem do Universo [T1]	108
7.1.2 Físicos americanos anunciam detecção de ondas gravitacionais [T2].....	113
7.1.2 Nobel de Física vai para cientistas que detectaram ondas gravitacionais [T3]	117
7.2 Grupo 2: Revista Galileu	121
7.2.1 Dois buracos negros vão colidir na constelação de Virgem [T4]	121
7.2.2 Cientistas brasileiros na equipe que encontrou as ondas gravitacionais de Einstein [T5] ...	124
7.2.3 Nobel de Física vai para cientistas que detectaram as ondas gravitacionais [T6]	128
7.3 Grupo 3: Revista Pesquisa FAPESP	131
7.3.1 Ecos da gravidade [T7]	132
7.3.2 Mais uma janela para o Universo [T8]	135
7.3.3 Detecção de ondas gravitacionais é premiada com Nobel de Física [T9].....	140
7.4 Grupo 4: Notas SBF [T10].....	143
7.5 Grupo 5: Reportagens do Jornal Nacional [T11]	147

7.6 Grupo 6: Fantástico, The Late Show With Stephen Colbert e TEDTalk.....	151
7.6.1 <i>Fantástico vai a observatório que detectou as 'ondas gravitacionais' [T12]</i>	152
7.6.2 <i>Gravitational waves hit the Late Show [T13]</i>	155
7.6.3 <i>Allan Adams: O que significa a descoberta das ondas gravitacionais [T14]</i>	159

Capítulo 8

Considerações Finais	163
-----------------------------------	-----

Referências Bibliográficas	172
---	-----

Anexo 1 – Transcrições dos vídeos	183
--	-----

A1.1 Jornal Nacional, 11/02/2015	183
--	-----

A1.2 Jornal Nacional, 12/02/2015	184
--	-----

A1.3 Fantástico, 14/02/2016	186
-----------------------------------	-----

A1.4 Gravitational waves hit the Late Show, 24/02/2016	189
--	-----

A1.5 Allan Adams: O que significa a descoberta das ondas gravitacionais, fevereiro/2016	195
---	-----

Anexo 2 – Materiais selecionados	200
---	-----

Apresentação

A dissertação desenvolvida nos próximos capítulos terá como temática geral a discussão da relação do desenvolvimento científico com a sociedade e o papel da divulgação científica dentro disso.

Já no capítulo introdutório nós apresentamos ao leitor os objetivos de nosso trabalho de forma mais refinada, ou seja, argumentamos que queremos aqui compreender o poder de influência na sociedade que a ciência tem, analisando como ela pode se tornar um discurso ideológico e como a divulgação científica é fundamental para tal. Ainda nesse capítulo, começamos o debate acerca de qual é a função social da divulgação científica e como esse tipo de material não é apenas o resultado de uma simplificação dos conceitos da ciência, mas forma por si só um novo discurso, com características próprias.

No segundo capítulo, realizamos uma revisão acerca do termo “ideologia” dentro de uma perspectiva marxista, já que estamos tratando de discursos ideológicos. Iniciamos com a caracterização feita por Marx e Engels em *A Ideologia Alemã*, discutindo a definição marxista sobre quando podemos nos referir a um processo histórico e posteriormente refinando a concepção marxista de ideologia com a definição gramsciana. Discutimos nesse refinamento do termo em torno dos conceitos de hegemonia e sociedade civil apresentados pelo autor principalmente em seus *Cadernos do Cárcere*. Inserimos, nesse contexto, a ciência, já que ela e a sua divulgação estão inseridas em um contexto histórico social, com constantes disputas pela hegemonia e uma ideologia hegemônica presente que necessita de legitimação, com o próprio desenvolvimento científico e sua divulgação presentes em agendas políticas de diversos grupos sociais.

Retomamos no **Capítulo 3**, agora com uma compreensão mais apurada sobre o que compreendemos por ideologia, a discussão sobre o papel da divulgação científica na sociedade. Concluímos, dessa discussão, que a ciência também pode ser considerada uma superestrutura que determina a sociedade civil para a manutenção da hegemonia e de uma ideologia hegemônica. Porém, como a ideologia hegemônica não é algo fixo e imutável, são necessários reforços para se sustentar e a divulgação científica entra no contexto para dar esse reforço. Dessa forma, a divulgação científica possui características da ideologia hegemônica presentes nela. Discutimos, também nesse capítulo, outro conceito-chave para o marxismo: nos aprofundamos no conceito de fetiche, que está interligado com a ideia de ideologia.

No quarto capítulo começamos a realizar uma revisão historiográfica acerca de um tema de grande importância para o desenvolvimento da ciência e que será foco para nossa análise dos materiais de divulgação científica selecionados: o desenvolvimento da relatividade geral, as expedições de 1919 de Arthur Eddington e a repercussão midiática do resultado delas. Iniciamos o capítulo revisando sobre a ideia desenvolvida por Einstein da deflexão de raios de luz nas proximidades de um corpo massivo. Em seguida, contextualizamos a publicação da teoria da relatividade geral na Primeira Guerra Mundial, enfatizando como o contexto e a propaganda de guerra foram empecilhos para a difusão da ciência alemã e como Eddington teve acesso aos trabalhos de Einstein.

Ainda no **Capítulo 4**, tratamos do desenvolvimento da expedições e da repercussão da mídia no Reino Unido, Estados Unidos e Alemanha acerca dos resultados obtidos por elas e como os resultados e o contexto de guerra influenciaram fortemente para a construção da imagem de Einstein. Concluimos nesse capítulo que todos esses fatores, tanto externalistas quanto internalistas, contribuíram de modo crucial para o desenvolvimento da fama de Einstein e que, em conjunto com os conceitos trabalhados previamente de hegemonia e ideologia hegemônica, sua imagem precisa ser constantemente trabalhada pela divulgação científica.

Para isto, analisamos notícias referentes às ondas gravitacionais, detectadas em 14 de setembro de 2015 e cujos resultados foram anunciados dia 11 de fevereiro de 2016. Antes da seleção dos materiais, no **Capítulo 5**, realizamos uma breve revisão de como foram conceituadas as ondas gravitacionais e como a busca delas se desenvolveu, desde os anos 1960 com os trabalhos de Joseph Weber até a criação do LIGO (acrônimo em inglês para *Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser*) e as melhorias para o Advanced LIGO.

Antes de especificarmos quais materiais foram por nós selecionadas para a análise, precisamos especificar qual será a nossa metodologia de análise. Como estamos utilizando uma linha marxista para a nossa fundamentação teórica, baseamos nossa metodologia de análise na Análise do Discurso, principalmente seguindo a linha francesa com os trabalhos de Michel Pêcheux e Oswald Ducrot.

Sobre o *corpus* analítico, foi necessária uma seleção fina dos materiais que divulgaram a detecção das ondas gravitacionais, já que estaria fora do escopo desse trabalho analisarmos todas as notícias veiculadas. A primeira filtragem que realizamos foi referente à língua dos materiais: demos preferências a textos escritos em português e a vídeos que foram veiculados

em português ou que são facilmente encontrados legendados em português. A segunda filtragem que realizamos foi referente ao suporte nos quais as mídias foram veiculadas: nos focamos em mídias digitais devido ao alcance das mesmas. Para buscarmos os materiais, selecionamos as seguintes fontes: os jornais *Folha de São Paulo*, *O Estado de São Paulo*, as revistas *Galileu*, *Pesquisa FAPESP*, as notas lançadas pela *Sociedade Brasileira de Física*, as reportagens no *Jornal Nacional* dos dias 11 e 12 de fevereiro de 2016, a reportagem do *Fantástico* do dia 14 de fevereiro de 2016, além de duas notícias em inglês – mas facilmente encontradas legendadas – a primeira referente ao talk show americano *The Late Night with Stephen Colbert* do dia 24 de fevereiro de 2016, onde o físico Brian Greene explica sobre a detecção e a palestra para o TED do físico Allan Adams sobre o assunto.

Dessa primeira seleção resultaram 84 materiais para a análise, sendo 79 na forma de texto e 5 na forma de vídeo. Com uma seleção mais fina, chegamos a dezoito materiais para realizarmos uma análise mais profunda. Separamos esses dezoito materiais em seis grupos de análise: *Folha de São Paulo* e *O Estado de São Paulo*; Revista *Galileu*; Revista *Pesquisa FAPESP*; *Sociedade Brasileira de Física*; *Jornal Nacional*; *Fantástico*, *The Late Night with Stephen Colbert* e *TEDTalk*.

A partir de toda a análise dos materiais, levando em consideração os pressupostos apresentados nos capítulos anteriores, percebemos que a imagem de Einstein é evocada de maneiras distintas, dependente do momento de lançamento de uma determinada notícia ou em qual veículo ela será lançada. Vemos que, quando uma notícia precisa se afirmar como sendo algo relevante, sua imagem é mais aparente. Porém, em notícias da mesma época que visam um público mais específico não existe a necessidade de evocar a sua imagem, pois questões acerca da relevância científica da detecção não necessitam ser constantemente reformuladas e disseminadas para o público cuja visão já é compatível para a ideologia hegemônica. Assim, a figura de Einstein continua sendo evocada como uma maneira de legitimar determinado conhecimento físico, mantendo assim a continuidade do reforço de uma determinada ideologia hegemônica presente na sociedade civil.

1. Introdução

Ao lecionarmos nas diversas esferas da educação básica, muito provavelmente a disciplina lecionada não será o primeiro contato de nossos estudantes com a área científica. Com o advento da popularização científica e, principalmente, com um maior acesso à internet, a circularização de informações faz com que diferentes populações adquiram concepções sobre o que é ciência ou, ao menos, sobre em quais contextos algo pode ser chamado de científico (GAVROGLU, 2012b). Diversas páginas de redes sociais divulgam conteúdos ditos científicos, assim como canais em plataformas digitais permitem que as pessoas busquem sobre determinados assuntos que as inquietam relacionados com as ciências. Assim, visões sobre a ciência são constantemente transmitidas através de diferentes formas de difusão, como a internet, os jornais e as revistas.

Além do contato não formal com a ciência que um estudante pode ter através dos meios de divulgação, as mesmas concepções presentes nas mídias podem ser reforçadas pelo trabalho educacional. Durante a ação docente, quando acreditamos estar ensinando “somente o conteúdo conceitual da ciência”, também se expressa (muitas vezes de forma inconsciente) uma determinada visão sobre o empreendimento científico, que pode ter como base aspectos filosóficos distintos do que se busca desenvolver em sala de aula (CARDOSO et al., 2015). Quando, por exemplo, apresentamos aos estudantes apenas o resultado do trabalho de um único cientista para tratar de determinado tema, quais imagens acerca da ciência estamos, implicitamente, transmitindo?

Ao explorarmos mais a fundo as ideias que permeiam o imaginário da população sobre a ciência, percebemos severas distorções quando comparadas a compreensão atual do que é o trabalho científico – ou, como chamado por McComas (1998), encontramos diversos “mitos sobre a ciência”. Dentre esses mitos descritos pelo pesquisador, podemos citar a ideia de que existe um método científico geral e universal, assim como os experimentos são o principal caminho para o conhecimento científico e que, com o tempo, a ciência responderá a todas as questões existentes ou mesmo que os cientistas são particularmente objetivos.

Contudo, identificar essas concepções inadequadas sobre a natureza da ciência não é o bastante quando pensamos em questões educacionais. No mesmo trabalho em que identifica os mitos sobre a ciência, McComas (1998, p. 16, tradução nossa) conclui dizendo que “[s]omente eliminando a névoa das meias-verdades e revelando a ciência em sua plena luz, com

conhecimento de ambas as suas forças e limitações, todos os alunos apreciarão o verdadeiro espetáculo da ciência e serão capazes de julgar razoavelmente seus processos e produtos”.

Para tal, nós precisamos questionar o que forma essa “névoa de meias-verdades” para, assim, tentarmos resolver o problema. Em outras palavras, é preciso se perguntar sobre como e por que estas visões são geradas e difundidas (CARDOSO et. al. 2015). Boa parte das pessoas envolvidas no processo de popularização científica – escritores de livros, colunistas de jornais, entre outros – tem, como trabalho, transformar a maneira como a ciência se relaciona com a sociedade, alterando os termos técnicos de uma maneira que alguém que não faça parte da comunidade científica possa compreender uma determinada ideia.

Assim, parte do papel da divulgação científica é a transformação dos processos da ciência em algo de fácil compreensão (GAVROGLU, 2012b). A busca por “simplificação” acaba, entre outras coisas, ocultando as dificuldades e a complexidade do fazer científico. Ao levar em conta apenas a apresentação dos principais resultados conclusivos e, na maior parte, afirmativos acerca de uma determinada hipótese, o resultado é a imagem de uma pretensa “objetividade” e “neutralidade” científica. Estas são algumas das ilusões mais resistentes quando se referente às ciências ditas naturais (MÉSZÁROS, 2004).

É importante ressaltarmos que essas ilusões não são apenas a expressão de uma ingenuidade coletiva. Elas são utilizadas dentro de uma perspectiva onde a autoridade da ciência deve se manter e se possível se tornar cada vez maior, para que possam, em seu nome, recomendar a adoção de certas medidas e certas ações (MÉSZÁROS, 2004). Em outras palavras, sem a idealização da “objetividade” e da “neutralidade” do fazer científico, o discurso científico não consegue se manter, levando a um colapso de sua autoridade. Assim, pode-se questionar: por que o discurso “neutro” e “objetivo” decorrente da autoridade científica é importante para a manutenção da sociedade?

Para responder a isso, precisamos primeiramente ponderar se e como a ciência teria poder para influenciar em questões sociais. Um dos primeiros fatos que se vem à mente quando pensamos no envolvimento da ciência com questões que alteram a sociedade é acerca dos produtos do desenvolvimento científico, que inegavelmente possuem potencial de alterar diretamente a vida social – muitas vezes de maneiras contraditórias, tanto em seu bem-estar quanto em seus males (ALMEIDA, 2004).

Porém, esse é apenas o primeiro nível – também o mais aparente – da maneira como a ciência pode alterar a nossa vida cotidiana. Para entendermos as diferentes formas como a ciência nos influencia, precisamos, além de seus produtos, ponderar como o seu desenvolvimento e seu discurso interveem no modo como a população se relaciona com ela.

Desta forma, o objetivo geral da pesquisa é compreender como a ciência é utilizada em diferentes formações discursivas com o objetivo de sustentar determinadas ideologias destinadas à organização social. De maneira mais específica, pretendemos verificar quais aspectos ideológicos podem estar presentes em materiais de divulgação científica¹.

Assim, para conseguirmos compreender o poder de influência na sociedade que a ciência tem, precisamos analisar como ela se tornar um discurso ideológico. Precisamos entender qual é o papel da divulgação científica nesse cenário e como ela realiza a ligação entre o conteúdo científico e o público.

Esse estudo teórico sobre o que entendemos por divulgação científica, ideologia e como esses conceitos se relacionam entre si e como eles se apresentam na sociedade é fundamental para darmos continuidade à pesquisa, pois visamos compreender como determinadas ideologias estão presentes em materiais de divulgação científica. Além disso, vamos apresentar alguns conceitos marxistas, principalmente de Karl Marx e Antonio Gramsci – pois nos utilizaremos dessas bases filosóficas em nossos estudos, como desenvolveremos a seguir – já que é a partir deles que conseguimos olhar as contradições existentes.

1.1 Divulgação científica, ideologia e sociedade

A divulgação científica tem sido, há várias décadas, um importante objeto de estudo dentro da área de ensino. Em âmbito nacional, por exemplo, é possível encontrar esse debate dentro dos cadernos de resumo do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) desde a década de 80. Por exemplo, em março de 1987 ocorreu um debate no VII SNEF cujo tema era justamente “A Física e a Divulgação Científica”, no qual participarem Dietrich Schiel, Miguel

¹ Explicitaremos mais adiante o porquê dessa escolha, mas, de forma a adiantar para o leitor, utilizaremos para a análise materiais relacionados à detecção de ondas gravitacionais, evento ocorrido no início de fevereiro de 2016.

Seite Camara, Ennio Candotti e o coordenador Ernst Hamburger (SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 1887, p. 13-14).

Os textos de divulgação científica podem e devem ser utilizados em salas de aula. Dentro da proposta da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC), atualmente centro de um amplo debate entre os educadores sobre a sua pertinência e seu processo da criação, que tem deixado de lado contribuições de diferentes agentes (SILVA, 2015; FERREIRA, 2015; GONTIJO, 2015), uma das habilidades esperadas dos alunos é de:

Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações (BRASIL, 2015, p. 545)

Ao analisarmos documentos oficiais, percebemos que os textos de divulgação científica já apareciam como materiais educacionais importantes mesmo nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), mostrando que esse ponto não é algo inovador trazido pelo BNCC. Já em 1999, lemos no documento que cada aluno deve “ser um leitor crítico e atento das notícias científicas divulgadas de diferentes formas: vídeos, programas de televisão, sites da Internet ou notícias de jornais” (BRASIL, 1999, p. 27)

Vemos que nas recomendações curriculares, mesmo a controversa BNCC, o uso de diversos tipos de materiais com uma grande variedade textual é recomendável não só para a área de linguagem, mas também dentro das disciplinas de exatas. Porém, é necessário que haja uma apropriação didática correta dos materiais, algo que não ocorre de forma espontânea. Não basta pedirmos aos estudantes que leiam um determinado texto, precisamos entender o “funcionamento destes textos em cada contexto, das suas condições de produção e de seus efeitos sobre suas audiências, da natureza das reelaborações discursivas envolvidas nas recontextualizações dos mesmos” (MARTINS, CASSAB e ROCHA, 2001, p. 2).

Contudo, precisamos considerar a natureza da formação dos textos de divulgação científica. Como afirmam Martins e colaboradores (2001), precisamos compreender as condições de produção dos textos de divulgação científica para podermos trabalhar com eles em sala de aula. Para tal, necessitamos nos aprofundar acerca das funções sociais da divulgação científica. Ao entendermos melhor qual o propósito de tais textos, conseguimos analisar quais são as melhores maneiras de levá-los para dentro das salas de aula.

Um dos pontos já amplamente discutidos dentro do debate vivo que ainda existe sobre o que é e qual é o papel da divulgação científica na sociedade é a noção de “vão” entre o conhecimento científico e o público amplo, sendo que a divulgação supostamente teria o papel de construir uma “ponte” entre a produção especializada do fazer científico e o público “leigo”.

Na seção seguinte vamos tentar entender com um pouco mais de detalhe como o conteúdo presente nos materiais de divulgação científica se relaciona com o conhecimento científico, com a sociedade e, principalmente, como ele funciona de mediador – não tão imparcial – entre essas duas esferas.

1.2 A formação de um discurso

Essa noção de que há um vão entre os dois conhecimentos não é recente. Bernadete Bensaude-Vincent (2001, p. 101, tradução nossa), após exemplificar isso com a alegoria da caverna de Platão², chega à conclusão de que “a noção de um abismo entre dois mundos, causando um mal-entendido radical entre aqueles que buscam conhecimento e aqueles que conduzem seus negócios diários, é tão antiga quanto a ciência ocidental - é primitiva e arcaica”

Essa divisão ficou mais visível ao longo do século XIX. Enquanto no século anterior o interesse do público – mais especificamente da aristocracia europeia – se focava na prática amadora da ciência, nos experimentos de pequenos laboratórios providos de instrumentos químicos e elétricos, e sem uma demarcação muito clara entre o que eram os cientistas profissionais e os amadores (BENSAUDE-VINCENT, 2001), no século XIX iniciou-se a publicação de revistas e periódicos em larga escala, devido aos avanços tecnológicos da prensas, que permitiam uma fabricação mais barata desses produtos.

À medida que novas editoras empreendedoras buscavam expandir seus mercados para incluir novos grupos de leitores da classe média e até da classe trabalhadora, a linguagem do "popular" se desenvolveu para sinalizar o público-alvo de certos produtos. Aqui havia obras acessíveis a todos, em termos de preço, modo de endereço e requisitos educacionais (TOPHAM, 2009, p. 8, tradução nossa)

² “[Da] famosa alegoria de Platão da caverna, sabemos que somente o filósofo-cientista obtém conhecimento das coisas reais enquanto o público está contente com aparências ou cópias dos originais” (BENSAUDE-VINCENT, 2001, p. 101, tradução nossa)

Aos poucos começou a se dar uma maior distinção entre a dita “ciência popular” e a “ciência acadêmica”, devido ao surgimento da categoria de “consumidores de ciência”, ou seja, pessoas interessadas em assuntos científicos, mas que não eram produtoras desse conhecimento. O surgimento dessa categoria ajudou também a sustentar e estabilizar a “divisão social entre cientistas e o público leigo trazida pela profissionalização do trabalho científico ao longo do século XIX” (BENSAUDE-VINCENT, 2001).

Assim, percebemos que alguns fatores foram importantes para o alargamento do vão entre os conhecimentos: o percurso da profissionalização da ciência, que, juntamente com o barateamento de produção das revistas, ocasionou um maior acesso da população a textos que falam *sobre* a ciência e de seus produtos.

Nessa perspectiva de duas esferas de conhecimento distintas que possuem perspectivas diferentes do mundo, a divulgação científica entra com o papel de popularizar a ciência, ou seja, tornar o conhecimento científico produzido pelos profissionais em conhecimento consumível para a população. Por trás dessa visão “dominante” (HILGARTNER, 1990) da popularização da ciência – de que há dois discursos distintos que precisam ser traduzidos para serem compreendidos – existem diversos pressupostos, nem sempre tão visíveis se olharmos apenas superficialmente para o assunto. Myers (2003, p. 266, tradução e itálicos nossos) nos aponta alguns dos pressupostos implícitos e velados que essa visão abarca:

- que cientistas e instituições científicas são as autoridades sobre o que constitui ciência;
- que a esfera pública é, em tópicos científicos, uma placa em branco de ignorância sobre a qual os cientistas escrevem conhecimento;
- que esse conhecimento viaja apenas de um jeito, da ciência para a sociedade;
- que o conteúdo da ciência é informação contida em uma série de declarações escritas;
- *que no decorrer da tradução de um discurso para o outro, essa informação não apenas muda a forma textual, mas é simplificada, distorcida, empolada e emburrecida.*

Vamos agora nos focar em um importante ponto para o desenvolvimento do trabalho e da divulgação científica em si, mencionada por Myers no último tópico, que é o processo de transformação do discurso científico acadêmico para o discurso científico popular. Se olharmos

para uma camada rasa desse assunto, a primeira impressão que podemos ter é que no processo de transposição entre discursos o que ocorre é simplesmente uma simplificação dos termos, para que o linguajar do desenvolvimento científico se torne mais próximo do linguajar cotidiano.

Porém, ao analisarmos com mais cuidado o assunto, principalmente ao levar em consideração teorias de Análise do Discurso – nas quais não nos aprofundaremos nesse momento – percebemos que um discurso é produzido e pronunciado a partir de condições de produção que estão em jogo (PÊCHEUX, 1988). Ou seja: com quem aquele determinado discurso pretende conversar? Quem é o sujeito por trás do discurso? Em que contexto social, tanto o autor quanto o receptor do discurso, se encontram? Apenas com essas perguntas, já podemos indicar que a divulgação científica não é uma simples adaptação de um discurso científico: ela forma um novo discurso, com proponentes e receptores distintos do original, e principalmente com objetivos particulares.

Não importa se falamos de ciência expositiva, conhecimento em trânsito, circulação do conhecimento ou popularização da ciência, não importa nem se nós falamos sobre a cultura da ciência, cultura científica, ciência na cultura, ou ciência como cultura, desde que nós nos lembremos que quando discutimos questões na popularização da ciência nós estamos nos referindo a um conjunto de relações sociais ligando diferentes comunidades a aliados, audiências, públicos e consumidores (GAVROGLU, 2012a, p. 86, tradução nossa)

Nos aprofundando na questão de formação de um novo discurso: se pensarmos no discurso científico, seja em forma de um artigo, tese, ou mesmo uma palestra ou comunicação oral em um evento, tanto o proponente quanto o receptor do discurso são pessoas inseridas dentro da comunidade científica, que conhecem, ao menos de maneira geral, os pressupostos que sustentam esse discurso. Em outras palavras, ambos são agentes pertencentes a um mesmo campo, utilizando a terminologia de Bourdieu.

Isso significa que só compreendemos, verdadeiramente, o que diz ou faz um agente engajado num campo (um economista, um escritor, um artista etc.) se estamos em condições de nos referirmos à posição que ele ocupa nesse campo, se sabemos "de onde ele fala", como se dizia de modo um tanto vago por volta de 1968 (BOURDIEU, 2003, p. 23-24)

Porém, quando vamos analisar quem são os proponentes do discurso dos materiais de divulgação científica, não existe um consenso sobre quem eles são, devido à variedade de

formações que os divulgadores apresentam. Podem ser jornalistas científicos, um repórter cuja especialidade não necessariamente é em temas científicos, o próprio cientista especialista, algum cientista de uma área afim, enfim, há diversos enunciadores possíveis para o discurso da divulgação científica.

Já referente ao receptor da divulgação científica, ele também é distinto, e não mais pares, como se dá no discurso científico. “Não mais um par do enunciador, como na disseminação intrapares [...], mas um receptor representado como leigo em assuntos de ciência ou, ao menos, leigo naquele determinado assunto sujeito à divulgação” (ZAMBONI, 1997, p. 87)

Dessa forma, a divulgação científica não é apenas uma “simplificação” de algo complicado e fora do alcance do “público leigo”, mas se configura como um discurso próprio, que tem como um dos seus principais ingredientes o discurso científico. Embora fundamental, ele não é o único influenciador durante o desenvolvimento do discurso da divulgação, já que *“todo processo discursivo se insere numa relação ideológica de classes”* (PÊCHEUX, 1988, p. 92).

Retornando à questão do “vão”: já vimos que, embora a noção da existência de dois conhecimentos distintos seja antiga, o seu alargamento se deu no século XIX com o surgimento de um mercado de consumidores de ciência e com a profissionalização da área. Porém, agora tendo em vista o que também já foi dito sobre a produção de um discurso da divulgação científica, até que ponto ela realmente constrói a ponte entre produção especializada e público leigo que supostamente deveria?

Antes de mais nada, é importante que deixemos claro: não estamos aqui para desmerecer a função da divulgação científica, muito menos os seus produtores, sejam cientistas engajados no processo ou jornalistas científicos. Estamos apenas questionando a maneira como isso ocorre e quais mensagens acerca da ciência são transmitidas para o público, além de o porquê dessas mensagens serem transmitidas, mesmo – e principalmente – de forma inconsciente.

Dito isso, no processo de formação do discurso da divulgação baseado na produção científica, não só os conhecimentos “objetivos” fazem parte dele – e, conseqüentemente, da transmissão para o público.

Tal processo é também uma tentativa de imbuir e incutir audiências com uma ideologia particular, muitas vezes uma ideologia da ciência neutra que pode fornecer respostas para todos os tipos de problemas ou, pior ainda, que o caráter da solução

para muitos problemas incluindo problemas sociais é exclusivamente científico (GAVROGLU, 2012b, p. 226, tradução nossa)

Dessa forma, dentro do discurso da divulgação científica, não são encontrados apenas o discurso científico como fonte, mas também determinadas ideologias, que estão embutidas nele e determinam a sua forma.

Para podermos compreender de forma mais aprofundada como se dá essa relação entre a divulgação científica e a sociedade, precisamos compreender o que estamos aqui chamando de ideologia. Quando dizemos que pretendemos analisar como a ciência – tanto o seu desenvolvimento quanto o seu produto e seu discurso – pode se tornar um discurso ideológico dentro de uma sociedade, inicialmente precisamos definir de uma maneira precisa o que entendemos pelo termo “ideologia”, já que, como apresentaremos a seguir, esse é um termo amplo, utilizado por diversos pensadores em contextos e conotações distintas e até mesmo contraditórias.

2. Uma breve revisão sobre ideologia

A palavra “ideologia” apresenta uma grande diversidade de significados. Provavelmente um dos parágrafos que melhor descreve essa complexidade está presente no início do primeiro capítulo do livro *Ideologias e Ciências Sociais*, de Michael Löwy (2010, p. 10)

É difícil encontrar na ciência social um conceito tão complexo, tão cheio de significados, quanto o conceito de ideologia. Nele se dá uma acumulação fantástica de contradições, de paradoxos, de arbitrariedades, de ambiguidades, de equívocos e de mal-entendidos, o que torna extremamente difícil encontrar o seu caminho nesse labirinto.

Pensando de maneira popular, podemos entender a ideologia como um ideário, algo pelo qual valha a pena lutar ou combater. Essa concepção particular de ideologia, utilizando aqui os termos Mannheim (1954, p. 49, tradução nossa), “denota que somos céticos em relação às idéias e representações avançadas pelo nosso oponente”.

Figura 1 – Tira da Mafalda em um sonho/pesadelo compartilhado com Susanita (QUINO, 2000, p. 409)

Contudo, ao sairmos dessa concepção particular, em uma abordagem mais ampla e inclusiva, nos referimos à ideologia não de forma individualizada, e sim à uma ideologia ligada à época ou a um grupo sócio histórico determinado, ou seja, a uma classe. Diferentemente da noção particular, não estamos aqui nos referindo a uma divergência isolada entre conteúdos de pensamentos, mas de modos de sistemas de pensamento fundamentais e a diferentes modos de experienciar e interpretar as situações (MANNHEIM, 1954).

Também nessa concepção ampla do termo, há uma grande distinção entre os termos “ideologia” e “ideário”. Segundo Chauí (2001, p. 7) uma “ideologia é um ideário histórico, social e político que oculta a realidade, [...] uma forma de assegurar e manter a exploração econômica, a desigualdade social e a dominação política”. Ou seja, ela não é equivalente ao ideário, mas sim a um ideário específico que também possui um objetivo claro.

Dessa forma, trabalhamos aqui a partir dessa abordagem ampla da ideologia, nos baseando nos referenciais marxistas do termo. Embora digamos que nos basearemos nos referenciais marxistas, nossas fontes principais não serão apenas os trabalhos produzidos por Marx e Engels, já que, além de analisarem o capitalismo em um contexto social completamente diferente do nosso, durante o desenvolvimento do capitalismo industrial, eles também “nunca produziram uma teoria de ideologia completa; mas seus escritos sobre outros assuntos contêm idéias sugestivas nessa direção, e seus primeiros trabalhos, *A Ideologia Alemã* (1845-46), envolvem o tópico diretamente” (EAGLETON, 1994, p. 23, tradução nossa).

Apesar de Eagleton (1994) nos dizer que a teoria sobre ideologia construída por Marx e Engles – se foi construída, na verdade – esteja apenas em pistas de outros escritos, podemos com elas formar uma base sólida na qual embasaremos os outros filósofos com os quais trabalharemos.

2.1 No marxismo ortodoxo

³É interessante notar que Marx, ao longo de sua vida, trabalhou sobre diversos assuntos e em diversos veículos – além de livros, principalmente textos publicados em jornais e panfletos⁴ – tornando sua obra extremamente heterogênea.

Como todo autor prolífero, Marx se expressou sobre a maior parte dos assuntos políticos, econômicos e históricos, e, com um de assiduidade e argúcia, podem-se encontrar sob a sua pena, sobre a maior parte dos assuntos, opiniões um tanto contraditórias. Não se contradizem os que escrevem pouco, e Marx certamente não pertencia a essa categoria (ARON, 2008, p. 23)

Com isso, temos que reforçar que utilizaremos em grande parte seus livros principais e científicos, onde os textos são mais elaborados ao longo de anos e guiam suas linhas de pensamento. N’*A Ideologia Alemã*, único caso em que alguns fragmentos de seus manuscritos

³ O termo “ortodoxo” é aqui utilizado com o significado atribuído por Luckács em sua obra *História e Consciência de Classe* (2003, p. 64): “Em matéria de marxismo, a ortodoxia se refere antes e exclusivamente ao método. Ela implica a convicção científica de que, com o marxismo dialético, foi encontrado o método de investigação correto, que esse método só pode ser desenvolvido, aperfeiçoado e aprofundado no sentido dos seus fundadores, mas que todas as tentativas para superá-lo ou “aperfeiçoá-lo” conduziram somente à banalização, a fazer dele um ecletismo”

⁴ É possível encontrar os textos escritos (em alemão) por Marx e Engels nos anos de 1848 e 1849 ao *Neue Rheinische Zeitung* nos respectivos links: <https://tinyurl.com/yamy4jbw> e <https://tinyurl.com/y96bzruu>

foram publicados ainda com Marx vivo, ao criticar os filósofos alemães, eles dizem que “[a] nenhum desses filósofos ocorreu a ideia de perguntar sobre as conexões entre a filosofia alemã e a realidade alemã, sobre a conexão de sua crítica com seu próprio meio material” (MARX e ENGELS, 2007, p. 84).

N’A *Ideologia Alemã*, em um de seus rascunhos que originalmente foi concebido como parte de um artigo intitulado “Crítica da ‘Caracterização de Ludwig Feuerbach’, de Bruno Bauer”, os autores nos apresentam quais são as bases da história e os processos pelos quais o homem tem que passar para o desenvolvimento da consciência de si como ser social. É importante que nos debrucemos, nem que apenas de maneira breve, sobre esses processos já que “a crítica marxista é simultaneamente uma crítica da realidade e uma crítica da consciência da realidade tomada pelos homens” (ARON, 2008, p. 79).

Marx e Engels (2007) nos apontam diversas etapas que são necessárias para que possamos falar em história e, assim, realizarmos uma análise material dela. São elas: 1) satisfação das necessidades primordiais (água, comida, ...) do homem; 2) complexificação das necessidades, que gera a importância de se juntar com iguais; 3) criação da família, exemplificando a satisfação e as transformações das necessidades humanas; 4) ação dos homens para alterar a natureza, em conjunto com outros homens, numa forma mais inicial e geral da dialética das relações de produção: a relação dos homens com a natureza para transformá-la é ao mesmo tempo a relação dos homens entre si; 5) a consciência, que surge apenas a partir das relações sociais entre os homens e entre o homem e a natureza.

Essa quarta etapa é muito importante para a compreensão de diversos temas abordados pelo marxismo, não só desenvolvido por Marx e Engels, mas todas as linhas que surgiram a partir deles. É nela que a divisão de trabalho se dá, que é crucial se quisermos analisar, por exemplo, o conceito de propriedade, o que é capital, mais-valor, fetiche, ideologia, entre outros tantos conceitos presentes no materialismo histórico e no materialismo dialético⁵. Com a divisão do trabalho percebemos algo fundamental: a divisão do trabalho é algo que vai além de uma simples divisão de tarefas. Percebemos que existem diversos tipos de propriedades – dentro da família, dentro do processo de produção – e que o homem só desenvolve plenamente seus sentidos através de um contato social (CHAUÍ, 2001; MARX e ENGELS, 2007).

⁵ Embora muitas vezes a expressão “materialismo histórico-dialético” seja utilizada, aqui vamos seguir a definição dada por Edgley (1988, p. 258) de que “o materialismo dialético tem sido, de um modo geral, considerado como a FILOSOFIA do marxismo, distinguindo-se assim da ciência marxista, o MATERIALISMO HISTÓRICO”.

Dessa forma, podemos iniciar a nossa análise da ideologia, partindo do pressuposto de como a história é constituída. “Os indivíduos partiram sempre de si mesmos, mas, naturalmente, de si mesmos no interior de condições e relações históricas dadas, e não do indivíduo ‘puro’, no sentido dos ideólogos” (MARX e ENGELS, 2007, p. 64). Ao criticar os filósofos alemães,

eles [Marx e Engels] perpetuam de modo transformado a "ideologia" do Iluminismo, reduzindo as idéias à vida sensacional - embora essa vida seja agora firmemente definida como prática, social e produtiva. Em outro nível, de uma perspectiva política totalmente oposta, eles compartilham do vigoroso desprezo pragmático de Napoleão por "ideologia"⁶, no sentido de um idealismo fantástico (EAGLETON, 1991, p. 77-78, tradução nossa)

A ideologia, na concepção de Marx e Engels, era claramente um problema, algo a ser evitado, equivalente a uma falsa consciência e uma ilusão. “Para Marx, claramente, ideologia é um conceito pejorativo, um conceito crítico que implica ilusão, ou se refere à consciência deformada da realidade que se dá através da ideologia dominante: as ideias das classes dominantes são as ideologias dominantes na sociedade” (LÖWY, 2010, p. 11-12)

Chauí (2001, p. 116-118) nos aponta três momentos para a formação da ideologia a partir dos pressupostos marxistas. No primeiro momento, a ideologia realmente “encarrega-se de produzir uma universalidade como base real para legitimar a luta de uma nova classe”, já que ela originalmente é formada por um conjunto de ideias elaboradas pelos pensadores de um novo grupo em ascensão; no segundo momento, ela torna-se “aquilo que Gramsci denominou senso comum”, quando as ideias e valores da nova classe emergente popularizando-se entre os membros não dominantes da sociedade e consolidam-se socialmente; por fim, a ideologia transforma-se de um ideário das classes não dominantes torna-se ideologia quando “a nova dominação converte os interesses da classe emergente em interesses particulares da classe

⁶ É recomendável voltarmos um pouco à concepção de ideologia antes da marxista: a primeira aparição do termo “ideologia” deu-se no livro *Eléments d'Idéologie* (Elementos de Ideologia) de Destutt de Tracy (1801) no contexto pós-Revolução Francesa. De Tracy pretendia criar uma ciência para o surgimento das ideias e o termo, mais especificamente, era utilizado para “a análise das sensações e das ideias” (ABBAGNANO, 2007, p. 531). Juntamente com Cabanis, De Gérando e Volney, o grupo ficou conhecido com ideólogos franceses e eram “antiteológico[s], antimetafísico[s] e antimonárquico[s] [...]”. Eram materialistas, isto é, admitiam apenas causas naturais físicas (e materiais) para as ideias e as ações humanas” (CHAUÍ, 2001, p. 28). O fato de serem antimonárquicos é importante para a evolução do sentido atribuído ao termo: após apoiarem Napoleão no golpe de 18 Brumário perceberam que um novo regime monárquico havia se instaurado, “passaram à oposição implementando uma campanha de denúncia contra o governo e sua legislação” (PARRA, 2008, p. 36). Isso acarreta em uma campanha contra os ideólogos franceses por parte de Bonaparte, destituindo-os de seus cargos governamentais e fechando sua academia, implementando uma campanha difamatória contra eles (PARRA, 2008), acarretando em uma mudança no sentido das expressões “ideologia” e “ideólogo” para um sentido pejorativo após uma declaração de Napoleão no Conselho de Estado de 1812.

dominante, portanto, nega a possibilidade de que se realizem como interesses de toda a sociedade”.

Com a formação da ideologia dentro das condições históricas, podemos nos perguntar: como poderemos observar os fenômenos sociais, sendo que também fazemos parte desse contexto e que a ideologia aparentam ser espelhos que deformam a realidade? A questão do observador interno é ampla, e perpassa pelo pensamento marxista. Dentro da perspectiva marxiana⁷, *“o observador está em posição de fazer sua observação partindo da não correspondência entre os elementos internos do sistema. É precisamente esse fator que lhe permite observar como se de fora, apesar de estar localizado dentro do fenômeno observado”* (IACONO, 2016, p. 114, tradução nossa). Essa correspondência entre os elementos se dá por Marx basear a tomada de consciência na realidade social, pois isso gera uma forte correspondência entre as formas de produções materiais e a consciência que as pessoas tem delas.

Porém, como essa percepção é baseada em uma inversão – pelo fato de ser ideológica – a correspondência entre a consciência sobre as formas de produção e as condições materiais reais é instável, com contradições que constantemente abalam conexões que permitem que o sistema se conserve.

Marx tende a considerar o desenvolvimento histórico como uma separação progressiva dos homens da natureza, como sua alienação da naturalidade. É por isso que, se por um lado a análise das formas sociais se concentra nos processos de separação que se desenvolvem dentro deles, por outro, tudo isso parece estar de algum modo sustentado por um processo mais geral de separação da natureza, que parece incorporar as próprias formas (IACONO, 2016, p. 180, tradução nossa)

Mesmo com essas descrições, essa “teoria” da ideologia de Marx e Engels ainda é vaga e difusa. Temos apenas alguns contornos sobre o que ela é, como se forma e qual a sua função dentro da sociedade, mas ainda é necessário refiná-la. Os pontos abordados por eles não deixaram de embasar outros filósofos que tomaram o marxismo como base de suas teorizações.

⁷ “Chamaremos aqui hoje ‘marxólogo’ os especialistas no conhecimento e na interpretação científica do pensamento de Marx. [...] ‘Marxiano’ é o indivíduo – uma proposição também pode ser considerada ‘marxiana’ – que se remete, ou pode se remeter, ao pensamento de Marx, sem pertencer à interpretação provisoriamente ortodoxa do marxismo, dada pelos representantes oficiais do Estado que se pretendem marxistas. [‘Marxistas’ são] aqueles que assim se declaram oficialmente, ou seja, os representantes ou porta-vozes dos partidos comunistas, da União Soviética, da China, ou de qualquer outra república popular ou Estado soviético” (ARON, 2008, p. 25)

2.2 Gramsci, hegemonia e ideologia

Um importante pensador para o desenvolvimento do marxismo foi o italiano Antonio Gramsci, fundador do Partido Comunista da Itália, preso durante o regime fascista de Mussolini, cujos escritos no período do cárcere são renomados até hoje.

Gramsci desenvolveu uma interpretação bastante original da filosofia de Marx. Para ele, a perspectiva do pensador alemão era a de um “historicismo absoluto”. No essencial, a pensamento de Marx nos desafia – sempre! – a pensar historicamente. E esse desafio nos põe diante tanto de possibilidades magníficas como de dificuldades colossais (KONDER, 2002, p.102)

A questão da ideologia, para Gramsci, está fortemente ligada com conceitos de *hegemonia* e *sociedade civil*. Vamos apenas passar rapidamente por esses conceitos, já que não necessitamos aqui de um aprofundamento tão grande para conseguirmos entender as suas relações com a ideologia, que é nosso foco.

A *hegemonia* é “uma fusão completa dos objetivos econômicos, políticos, intelectuais e morais que serão trazidos por um grupo fundamental e grupos aliados a ele por intermédio da ideologia” (MOUFFE, 1979, p. 181, tradução nossa). Assim, a hegemonia se dá quando uma predominância, seja no âmbito econômico ou intelectual, é obtida através o consentimento, ao invés dos usos dos maquinários coercitivos do Estado. “A hegemonia é alcançada através da abundância de maneiras pelas quais as instituições da sociedade civil operam para moldar, direta ou indiretamente, as estruturas cognitivas e afetivas pelas quais os homens percebem e avaliam a realidade social problemática” (FEMIA, 1981, p. 24, tradução nossa).

Já a *sociedade civil* é uma das duas esferas que compõem o Estado em um sentido mais amplo: enquanto a sociedade política é detentora dos mecanismos de repressão e violência, a sociedade civil é caracterizada por organizações cujos objetivos são a “elaboração e/ou difusão das ideologias, compreendendo o sistema escolar, as Igrejas, os partidos políticos, os sindicatos, as organizações profissionais, a organização material de cultura (revistas, jornais, editoras, meios de comunicação de massa), etc.” (COUTINHO, 1989, p. 76-77). Com suas críticas ao economicismo e ao reducionismo da teoria marxista até então, Gramsci compreendia que o ideológico não eram apenas ideias, mas sim um conjunto de aparatos hegemônicos dentro da sociedade civil (REHMANN, 2013).

Gramsci via a questão da ideologia de uma forma material, “já que a aquisição de consciência pelos homens através da ideologia não ocorrerá individualmente, mas sempre por intermédio do terreno ideológico onde dois ‘princípios hegemônicos’ se confrontam” (MOUFFE, 1979, p. 186, tradução nossa). Dessa forma, a ideologia é fundamental para a aquisição de consciência de si, dentro do terreno ideológico, que é construída a partir das relações sociais entre os indivíduos de uma sociedade.

“É necessário, por conseguinte, distinguir entre ideologias historicamente orgânicas, isto é, que são necessárias a uma determinada estrutura, e ideologias arbitrárias, racionalísticas, ‘voluntaristas’” (GRAMSCI, 1999, p. 237). As ideologias ditas arbitrárias não produzem qualquer tipo de movimento dentro do terreno ideológico, enquanto as ideologias orgânicas formam os terrenos de movimento dos homens, enquanto organiza as massas, que adquirem consciência de si e que se movimentam em luta. Fazendo um paralelo com as definições dadas por Mannheim (1954), a ideologia arbitrária seria como a definição particular de ideologia, enquanto as ideologias historicamente orgânicas são semelhantes à definição ampliada de Mannheim.

É também através das ideologias historicamente orgânicas que a ciência e seus avanços se dão, já que “[t]oda a ciência é ligada às necessidades, à vida, à atividade do homem” (GRAMSCI, 1999, p. 174), ou seja, ela também é uma atividade situada *dentro* da história, cujas marcas de seu fluxo determinam como serão as suas construções. Assim, a ciência, para Gramsci, também é uma superestrutura que determina a sociedade civil para a manutenção da hegemonia.

Os conceitos de superestrutura e de base são de grande importância para o desenvolvimento do marxismo. Na “transição de Marx ao marxismo e no desenvolvimento do marxismo mais difundido, a proposição da base determinante e da superestrutura determinada tem sido comumente considerada a chave para uma análise cultural marxista” (WILLIAMS, 2011, p. 43).

O conceito de base pode ser encontrado desde o livro de Marx *Contribuição à Crítica da Economia Política* (2008), livro anterior ao *O Capital*. Embora o trecho seja um pouco longo, vale a pena reproduzi-lo aqui para uma compreensão de o que Marx chamava de base, para então entendermos as nuances que o conceito tem no pensamento gramsciano.

Na produção social da própria existência, os homens entram em relações determinadas, necessárias, independentes de sua vontade; essas relações de produção correspondem a um grau determinado de desenvolvimento de suas forças produtivas materiais. A totalidade dessas relações de produção constitui a estrutura econômica da sociedade, a base real sobre a qual se eleva uma superestrutura jurídica e política e à qual correspondem formas sociais determinadas de consciência. *O modo de produção da vida material condiciona o processo de vida social, política e intelectual. Não é a consciência dos homens que determina o seu ser; ao contrário, é o seu ser social que determina a sua consciência* (MARX, 2008, p. 47, itálicos nossos)

Gramsci, diferentemente de Marx, não fala em apenas uma superestrutura, mas sim no plural, de diversas superestruturas. Ele não se limita, como Marx fez, à esfera jurídica e política, mas compreende as superestruturas como “todas as formas em que as classes conhecem e compreendem as condições de sua luta dentro de uma determinada formação social” (THOMAS, 2009, p. 99, tradução nossa). O conceito de superestrutura gramsciano é muito mais amplo do que o apontado inicialmente por Marx. Para ele, inclusive, “a própria filosofia da práxis⁸ é uma superestrutura, é o terreno no qual determinados grupos sociais tomam consciência do próprio ser social, da própria força, das próprias tarefas, do próprio devir” (GRAMSCI, 1999, p. 388).

Mesmo sendo uma superestrutura, Gramsci diferencia a filosofia da práxis de outras formas de superestrutura. No mesmo caderno em que ele afirma que a filosofia da práxis é uma superestrutura, o *Caderno 10*, ele faz essa diferenciação pelo fato de que as outras filosofias são ideológicas por tentarem conciliar interesses contraditórios. “A filosofia da práxis, ao contrário, não tende a resolver pacificamente as contradições existentes na história e na sociedade, ou, melhor, ela é a própria teoria de tais contradições” (GRAMSCI, 1999, p. 388)

Como a difusão da ideologia se dá dentro da esfera da sociedade civil através das organizações, inclusive a dos materiais de cultura, “a popularização da ciência, no seu sentido mais geral, parece ser um dos meios fundamentais através dos quais a ideologia dominante está sendo (re)produzida e assimilada” (GAVROGLU, 2012a, p. 88, tradução nossa). Gramsci nos diz que graças à especialização da ciência e da forma como ela é divulgada, um fanatismo científico e diversas supertições são dissimuladas.

⁸ Embora comumente digam que a filosofia da práxis é equivalente ao marxismo, a terminologia possui um sentido mais abrangente nas obras de Gramsci. “Essa virada terminológica foi um meio que o filósofo italiano descobriu para combater o marxismo vulgar e mecanicista, bem como para fazer suas anotações de forma criteriosa, já que vivia num período fascista e havia inúmeras restrições no cárcere” (LOLE, 2015, p. 1)

Contra este fanatismo, cujos perigos são evidentes (a supersticiosa fé abstrata na força taumatúrgica do homem conduz paradoxalmente à esterilização das próprias bases desta força e à destruição de todo amor pelo trabalho concreto e necessário, em troca de fantasias, como se se tivesse fumado uma nova espécie de ópio), é necessário combater com vários meios, dos quais o mais importante deveria ser um melhor conhecimento das noções científicas essenciais, divulgando a ciência através de cientistas e de estudiosos sérios e não mais de jornalistas oniscientes e de autodidatas presunçosos. Na realidade, por se esperar muito da ciência, ela é concebida como uma bruxaria superior e, por isso, torna-se impossível valorizar com realismo o que a ciência oferece de concreto (GRAMSCI, 1999, p. 176)

Assim, percebemos que a própria ciência é uma organização da sociedade civil, com objetivos de disseminar uma ideologia hegemônica, contribuindo para manter a estabilidade social. É importante sermos cautelosos aqui: esse fato não se dá por “teorias da conspiração” ou planos maquiavélicos, com pessoas arquitetando como influenciar de alguma forma o desenvolvimento científico para manter determinados privilégios. Até porque, nessa perspectiva, qual seria a real influência de textos acerca de descobertas sem alguma aplicação prática imediata, como a detecção do bóson de Higgs ou das ondas gravitacionais?

Em contrapartida, não podemos nos esquecer que a ciência e a sua divulgação estão inseridas em um contexto histórico social, com constantes disputas pela hegemonia e uma ideologia hegemônica presente que necessita de legitimação, com próprio desenvolvimento científico e sua divulgação presentes em agendas políticas de diversos grupos sociais. Assim, “tanto a ciência quanto suas popularizações não podem ser consideradas isolada de tais disputas por hegemonia” (GAVROGLU, 2012a, p. 94, tradução nossa). Dessa forma, *dentro da divulgação científica podemos encontrar características desse contexto no qual ela foi desenvolvida e imbuídas em seu discurso.*

Em síntese, podemos afirmar, seguindo Marx, que a ideologia é mais que um ideário por ter uma função social muito específica, a de gerar uma falsa consciência sobre as relações sociais e, dentro delas, as relações de dominação. Contudo, com Gramsci vemos que seria excessivamente simplificador imaginar que o processo ideológico se resume à criação de falsas afirmações e/ou visões sobre a realidade que buscam ocultar estas relações. A hegemonia se dá em um processo em que diferentes setores – relacionados à superestrutura – passam a criar formas de se referir à realidade que reproduzem a mesma lógica. Assim, mesmo discursos que, por seu conteúdo, aparentemente estariam muito longe de cumprir algum papel nas relações de dominação, podem, em uma análise fina, ter alguma relação com esta. No próximo capítulo

buscaremos dar continuidade a esta discussão buscando delimitar este debate ao processo de divulgação científica.

3. Divulgação científica, ideologia hegemônica e utopia

Como acabamos de ver, a divulgação científica, por si só, já possui aspectos ideológicos embutidos por fazer parte de um contexto social definido, em parte, por processos ideológicos. Contudo, ao retomarmos a questão que estávamos discutindo previamente, sobre a formação de um novo discurso ao tentar transferir um conhecimento científico para o público leigo, podemos agora perceber que a própria noção do vão entre culturas e um igualitarismo que poderia ser alcançado através da divulgação é, por si só, uma afirmação ideológica.

Em relação à falta de conhecimento científico de determinados grupos sociais como sendo uma expressão de uma lacuna cultural ou um atraso cultural em relação às elites, pressupõe uma agenda social e política específica: que ambos os grupos, tanto as elites quanto os demais, *deviam* compartilhar a mesma cultura científica fundamental, na verdade, eles deviam compartilhar a cultura das elites (GAVROGLU, 2012a, p. 90, tradução nossa)

É nessa esfera que encontramos o primeiro aspecto ideológico na divulgação científica: a sua própria existência é ideológica, pois pressupõe que a cultura científica elitizada é a única que deve ser disseminada e que a divulgação consegue, de uma maneira neutra, realizar esse objetivo. Acerca da neutralidade da divulgação científica, já vimos que ela não é apenas uma “simplificação” de algo, mas que constitui um discurso próprio, que também faz parte de um contexto histórico social.

O segundo aspecto ideológico que podemos encontrar na divulgação científica é dentro do conteúdo por ela divulgado, não só pela formação de um discurso novo, mas também pelo próprio desenvolvimento científico. Como já dito, a ciência também está inserida em um contexto histórico social, então seu desenvolvimento também é influenciado por ele.

A cultura científica, *por ser uma cultura*, não é neutra por si só. Segundo Mészáros (2004), podemos compreender uma nova relação entre a ciência e a cultura do capital a partir das revoluções promulgadas pela corrente filosófica do Iluminismo, assim como o surgimento das comunicações científicas para a aristocracia europeia (BENSAUDE-VINCENT, 2001). Com sua tentativa da retomada da razão, o Iluminismo encontrou amparo na ciência, enquanto esta, ao mesmo tempo, se desenvolvia e sustentava a Revolução Industrial.

Esse novo relacionamento entre a ciência e a produção decorrente da Revolução Industrial mostrou-se extremamente poderoso. Com os avanços decorrentes dos

desenvolvimentos tecnológicos da época na produção, questões de cunho social puderam, pela primeira vez, ser apresentados também como sendo apenas transitórios, já que o desenvolvimento do conhecimento científico e o aumento na produção acarretariam, “inevitavelmente”, na superação de desigualdades sociais.

A neutralidade da ciência e a crença de que seus aspectos ideológicos e políticos só se materializam quando a ciência é aplicada tem sido o princípio fundamental da tecnocracia. Tal atitude ajudou a sublinhar a visão de que as soluções dos problemas sociais eram de caráter exclusivamente técnico, promovidas por tecnocratas que supostamente pensavam objetivamente e tinham o conhecimento necessário (GAVROGLU, 2012a, p. 91, tradução nossa)

Essa tentativa de desvincular as questões sociais dos agentes sociais resultou em uma metamorfose das questões sociais em questões tecnológica-científicas aparentemente “neutras” (MÉSZÁROS, 2004). Dessa forma, o ideário historicamente construído pela ciência – a noção de progresso, por exemplo – transformou-se em uma ideologia científicista, ou seja, houve a transposição do que era almejado por uma determinada área para todas as outras visando um controle social, que, como já dito anteriormente, é um dos processos de produção de uma ideologia (CHAUÍ, 2001).

Porém, uma ideologia não consegue se manter por si só por longos períodos. Ela precisa ser constantemente reformulada em negociações com ideologias antagônicas e disseminar o seu núcleo de valores, crenças e explicações para que a população como um todo a compartilhe, tornando-a assim uma ideologia hegemônica (GAVROGLU, 2012b). Nesse sentido, podemos pensar no processo de divulgação científica como uma maneira de disseminar essa ideologia hegemônica.

[A] ideologia hegemônica não envolve um conjunto de valores estáticos e imutáveis. Necessita de uma renovação contínua, uma vez que uma ideologia específica precisa de ser reforçada para ser duradoura. A popularização, ou melhor, a ideologia da popularização, é um desses meios. E, assim, a popularização da ideologia afeta, por sua vez, a ideologia da popularização (GAVROGLU, 2012a, p. 99, tradução nossa)

Outro aspecto importante para a relação entre divulgação científica e ideologia que precisa ser mencionado aqui é a relação desses pontos com a utopia. A relação entre ideologia e utopia já vem, ao longo de décadas, sendo trabalhada por diversos autores, dentro os quais podemos destacar principalmente Karl Mannheim (1954) e Paul Ricœur (1986).

De acordo com Mannheim, a utopia se dá quando o estado de mente é incompatível com o estado real no qual se encontra. Embora essa definição se pareça muito com a definição de uma falsa consciência atribuída à ideologia no marxismo ortodoxo, Mannheim (1954, p. 173, tradução nossa) nos aponta que:

No curso da história, o homem se ocupou mais freqüentemente de objetos que transcendiam seu âmbito de existência do que com aqueles imanentes em sua existência e, a despeito disso, formas reais e concretas de vida social foram construídas com base em tais estados "ideológicos" de mente que eram incongruentes com a realidade. Tal orientação incongruente tornou-se utópica apenas quando, além disso, tendia a romper os laços da ordem existente.

Assim, a utopia está na sociedade em contraposição à ideologia: enquanto a ideologia é apresentada como uma tentativa de dissimulação da realidade pelas classes com o controle, “as utopias se voltariam para o futuro, sendo defendidas pelas classes ascendentes e atacarem a realidade que não concordam” (MAGALHÃES, 2017, p. 45).

Já Ricœur (1986, p. 17, tradução nossa) nos aponta que tanto a ideologia quanto a utopia possuem o mesmo ponto de virada, a autoridade. “Se toda ideologia tende finalmente para legitimar um sistema de autoridade, todas as utopias, o momento do outro, não tentam enfrentar o problema do poder?”

Nesse contexto, de ideologias de um lado legitimando autoridades hegemônicas e utopias de outro tentando subverter essa estrutura, a divulgação científica entra nesse contexto com um importante objetivo: formular e legitimar utopias. Podemos levantar como exemplos de utopias científicas um mundo com energia limpa e ilimitada, ou então produções agrícolas com o mínimo de perda de alimentos possíveis.

Historicamente, pelo menos, a popularização da ciência vem articulando as características das utopias que, por sua vez, são usadas para legitimar as tendências ideológicas e, à medida que essas tendências se entrelaçam na sociedade, as utopias se tornam ainda mais dominantes e precisam da ajuda da popularização da ciência. Assim, a popularização da ciência, as utopias, as ideologias hegemônicas parecem estar incontrolavelmente associadas umas às outras (GAVROGLU, 2012b, p. 227, tradução nossa)

Dessa forma, conseguimos aqui mostrar diversas características acerca da divulgação científica que sustentam o objetivo de nosso trabalho. Em primeiro lugar, ela não é apenas uma simplificação, mas sim um discurso próprio, dependente do enunciador, do receptor e das

condições nas quais ele é gerado. Essa dependência com o contexto se dá porque tanto a ciência quanto a divulgação dela são praticadas dentro de uma sociedade e, graças a tal, são influenciadas por aparelhos hegemônicos dentro da sociedade civil. A ciência, para Gramsci, também é uma superestrutura que determina a sociedade civil para a manutenção da hegemonia e de uma ideologia hegemônica. Contudo, a ideologia hegemônica não é algo fixo e imutável, mas necessita de constantes reforços para se sustentar e a divulgação científica entra no contexto para dar esse reforço. Assim, a divulgação científica possui características da ideologia hegemônica presentes nela, além de formular novas utopias, que também legitimam tendências ideológicas, que geram conflitos, embates e movimento dentro do terreno ideológico.

Vamos agora analisar como uma forte imagem científica pode ser construída no imaginário popular para, posteriormente, podermos analisar como a divulgação dessa imagem continua presente até hoje. Para isso, traremos outro conceito importante para as filosofias marxistas, a ideia de fetiche. Embora em sua origem ela esteja muito atrelada a como se atribui valor aos bens produzidos, tomando-a de forma mais geral, pode-se buscar por meio dela uma sustentação para como se pode criar uma imagem inadequada de algo.

3.1 Fetichismo, ideologia e cultura

Como já dito anteriormente, as obras de Marx são extremamente heterogêneas, principalmente quando consideramos os meios nos quais foram divulgados – ou não divulgadas. Uma parte dos principais textos dele que são utilizados atualmente, inclusive nesse trabalho, são na verdade rascunhos não finalizados, editados de diversas maneiras ao longo do século. A *Ideologia Alemã* é um exemplo disso:

Saídos da obscuridade em 1921, os textos que compõem *A ideologia alemã* ainda aguardam edição definitiva. No árduo trabalho da editoração dessa obra inacabada, dotada de inúmeras lacunas e imprecisões, com algumas páginas faltando e outras tantas roídas por ratos, instalou-se desde o início uma grande controvérsia sobre sua verdadeira forma (ENDERLE, 2007, p. 17)

Contudo, uma de suas grandes obras finalizadas foi, sem dúvida, *O Capital*, o primeiro volume⁹. Nessa obra, Marx explora de uma maneira ordenada e rigorosa suas concepções acerca da economia, sendo perceptível a transição do chamado “jovem” Marx para a sua fase “madura”. É importante fazermos aqui uma ressalva de que, embora essas terminologias acerca dos períodos dos escritos sejam comumente utilizadas, não estamos tratando de “dois autores” completamente diferentes. Marx já apresentava escritos acerca de questões econômicas desde a década de 1840, com, por exemplo, os *Manuscritos Econômicos-Filosóficos*¹⁰, mais de vinte anos antes da primeira publicação de *O Capital*.

Dentre os diversos conceitos trabalhados por Marx ao longo de sua vida – como a própria ideologia, mais-valia, alienação, burguesia, proletariado, antagonismo de classes e, obviamente, o capital – um importante conceito para a sua teoria econômica é o de *fetichismo*. Marx apresenta no final do primeiro capítulo um subitem intitulado “O caráter fetichista da mercadoria e seu segredo”. Logo no início, Marx retorna aos cinco momentos históricos para introduzir sua análise sobre o tema.

Quando [o produto] é valor de uso, nela não há nada de misterioso, quer eu a considere do ponto de vista de que satisfaz necessidades humanas por meio de suas propriedades, quer do ponto de vista de que ela só recebe essas propriedades como produto do trabalho humano. É evidente que o homem, por meio de sua atividade, altera as formas das matérias naturais de um modo que lhe é útil (MARX, 2017, p. 146)

O fetichismo, na concepção marxista ortodoxa, está intimamente ligado com as ações humanas para a transformação da natureza e, posteriormente, com a transformação dos produtos em mercadoria para troca. A mercadoria é algo central ao longo de todo o livro de Marx, já que ele pretende explicar o que é e como se mantém o capital. Marx relaciona o capital principalmente com a circulação de mercadorias e a forma como o trabalho agrega valor a essas mercadorias durante a sua produção, mas não apenas um *valor de uso*, ou seja, a sua utilidade para uma determinada pessoa ou comunidade, mas também um *valor de troca*.

Sem a troca de mercadorias, a utilidade dos produtos em geral é um fato evidente por si mesmo e, portanto, visível para produtores e usuários. Só com o aparecimento das relações de produção e troca de mercadorias, a oposição entre utilidade e trocabilidade

⁹ “o primeiro volume livro de *O capital* foi escrito pelo próprio Marx, é uma obra terminada, enquanto os livros II e III são rascunhos. Rascunhos escritos por Marx em diferentes momentos períodos, que Engels editou e publicou após a morte de Marx” (ARON, 2008, p. 335)

¹⁰ Também não publicados durante a vida de Marx.

e as resultantes contradições e enigmas da vida organizada com base na produção e troca de mercadorias tornam-se objeto de especulação e investigação (FOLEY, 1988, p. 402)

Uma maneira apresentada pelo autor para exemplificar essa oposição entre utilidade e trocabilidade é a partir da contradição entre os produtos de uma associação familiar e de uma sociedade de produtores de mercadoria. Em uma produção familiar, embora ainda existam divisões quanto às tarefas executadas, o resultado “confronta-se com a família como diferentes produtos de seu trabalho familiar, mas não umas com as outras como mercadorias” (MARX, 2017, p. 153).

Já na sociedade de produtores de mercadoria, a relação de troca aparenta não se dar entre pessoas que trabalham para produzir determinados produtos, mas sim como uma relação entre produtos, colocando seus produtores à parte¹¹.

Os homens não relacionam entre si seus produtos do trabalho como valores por considerarem essas coisas meros invólucros materiais de trabalho humano de mesmo tipo. Ao contrário. Porque equiparam entre si seus produtos de diferentes tipos na troca, como valores, eles equiparam entre si seus diferentes trabalhos como trabalho humano. (MARX, 2017, p. 149)

Dessa forma, de acordo com Marx, o caráter social do trabalho, algo historicamente constituído, é transportado para coisas, mercadorias que se compram e se vendem. As mercadorias, então, tornam-se portadoras desse caráter social, transformando a percepção dessa característica do trabalho em algo indireto. “A ilusão do fetichismo brota da fusão da característica social com as suas configurações materiais: o valor parece inerente às mercadorias, natural a elas como coisas” (GERAS, 1988, p. 149).

Precisamos agora, de maneira breve, ligarmos o conceito de fetiche com o conceito por nós já trabalhado de ideologia dentro do marxismo de Marx. A análise do conceito de fetiche nos permite perceber uma dicotomia entre a aparência (a mercadoria com valor) e uma realidade ocultada (o trabalho possuidor de caráter social), se assemelhando à ideia de uma realidade deformada apresentada pela ideologia. “A ideologia, que para o jovem Marx era uma questão

¹¹ Marx também nos apresenta como se daria a troca em uma associação de homens livres, “que trabalham com meios de produção coletivos e que conscientemente despendem suas forças de trabalho individuais como uma única força social de trabalho” (MARX, 2017, p. 153). Os itens produzidos também possuem uma trocabilidade, mas a distribuição deles se dá de uma forma distinta, já que ela é planejada, mantendo as relações sociais entre os homens e seus trabalhos de uma forma transparente, diferentemente de uma sociedade onde a mercadoria é o centro das trocas.

de ilusões e quimeras, está agora dobrada no próprio mundo material, ancorado não mais na consciência, mas no funcionamento cotidiano do sistema capitalista” (EAGLETON, 1994, p. 12, tradução nossa).

Contudo, assim como o conceito de ideologia foi sendo alterado com o tempo por outros pensadores, o conceito de fetishe também se modificou, graças às mudanças na estrutura social geradas pelo desenvolvimento e alterações do capitalismo. Para nosso trabalho, é interessante nos aproximarmos um pouco dos escritos de Adorno e Horkheimer concernentes à indústria cultural e ao fetichismo de mercadoria cultural.

Tal denominação [indústria cultural] evoca a ideia, intencionalmente polêmica, de que a cultura deixou de ser uma decorrência espontânea da condição humana, na qual se expressam tradicionalmente, em termos estéticos, seus anseios e projeções mais recônditos, para se tornarem mais um campo de exploração econômica, administrado de cima para baixo e voltando apenas para os objetivos supramencionados de produzir lucros e de garantir adesão ao sistema capitalista por parte do público (DUARTE, 2007, p. 9)

Sem negar as importâncias de Marx para uma análise crítica da economia e da política, os autores perceberam que as relações sociais agora estão alteradas a ponto de que o “cinema e o rádio não tem mais necessidade de serem empacotados como arte. A verdade de que não passam de um negócio, eles a utilizam como uma ideologia destinada a legitimar o lixo que propositalmente produzem.” (ADORNO e HORKHEIMER, 1985, p. 101). Dessa forma, os autores tentam transpor as concepções apresentadas por Marx n’*O Capital* para a esfera de uma cultura mercantilizada.

Horkheimer e Adorno afirmam que, no âmbito da indústria cultural, os objetos estéticos estão sujeitos a uma inversão da “finalidade sem fim” [...]. O “valor de uso” — essencialmente problemático nos bens culturais — é absorvido pelo valor de troca: em vez de prazer estético, o que se busca é “estar por dentro”, o que se deseja é conquistar prestígio, e não propriamente ter uma experiência do objeto (DUARTE, 2002, p. 32)

Assim, o caráter de mercadoria é alterado quando a cultura se torna uma indústria, que por sua vez perde sua autonomia. “Adorno argumenta que a indústria cultural envolve uma mudança no caráter mercantil da arte, de modo que o caráter mercantil da arte é deliberadamente reconhecido e a arte ‘abjura sua autonomia’” (ZUIDERVAART, 2015, p. 1, tradução nossa).

Aproximando esta discussão do tema desta dissertação, a divulgação científica, a mesma parece estar submissa aos condicionantes da indústria cultural. Como afirmado anteriormente, a divulgação científica é resultado de um processo de divisão do trabalho. Ao considerarmos dois grupos, os produtores das ciências e seus consumidores, que terão acesso ao conhecimento por meio de seus processos de difusão, temos que este último grupo passará a atribuir valor ao conhecimento por meios que não necessariamente passam pelo crivo epistemológico de quem o produz.

Além dos elementos já expostos nas seções anteriores, temos como hipótese que a divulgação científica, à medida que se transforma em um produto de consumo mais amplo, faz mais apelo a elementos de fetichização. Conforme seu público é mais alheio à ciência, por exemplo tendo pouco acesso formal a este conhecimento, formas de representação pouco fiéis a como as ciências se desenvolvem podem se tornar preponderantes.

Até o presente momento buscamos esboçar sem a pretensão de sermos exaustivos um quadro teórico que nos ajude a pensar sobre como a ciência é veiculada socialmente. Para avançarmos em nosso estudo, passaremos a tratar de um caso que ao mesmo tempo é bastante específico, mas muito representativo. Albert Einstein se tornou uma das figuras mais reconhecidas do mundo científico. Assim, o tomaremos como estudo de caso, primeiramente fazendo uma revisão histórica sobre sua “fama”, para em seguida analisarmos como o cientista é representado atualmente.

É importante destacar algumas consequências desta delimitação. Um estudo mais completo sobre como a divulgação científica dá sustentação a ideologias hegemônicas foge em muito do escopo deste trabalho. Para isso seria necessário um estudo muito amplo de uma rede de relações sociais que são presentes na sociedade. Assim, o estudo conduzido nas próximas seções se limitará a indicar como determinadas visões de ciência e de cientistas aparecem em materiais de divulgação científica e como algumas delas podem ter influência de visões ideológicas que são parte de uma sociedade dividida em classes.

4. Einstein e Fama

O nome e a imagem de Albert Einstein são representações fortemente incrustadas no imaginário popular. Podemos ver isso quando, por exemplo, pesquisamos em ferramentas de busca online sobre seu nome. Além de diversas biografias sobre o físico, podemos encontrar referências a hospitais, documentários, citações – sendo elas verídicas ou não – figuras caricatas dele, assim como ilustrações das mais diversas – propagandas de aplicativos para celulares, peças de roupas, grafites, entre outros do mais amplo espectro.

A imagem do cientista “louco”, um idoso que possui cabelos levantados e mostra a língua se tornou uma forma de venda de produtos que prometem “treinar o seu cérebro” e sua equação $E = mc^2$ – provavelmente a mais conhecida fora do âmbito acadêmico – figura programas de televisão com conteúdo científico de todas as épocas. “O mito-Einstein reforçou um conjunto bem conhecido de estereótipos de cientista: homem, branco, excêntrico, desmedidamente inteligente, entre outros” (NORONHA, 2014, p. 77).

Figura 2 – Suposto teste de QI criado por Einstein. Na página original, lê-se na legenda “Segundo a lenda, Einstein criou esse teste quando ainda era uma criança. Ao criar o desafio ele teria afirmado que apenas 2% da população seria capaz de resolvê-lo”¹²

É importante frisar aqui que não estamos desvalorizando as contribuições – claramente notáveis – do trabalho de Einstein à comunidade científica e, futuramente, ao desenvolvimento de aparatos tecnológicos hoje em dia fundamentais. Podemos notar que a figura dele possui uma popularidade peculiar, principalmente se compararmos com outros físicos – inclusive

¹² Disponível em <https://tinyurl.com/ybtq9kx4>. Acesso em mar. 2018.

contemporâneos. Contudo, podemos notar que “[a]s realizações de Einstein, por maior que elas fossem, não podem ser utilizadas para explicar o porquê de outros cientistas cujas realizações foram ao menos de magnitude similar, como Niels Bohr e Werner Heisenberg, não obtiveram nenhum reconhecimento público” (MISSNER, 1985, p. 268)

Com isso podemos nos questionar: por que o trabalho e, consequentemente, a persona de Einstein possuem até hoje uma popularidade tão forte?

Para tentarmos entender essa questão precisamos realizar uma análise historiográfica sobre a recepção dos trabalhos e como a imagem gerada sobre Einstein se encaixava em determinados contextos históricos. Assim, é necessário levarmos em consideração alguns aspectos: 1) analisaremos principalmente os eventos ao redor da publicação d’*Os Fundamentos da Teoria da Relatividade Geral* em 1916 e dos dados coletados pelas expedições que acompanharam o eclipse solar de 29 de maio de 1919; 2) não nos cabe aqui realizarmos uma análise profunda de todos os fatos que geraram ou que ocorreram durante a Primeira Guerra Mundial, mas alguns aspectos dessa ocasião serão importantes para nosso estudo, principalmente no período entre guerras; 3) exploraremos algumas hipóteses sobre os motivos da aceitação da teoria da relatividade geral; 4) analisaremos a repercussão da teoria e das expedições de 1919 em três países: Reino Unido, Estados Unidos e Alemanha.

Assim, iniciaremos nossa análise observando os eventos que ocorreram antes d’*Os Fundamentos da Teoria da Relatividade Geral* nos *Annalen der Physik*.

4.1 Einstein e o encurvamento da luz

O ano de 1905 é conhecido até hoje como “o ano milagroso” de Einstein. De março até dezembro, foram apresentados seis artigos referentes à problemas centrais do início do século XX (PAIS, 1993). Quatro anos depois, no final de 1909, Einstein sai do departamento de patentes na Suíça e começa a trabalhar como professor assistente na Universidade de Zurique. Posteriormente, em 1911, chegamos ao período no qual pretendemos iniciar nossa análise, quando Einstein muda-se para Praga após ser nomeado professor catedrático na Universidade Karl-Ferdinand pelo imperador Franz Joseph.

Em junho deste ano foi publicado um de seus importantes trabalhos no *Annalen der Physik*, intitulado *Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes* [Sobre a Influência da Gravidade na Propagação da Luz]. Nele, Einstein inicia:

A questão sobre se a propagação da luz seria influenciada pela gravidade eu procurei responder em um ensaio publicado há 3 anos ^[13]. Eu voltei a este tópico porque não estou satisfeito com a minha apresentação do assunto naquele momento, mas ainda mais porque agora reconheço, retrospectivamente, que uma das consequências mais importantes dessa consideração é o teste experimental (EINSTEIN, 1911, p. 898, tradução nossa)

Na terceira parte desse artigo, Einstein conduz um experimento mental iniciado com um par de relógios idênticos produzidos em uma região suficientemente pequena do espaço, cujo campo gravitacional é constante. Ao transportar os relógios ao longo de potenciais gravitacionais distintos, eles funcionam de maneiras também distintas. Ao aplicar o resultado desse *Gedankenexperiment* à deflexão de um raio de luz – originada no infinito – devido ao campo gravitacional de uma carga pontual (e, posteriormente, substituindo os valores relativos à um raio passando de forma rasante ao Sol), Einstein obtém uma deflexão igual a $\alpha = 0,83''$. Nessa terceira parte, Einstein finaliza seu artigo dizendo que é “urgente que os astrônomos aceitem a questão levantada, mesmo que as considerações dadas no anterior não tenham sido suficientemente fundadas ou mesmo aventureiras” (EINSTEIN, 1911, p. 908, tradução nossa).

Esse valor é muito próximo do calculado por Johann Georg von Soldner – 110 anos antes da publicação desse artigo de Einstein¹⁴ – que obteve um valor calculado de $\alpha = 0,84''$.

Os cálculos [de Soldner] baseavam-se na teoria da emissão de Newton, de acordo com a qual a luz é constituída por partículas. Nesta descrição a dispersão da luz pelo Sol torna-se um exercício na teoria newtoniana de dispersão. Para uma pequena massa de partículas de luz, a resposta depende tão pouco dessa massa como o cálculo ondulatório depende da frequência da luz (PAIS, 1993, p. 251)

Um dos motivos da semelhança dos valores encontrados é que, embora grande parte das bases teóricas das deduções fossem completamente distintas, Einstein ainda se utilizava da

¹³ O artigo aqui citado por Einstein é o *Über das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen* [Sobre o princípio da relatividade e as consequências derivadas dele], uma revisão da teoria da relatividade restrita para o *Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik*, escrito no final de 1907 e publicado em 1908. Posteriormente, Einstein diria que ao trabalhar nesse artigo ele teve o *glücklichste Gedanke meines Lebens* [o pensamento mais feliz de minha vida] referente ao que seria chamado de princípio de equivalência (PAIS, 1993).

¹⁴ É importante aqui ressaltar que, segundo Pais (1993, p. 251), em “1911 Einstein não conhecia o trabalho de Soldner. O artigo deste último foi, de facto, inteiramente desconhecido da comunidade dos físicos até 1921”.

noção de espaço plano em 1911. Em 1912, Einstein produziu mais dois artigos sobre gravitação e, segundo Pais (1993, p. 252), eles são “também os últimos artigos nos quais o tempo é encurvado, mas o espaço é plano”. Sobre o tratamento dado ao espaço nesses trabalhos, Einstein nos diz que

[...] não é, evidentemente, admissível, mas contém suposições físicas que, a prazo, pode provar-se serem incorretas; por exemplo, [as leis da geometria de Euclides] não se verificam, muito provavelmente, num sistema em rotação uniforme, no qual, devido à contração de Lorentz, a razão do perímetro de uma circunferência pelo respectivo diâmetro poderia ser diferente de π se aplicássemos a nossa definição de comprimento (EINSTEIN *apud* PAIS, 1993, p. 252)

Podemos assim ver que, no início de 1912, Einstein havia percebido que precisaria rever a concepção de espaço plano – e da própria geometria euclidiana – em seus trabalhos futuros. Em agosto desse ano, ele regressa a Zurique, dessa vez para o *Eidgenössische Technische Hochschule* [Instituto Federal de Tecnologia], retomando o contato próximo com seu colega Marcel Grossmann, na época diretor da seção de matemática e física da ETH, e um dos importantes colaboradores para a adoção da teoria de Riemann nos seus trabalhos.

Compreendi que os fundamentos da geometria têm significado físico. O meu querido amigo, o matemático Grossmann, estava lá quando regressei de Praga para Zurique. Por ele soube pela primeira vez de Ricci e, mais tarde, de Riemann. Assim, perguntei ao meu amigo se os meus problemas poderiam ser resolvidos pela teoria de Riemann (EINSTEIN *apud* PAIS, 1993, p. 264)

Essa parceria gerou a publicação de um artigo em conjunto em 1913, onde Einstein se aproximava, cada vez mais, da teoria da relatividade generalizada. Contudo, o resultado do caminho iniciado após a publicação do que seria conhecido posteriormente como teoria da relatividade restrita em 1905 só foi publicado em março de 1916 nos *Annalen der Physik*. No seu artigo *Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie* [Os Fundamentos da Teoria da Relatividade Geral], Einstein corrigiu a previsão para a deflexão da luz nas proximidades do Sol, anteriormente calculada como $\alpha = 0,83''$ em 1911. Agora, um “raio de luz que passa pelo Sol experimenta, dessa maneira, uma curvatura de $1,7''$ e que passa pelo planeta Júpiter de cerca de $0,02''$ ” (EINSTEIN, 1916a, p. 822, tradução nossa).

Figura 3 – Recorte do artigo *Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes*, de 1911, com a predição de deflexão de $0,83''$ ¹⁵

wobei k die Gravitationskonstante, M die Masse des Himmelskörpers, Δ den Abstand des Lichtstrahles vom Mittelpunkt des Himmelskörpers bedeutet. *Ein an der Sonne vorbeigehender Lichtstrahl erlitte demnach eine Ablenkung vom Betrage $4 \cdot 10^{-6}$, = 0,83 Bogensekunden.* Um diesen Betrag er-

Figura 4 – Recorte do artigo *Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie*, de 1916, com a predição de deflexão de $1,7''$ ¹⁶

Ein an der Sonne vorbeigehender Lichtstrahl erfährt demnach eine Biegung von $1,7''$, ein am Planeten Jupiter vorbeigehender eine solche von etwa $0,02''$.

Berechnet man das Gravitationsfeld um eine Größen-

Aqui precisamos ressaltar a importância da predição de curvatura da luz ao passar na proximidade de um objeto – no caso, do Sol. Com a publicação da teoria da relatividade geral e de seu resultado, seria possível a realização de testes empíricos que validassem (ou não) a teoria.

A mudança da frequência atômica não havia sido observada, os dados que a suportavam eram muito contestados e a falha em sua detecção compensou o sucesso da teoria como um todo na contabilização do movimento de Mercúrio. Um grande peso, portanto, foi anexado à predição feita pela teoria do encurvamento de raios de luz pelo Sol, que foi uma consequência da formulação de Einstein desde o início (KEVLES, 2005, p. 116, tradução nossa)

Esses dois valores previstos por Einstein em momentos distintos de sua obra – o primeiro baseando-se em um espaço plano e o segundo a partir da abdicação da geometria euclidiana no campo da gravidade – serão importantes quando formos analisar mais detalhadamente as expedições para a medição da deflexão da luz no eclipse de 1919.

Mudando levemente de foco, vamos agora explorar um pouco sobre o contexto social no qual a publicação da teoria da relatividade geral estava inserida e como a Primeira Guerra influenciou a maneira como a ciência alemã era vista pelo mundo.

¹⁵ Disponível em <https://tinyurl.com/ybha8j2x>. Acesso em mar. 2018

¹⁶ Disponível em <https://tinyurl.com/ya4dlc43>. Acesso em mar. 2018.

4.2 Guerra e ciência alemã

Antes de iniciar, é preciso ressaltar que não pretendemos aqui realizar uma análise aprofundada sobre todos os fatos que ocorreram durante a Primeira Guerra. Não nos cabe fazer esse tipo de estudo aqui, mas apenas apontar como alguns fatos que ocorreram nesse período influenciaram fortemente na divulgação e aceitação dos trabalhos de Albert Einstein e de cientistas germânicos de forma geral.

Iniciamos aqui um ano antes da publicação da teoria da relatividade geral, em 1915, durante o período da segunda batalha de Ypres. Embora agentes de origem química e biológica sejam utilizados como armas desde a antiguidade, a batalha de Ypres, no dia 22 de abril, marca o primeiro uso de gás clorídrico pelas tropas alemãs contra seus inimigos. “Esse evento marca o primeiro uso em larga escala de um agente químico com a intenção de causar ferimentos severos ou morte, sendo assim classificado como uma arma de destruição em massa” (SZINICZ, 2005, p. 170, tradução nossa).

Após o uso da arma química em campo de batalha, a imagem dos prussianos foi fortemente desmoralizada. Juntando a isso, seis meses antes da batalha, um manifesto intitulado *Aufruf an die Kulturwelt* [Apelo ao Mundo Culto] foi assinado por 93 intelectuais germânicos, conhecido como “Manifesto dos 93”. Nele, físicos¹⁷, químicos, pintores e outros intelectuais germânicos influentes de diversas áreas protestavam “contra as mentiras e as calúnias com as quais nossos inimigos procuram contaminar a pura causa da Alemanha na pesada luta pela existência que lhe é imposta” (NICOLAI, 1918, p. xi, tradução nossa), defendendo os militares alemães e retrucando as acusações de crimes de guerra durante a invasão da Bélgica.

Einstein, em contrapartida, não só recusou assinar o manifesto, como se juntou com alguns (poucos) cientistas para, ainda em 1915, escrever uma carta manifesto *Aufruf an die Europäer* [Apelo aos Europeus], no qual pedia a todos os homens educados de toda a Europa que não compactuassem com ações pró-guerra.

Pelo menos, seria um dever dos europeus educados e benevolentes fazer pelo menos a tentativa de impedir que a Europa sofra o mesmo destino trágico que a Grécia depois

¹⁷ Os físicos que assinaram o manifesto são: Philipp Lenard, Walther Hermann Nernst, Max Planck, Wilhelm Roentgen e Wilhelm Wien.

de sua má organização geral. A Europa também se esgotará gradualmente através da guerra fratricida e perecerá?

Pois a luta furiosa de hoje dificilmente deixará um vencedor, mas provavelmente apenas os vencidos. Portanto, parece não apenas *bom*, mas, amargamente *necessário*, *que os homens educados de todos os estados* devem exercer sua influência, que, como a guerra ainda pode ser incerta hoje, *as condições da paz não são a fonte de guerras futuras* (NICOLAI, EINSTEIN e FÖRSTER, 1998, p. 69-70, tradução nossa)

Apenas pelo número de assinantes em ambos os manifestos – 93 assinantes no *Aufruf and die Kulturwelt* e apenas 3 na resposta assinada por Einstein – já é possível perceber como o movimento pacifista era visto durante o período da Primeira Guerra. Embora existissem focos pacifistas, eles eram ocultados pelas propagandas de guerra, que não só mostravam seus adversários com representações bestiais, mas ridicularizavam os que iam contra a guerra em si. Uma “renovada onda de propaganda descrevendo as barbaridades de campanhas ilimitadas de U-boats eficazmente imunizou o público contra o pacifismo: como poderiam os britânicos aceitar qualquer termo de paz se não o mais severo contra um inimigo inescrupuloso?” (MARQUIS, 1978, p. 488).

A propaganda de guerra foi notavelmente importante nesse período. Certas mudanças na natureza das comunicações e a adoção de métodos de persuasão cada vez mais eficientes são alguns dos fatores dessa importância. Dentre essas técnicas, os britânicos utilizavam as oito citadas por Brown (1963): 1) o uso de estereótipos; 2) a substituição de nomes – “‘Bárbaros’ e ‘Boches’ para alemães [...]. Por outro lado, ‘iniciativa livre’ soa melhor do que ‘capitalismo’ nesse tempo” (BROWN, 1963, p. 27); 3) seleção (e omissão) de fatos; 4) histórias (falsas) de atrocidades; 5) repetição de slogans e palavras-chave; 6) afirmações unilaterais; 7) identificação precisa do inimigo; 8) o apelo à autoridade e o efeito manada.

Figura 5 – Exemplos de propagandas britânicas veiculadas durante a Primeira Guerra Mundial¹⁸

Todos esses fatores – a guerra, o uso de armas químicas na batalha de Ypres, o Manifesto dos 93 e, principalmente, como a propaganda divulgava os eventos – foram decisivos para cortar boa parte dos contatos que os cientistas germânicos possuíam com a comunidade da Tríplice Entente e seus aliados. “Em meados de 1917, o eminente matemático francês Emile Picard [...] disse a um influente membro da Academia Nacional de Ciência dos Estados Unidos que qualquer tipo de relações “pessoais” seria “impossível” com cientistas alemães inclusive após a guerra” (KEVLES, 2005, p. 117, tradução nossa).

Com seu trabalho sobre a relatividade geral lançado em 1916, Einstein também enfrentou dificuldades de que seu artigo fosse lido fora da Alemanha, tendo como fator contribuinte seus posicionamentos políticos. Como cidadão suíço, Einstein se considerava pacifista e internacionalista, além de repudiar o nacionalismo, com especial ênfase na variação prussiana (KEVLES, 2005).

¹⁸ Disponíveis em, de cima para baixo, da esquerda para a direita: <https://tinyurl.com/y94t825a>; <https://tinyurl.com/ya77ygyp>; <https://tinyurl.com/yavjlkjb>. Acessos em mar. 2018.

Mesmo assim, o seu trabalho foi lido pelo astrofísico inglês Arthur Eddington, que também era um pacifista declarado. Eddington foi fundamental para o desenvolvimento das expedições que observaram o eclipse solar em 1919, cujo objetivo era medir a deflexão da luz e comparar com as previsões de Einstein. Além disso, seus preceitos religiosos fundamentavam sua luta por uma ciência internacional, principalmente no período de guerra.

Suas campanhas por uma astronomia livre do nacionalismo emergiram das raízes de suas crenças religiosas. Seus valores quacres significavam que ele via a ciência internacional como um local para a contestação moral da guerra e do preconceito. Suas ações, particularmente referentes à expedição de 1919, compartilhavam a motivação dos Amigos que organizaram os campos de refugiados e executaram o bloqueio para alimentar crianças alemãs (STANLEY, 2003, p. 59, tradução nossa)

Eddington era um dos poucos pesquisadores ingleses que tentava manter contato tanto com pesquisadores de países neutros na guerra quanto com pesquisadores de países rivais ao Reino Unido. Seu contato com *Os Fundamentos da Teoria da Relatividade Geral* deu-se a partir de seu contato com Willem de Sitter, físico e matemático holandês que submeteu artigos em 1916 sobre a relatividade geral para a *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

No primeiro dos dois artigos, ambos intitulados *On Einstein's Theory of Gravitation and its Astronomical Consequences*, na seção 12 de Sitter apresenta o resultado para a deflexão da luz próxima ao Sol derivado da teoria de Einstein: “Para um raio de luz passando pelo Sol, *i.e.*, indo de $-\infty$ para $+\infty$, o desvio total é o dobro desse valor. Se um raio só arranhar a superfície do Sol, a distância mínima é $a = R$, e o desvio total dobrado é $\frac{4\lambda_0^2}{R} = 1''75$ ” (DE SITTER, 1916, p. 718-719, tradução nossa)

Além dos artigos de Sitter publicados, Eddington conseguiu uma cópia do artigo original de Einstein enviado através do físico holandês, como uma demonstração da amizade pessoal entre eles. De acordo com Eddington, “essas eram as *únicas* cópias dos artigos de Einstein disponíveis na Bretanha ou nos Estados Unidos até o fim da guerra” (CHANDRASEKHAR, 1976, p. 251, tradução nossa).

Tanto Eddington quanto Einstein ficaram empolgados pela publicação dos trabalhos de de Sitter. Por um lado, Eddington já estava vagamente familiarizado com os trabalhos desenvolvidos por Einstein em 1911, onde ele iniciava o desenvolvimento da relatividade geral, além de que ele viu no trabalho de Einstein uma oportunidade de reparar alguns dos danos causados pela guerra, devido ao seu posicionamento pacifista e crítico ao nacionalismo

prussiano. Por outro lado, Einstein viu na publicação do de Sitter a oportunidade de construir uma ponte entre as nações em guerra (STANLEY, 2003).

Contudo, o posicionamento de Eddington acerca dos trabalhos de Einstein não era nem de perto unânime. Ele lutava não só devido aos seus posicionamentos políticos, muito rejeitados na época, mas também era um dos únicos defensores da teoria de Einstein dentro do âmbito inglês, o colocando dentro de uma minoria na comunidade astronômica. Como Stanley (2003, p. 69, tradução nossa) nos diz, a teoria de Einstein “era fortemente restringida por sua falta de evidências experimentais e sua dificuldade técnica no geral. Poucos cientistas poderiam manipular a matemática, e havia uma suspeita generalizada sobre uma teoria que era altamente abstrata”.

4.3 As expedições de 1919

Mesmo sem o total apoio da comunidade astronômica inglesa, Eddington iniciou o planejamento e preparar as expedições em novembro 1917, juntamente com Sir Frank Dyson, Astrônomo Real Britânico pelo período de 1910 até 1933. Esse planejamento ficou a cargo da Joint Permanent Eclipse Committee, grupo criado em conjunto entre a Royal Society e a Royal Astronomical Society. Dyson foi fundamental para possibilitar a realização das expedições. Eddington não fazia parte do comitê e Dyson já realizava comentários públicos a favor da expedição desde março de 1917 utilizando-se de sua influência como astrônomo real.

A influência de Dyson não se limitava à comunidade científica. Havia grandes chances de Eddington não conseguir participar das expedições devido ao recrutamento militar.

Havia certo perigo que o próprio Eddington não estaria disponível: sua objeção consciente em se recrutar parecia que o levaria à prisão. Ele originalmente tinha sido eximido como um astrônomo (cujo trabalho era visto como tendo valor militar), mas o governo britânico precisava desesperadamente de mão-de-obra na primavera de 1918 e revogou sua exceção (STANLEY, 2003, p. 73, tradução nossa)

Como já dito na seção anterior, os pacifistas não eram vistos com bons olhos no período da Primeira Guerra. O fato de Eddington ser um quacre e objetor de consciência acabava influenciando diretamente em sua reputação, dentro e fora do âmbito acadêmico. Na época da guerra era inclusive considerado uma desgraça social você se relacionar com objetor de

consciência e isso influenciou para que alguns professores da Universidade de Cambridge a tentarem postergar o recrutamento dele, argumentando que ele era “o mais ilustre cientista e que não estava nos interesses a longo prazo da Britanha que ele servisse no exército” (CHANDRASEKHAR, 1976, p. 251, tradução nossa).

Figura 6 – Exemplo de cartão postal sobre objetores de consciência publicados durante a Primeira Guerra¹⁹

Dyson – que, como astrônomo real, possuía conexões com o Almirantado – conseguiu uma nova exceção para Eddington, com a condição que ele fosse participasse de uma das duas expedições que estavam em planejamento. Do ponto de vista do Eddington, Dyson permitiu a ele não ser punido por não participar da guerra, ao mesmo tempo que a condição para isso era participar de uma atividade que ele esperava que, de alguma forma, pudesse ser uma forma de amenizar as consequências da guerra e um caminho para o pacifismo.

Uma das grandes preocupações de Eddington próximo à saída deles nas expedições era para que os resultados proporcionados pelas observações retornassem rapidamente para Greenwich. Cada grupo levou consigo micrometros para medidas preliminares das chapas fotográficas, sem assim ter que necessariamente esperar para que elas retornassem à Inglaterra para receber uma primeira análise, além de um código de linha telegráfica para manter Dyson informado dos dados preliminares. Embora Eddington se preocupasse com isso, não havia uma urgência referente à perda de prioridade dos dados. “Parecia, ao invés disso, que a preocupação

¹⁹ Disponível em <https://tinyurl.com/y7hslov3>. Acesso em mar. 2018.

de Eddington era de trazer os resultados da expedição para casa a tempo de ter um impacto na situação flúida pós-Armistício^[20]” (STANLEY, 2003, p. 74, tradução nossa)

As expedições – centradas unicamente em testar a predição da deflexão da luz (KENNEFICK, 2012) – ocorreram em duas frentes: para primeira, na Ilha de Príncipe, ainda colônia de Portugal, foram Eddington e Edwin Cottingham; para a segunda, em Sobral, no Brasil, estavam presentes Andrew Crommelin e Charles Davidson.

O eclipse solar ocorreu no dia 29 de maio de 1919 e ambas as frentes conseguiram registrar imagens dele. Sobre as imagens fotografadas na Ilha de Príncipe, podemos pegar as próprias palavras de Eddington (1953, p. 115, tradução e *itálico* nossos):

Dezesseis fotos foram obtidas, com exposição variando de 2 a 20 segundos. As primeiras fotos não mostravam estrelas, apesar de elas retratarem a notável proeminência; mas, aparentemente, a nuvem aliviou para o fim da totalidade, e algumas imagens apareceram nas placas posteriores; [...] mas *uma placa* foi encontrada mostrando imagens relativamente boas de cinco estrelas, que eram adequadas para uma determinação.

Já no Brasil, o tempo estava bom no dia do eclipse. Foram geradas no total vinte e três placas fotográficas, dezenove proveniente de telescópio astrográfico e oito de lentes de quatro polegadas. Assim como na expedição da Ilha do Príncipe, nem todas as imagens registradas puderam ser utilizadas.

As fotos obtidas com o primeiro [o telescópio astrográfico] eram desapontantes. Apesar de o número total de estrelas esperadas (cerca de 12) ser mostrado, e várias placas serem obtidas, a definição das imagens foi danificada por alguma razão, provavelmente distorção do espelho coelostat devido ao calor da luz do Sol recaindo sobre ele (EDDINGTON, 1953, p. 117, tradução nossa)

Sobre os resultados das expedições, haviam três resultados possíveis. Um resultado era que não houvesse deflexão nenhuma. Outra opção era que as fotografias mostrassem uma “meia deflexão”, ou seja, a previsão primeira previsão feita por Einstein em 1911 – também conhecido

²⁰ Armistício de Compiègne, tratado assinado em 11 de novembro de 1918 entre os Aliados e a Alemanha prévio ao tratado de Versalhes.

como “valor newtoniano”²¹, que corresponde à metade do valor previsto por ele em 1916. A última, uma deflexão completa, comprovaria a teoria de Einstein.

Contudo, é possível questionar essa tricotomia de possibilidades. Uma deflexão maior do que a do “valor newtoniano” poderia ser explicado por outras hipóteses, como por exemplo a presença de uma atmosfera refrativa ao redor do Sol. Ao analisar observar apenas as duas previsões, “a ‘falsa tricotomia’ implicava que qualquer deflexão maior do que o valor de Newton (0,87”) deve ser devida ao efeito de Einstein” (SPONSEL, 2002, p. 442, tradução nossa)

Com as primeiras análises parciais feitas na Ilha de Príncipe, podemos perceber que dois dos resultados dessa “tricotomia” eram possíveis:

O professor Eddington explicou que a observação tinha sido parcialmente viciada pela presença de nuvens, mas as placas já medidas indicaram a existência de uma deflexão intermediária entre os dois valores teoricamente possíveis 0,87” e 1,75”. Ele esperava que, quando as medidas fossem concluídas, o último número provaria ser verificado (EDDINGTON e COTTINGHAM *apud* KENNEFICK, 2012, tradução nossa)

Além dos problemas decorrente das lentes astrográficas de Sobral e do mal tempo em Príncipe, a análise das chapas fotográficas brutas apresentava diversas dificuldades técnicas que poderiam influenciar diretamente no valor medido. Dentre essas dificuldades, o principal desafio era alinhar de forma correta as chapas que fotografaram o eclipse e as chapas tiradas como um “controle”, ou seja, chapas que fotografaram o céu a noite para ter um parâmetro da posição relativa das estrelas²².

Devido às dificuldades de análise – além de a equipe de Sobral ter passado dois meses no Brasil para a obtenção das placas de controle – foi apenas quase seis meses após o eclipse que ocorreu uma reunião conjunta entre a Royal Astronomic Society e a Royal Society para

²¹ Essa previsão foi chamada de “valor de Newton” por Eddington, o que também acabou por ocultar parte do desenvolvimento da teoria da relatividade geral (KENNEFICK, 2012). Portanto, aqui trataremos esse valor como o previsto em 1911 por Einstein – e não simplesmente como “valor de Newton” – para ressaltar esse desenvolvimento. Contudo, é importante ressaltar que essa definição dada por Eddington é fundamental posteriormente quando a notícia sobre os valores de deflexão da luz foram publicados para o público amplo em jornais da época.

²² A própria obtenção dessas placas de controle foi complexa: a equipe de Sobral permaneceu dois meses após o eclipse no local para que essas fotografias fossem realizadas, já que era necessário que o Sol se afastasse do aglomerado de Híades – cujas estrelas foram utilizadas para medir uma possível deflexão. Mesmo assim, devido ao movimento da Terra, haviam aberrações estelares distintas entre as placas do eclipse e as placas de controle, mas essa complicação foi resolvida calculando teoricamente a diferença pela equipe e fazendo as devidas correções.

que os resultados da expedição fossem apresentados. A reunião ocorreu no dia 6 de novembro de 1919, presidida por J. J. Thompson.

Sendo o primeiro a falar, Dyson inicia explicando qual era o intuito das expedições, já que elas “eram desconhecidas para quase todos” (STANLEY, 2003, p. 78, tradução nossa), e finaliza dizendo que, “[a]pós um estudo cuidadoso das placas eu estou preparado para dizer que não pode haver dúvida que elas confirmam a predição de Einstein. Um resultado muito definitivo foi obtido de que a luz é defletida de acordo com a lei da gravitação de Einstein” (THOMPSON, 1919, p. 391, tradução nossa). A fala de Dyson foi a primeira da reunião à confirmar os dados obtidos pelas expedições, seguido de Crommelin e, logo em seguida, Eddington.

Caminhando para o final de seu discurso, Eddington dedica algumas palavras para explicar aos seus colegas o significado dos dados obtidos.

Ele aponta para o maior dos dois possíveis valores da deflexão. A interpretação mais simples da flexão do raio é considerá-lo como um efeito do peso da luz. Sabemos que momento é levado no caminho de um feixe de luz. A gravidade em ação cria momento em uma direção diferente da do caminho do raio e, portanto, faz-se dobrar. Para o meio efeito nós temos que assumir que a gravidade obedece a lei de Newton; para o efeito total que foi obtido nós precisamos assumir que a gravidade obedece a nova lei proposta com Einstein. (THOMPSON, 1919, p. 393, tradução nossa)

É possível perceber a necessidade dessa explicação feita por Eddington quando, mais a frente na reunião, Thompson inicia o período de debates dizendo que o peso que aqueles fatos apresentados tem para a física pode ser difícil de que a platéia assimile completamente (THOMPSON, 1919). Quando nos lembramos do contexto social que a Europa vivia durante a Primeira Guerra, ressaltando a propaganda britânica contra os prussianos e o bloqueio que os cientistas alemães sofreram, fica claro porque, mesmo entre seus pares, Dyson, Crommelin e Eddington necessitaram de um discurso descritivo desses. “Ainda não há evidências de que, antes de 1919, muitos físicos britânicos apreciavam a relatividade geral” (EARMAN e GLYMOUR, 1980, p. 50, tradução nossa).

No debate, um dos principais pontos discutido foi a ausência de desvio para o vermelho na espectroscopia. Fowler, presedente na época da Royal Astronomical Society, foi o primeiro a falar, seguido por Lindermann, Newall e Silberstein.

Ludwick Silberstein, o *advocatus diaboli*, apresentou as *animadversiones*: “Não é científico afirmar para já que a deflexão, cuja realidade admito, resulta da gravitação”. A principal objecção era a ausência de evidências para o desvio para o vermelho: “Se o desvio continuar não demonstrado, como actualmente, a teoria inteira colapsará. Apontando para o retrato de Newton, [...] Silberstein admoestou a congregação: “É nosso dever para com o grande homem preceder cuidadosamente ao modificar ou retocar a sua lei da gravitação” (PAIS, 1993, p. 374-375)

Apesar das críticas, o resultado das expedições tiveram um efeito enorme tanto dentro como fora da comunidade científica.

Já dia seguinte, dia 7 de novembro, o jornal londrino *The Times*²³ publicou, entre os termos do Tratado de Versalhes, o processo de reconstrução da Europa após a guerra, questões trabalhistas, a destruição da França, a seguinte notícia: *REVOLUTION IN SCIENCE / NEW THEORY OF THE UNIVERSE / NEWTONIAN IDEAS OVERTHROWN*. “Nesta edição do *Times* de Londres encontramos a primeira notícia dada a um mundo devastado pela guerra dos acontecimentos nas reuniões conjuntas das sociedades no dia anterior” (PAIS, 1993, p. 373).

Figura 7 – Fotografia da manchete publicada pelo jornal *The Times* no dia 7 de novembro de 1919²⁴

Nessa primeira publicação no jornal o que estava escrito era basicamente um resumo da reunião que ocorrera no dia anterior. Contudo, pelos próximos dias, o foco das reportagens foi

²³ Para que não ocorram equívocos com o jornal americano *The New York Times*, chamarei aqui ambos por seus nomes completos.

²⁴ Disponível em <https://tinyurl.com/y8kfoz2c>. Acesso em mar. 2018.

outro. Principalmente nos Estados Unidos e no Reino Unido, diversas matérias visavam explicar para o público o que era a teoria da relatividade (tanto a restrita quanto a geral) e qual era a suposta “revolução na ciência”.

Juntamente com a divulgação mundial dos resultados por parte dos jornais, ocorria também o processo de aceitação da teoria por parte da academia. Vamos tratar primeiramente desse segundo ponto, para posteriormente retomarmos sobre o papel da mídia na divulgação das teoria de Einstein.

4.4 Academia aceitando a teoria da relatividade geral

Iniciamos essa seção com uma pergunta: o que leva uma determinada teoria nova a ser considerado parte do conhecimento estabelecido? Essa é uma questão complexa, sendo que, aqui, não pretendemos nos aprofundar em toda essa complexidade. Vamos nos apoiar em principalmente em dois trabalhos, o do Brush (1999) e do Kelves (2005).

Na literatura da áreas, existem várias teorias históricas que analisam como se dá a recepção de uma teoria. Brush (1999, p. 185, tradução nossa) nos diz que:

“Estudos de recepção” forma um gênero reconhecido na pesquisa histórica. Utilizando uma base de dados eletrônica, o *Isis Cumulative Bibliography of the History of Science*, pode-se recuperar facilmente centenas de tais estudos. A maioria deles trata de uma de apenas três teorias: evolução darwiniana, psicanálise freudiana e a relatividade einsteiniana.

Apesar do estudo de Brush não ser recente, podemos perceber que sua percepção continua apurada. Utilizando o IsisCB Explore, em uma pesquisa rápida pelo termo “reception study”, encontramos quase 300 resultados, dos quais variam entre artigos, livros, teses, entre outros. Embora os temas das publicações mais atuais não sejam exatamente como Brush nos disse – encontramos trabalhos sobre Kepler, Galileu, Newton e outros cientistas que não se enquadram na tríade comentada pelo autor – ainda assim podemos ver que principalmente os estudos de recepção acerca dos trabalhos de Darwin continuam em voga.

A teoria da relatividade – tanto geral quanto restrita – não foi automaticamente aceita pela comunidade científica. Em primeiro lugar, no caso da teoria da relatividade geral, devido à Primeira Guerra, ter acesso aos textos originais de Einstein não era uma tarefa simples para

cientistas fora da Tríplice Aliança. Em segundo lugar, Brush (1999, p. 190, tradução nossa), argumenta que é preciso levar em consideração que “físicos julgam a nova teoria não apenas pelos seus próprios méritos, mas também baseados em seus próprios gostos ou desgostos por mudanças radicais no geral”.

Brush (1999) nos apresenta três fatores principais para aceitação da teoria: fatores empíricos, sociais e estéticos, sendo que eles não são independentes entre si.

Sobre os fatores empíricos, é interessante notar que o caso das fotografias do eclipse de 1919 servem para nos mostrar se a comunidade científica atribui mais credibilidade a uma teoria cujos resultados fornecem uma previsão de um evento ainda a ser observado, ao invés de explicar fato já previamente conhecido.

Há uma grande quantidade de literatura científica e popular que menciona o teste do eclipse da teoria de Einstein, e alguns deles nos permitem julgar o peso atribuído à previsão de flexão de luz em comparação com os outros dois testes. Então, pode-se perguntar se a deflexão de luz forneceu melhor evidência para a teoria de Einstein do que a órbita de Mercúrio, *porque* era uma nova previsão (BRUSH, 1999, p. 196, tradução nossa)

As discrepâncias empíricas e teóricas da órbita de Mercúrio já eram conhecidas por décadas mas, mesmo assim, as teorias que a explicavam a partir da mecânica celestial newtoniana continuavam a apresentar falhar ou soluções acrescentadas *ad hoc*. Mesmo assim, a teoria da relatividade geral poderia ser tratada como uma boa explicação para a precessão do periélio de Mercúrio, mas a precisão da deflexão da luz não havia, de maneira geral, sido prevista anteriormente.

Porém, mesmo assim, para a comunidade acadêmica não levou apenas esse fator em consideração. Não era apenas um experimento que, por sinal, não poderia ser reproduzido durante muitos anos, que influenciou na aceitação da teoria, mas com certeza é um fator contribuinte. Dessa forma, de acordo com Brush (1999), o principal valor atribuído à predição do resultado do eclipse é publicidade e a possibilidade de realizar o experimento que, se não fosse realizado em maio de 1919, poderia demorar muitos anos para ser feito. Kevles (2005), por outro lado, atribui grande peso às expedições para a aceitação da teoria da relatividade geral, como já citamos anteriormente na **Seção 4.2**.

Kevles (2005, p. 118, tradução nossa) nos aponta alguns sobre influência de certos fatores sociais para essa aceitação. Ele argumenta que o fato das expedições ocorrerem logo

após o fim da Primeira Guerra foi um fator contribuinte, pois as nacionalidades em questão eram simbólicas.

Os cientistas ingleses o admiravam por não ter assinado o manifesto dos noventa e três professores alemães, e alguns, incluindo Eddington, apreciava o fato de que a teoria de um físico na Alemanha havia sido confirmada por observações inglesas, que consideravam um augúrio para a restauração das relações científicas internacionais.

O terceiro fator, e talvez o mais distinto dos aspectos citados até então, é a questão da estética da teoria. Essa é uma visão de que, se uma teoria é bela, ela possui um valor intrínseco, pode ser vista na declaração de Dirac (1988, p. 21, tradução nossa)

Tenho estado muito interessado nas palestras dadas pelos historiadores nos vários simpósios de Einstein, que me permitem compreender melhor as lutas de Einstein e também sua apreciação da necessidade de beleza no fundamento matemático. Einstein parecia sentir que a beleza na base matemática era mais importante, de uma maneira muito fundamental, do que concordar com a observação

Einstein, mais de dez anos após as expedições, também concordaria com isso, ao dizer que a “[n]ossa experiência atual nos justifica em termos a certeza de que na Natureza se realiza o ideal da simplicidade matemática” (EINSTEIN, 1934, p. 167, tradução nossa).

Com esses três fatores, Brush (1999) desenvolve como a teoria foi aceita em três estágios: o primeiro deles dá-se quando alguns físicos, incluindo Eddington, adotam a teoria da relatividade *restrita* devido à sua beleza estética e sofisticação matemática. No segundo estágio, a aplicação dela para tratar de problemas pertinentes na época, como o comportamento do elétron. Por fim, futuramente, com a confirmação da predição da deflexão da luz e, tendo em vista, o contexto social no qual a Europa se encontrava, mesmo físicos “que não haviam previamente aceitado a relatividade agora [...] eram persuadidos de sua validade por uma combinação de fatores” (BRUSH, 1999, p. 208, tradução nossa) e a atenção do público mais amplo foi atraída.

E justamente sobre essa atenção e como a mídia divulgou os resultados, em três países de importância no contexto da criação da imagem do Einstein, que será assunto da próxima seção.

4.5 Einstein, imprensa e fama

Vamos agora retornar aos últimos parágrafos da **Seção 4.3** e nos aprofundar em como foi a repercussão midiática acerca da teoria da relatividade geral. Abraham Pais, em *Sutil é o Senhor*, diz que em “7 de novembro de 1919 começava a lenda de Einstein” (PAIS, 1993, p. 375) e dedica a próxima parte de seu livro ao “nascimento de uma lenda”. Contudo, precisamos levar em consideração como esse “nascimento” se deu, principalmente analisando o contexto social no qual as notícias foram veiculadas.

Dessa forma, dividiremos nossa avaliação acerca dessa temática a partir de como a divulgação do resultado das expedições de 1919 ocorreu em diferentes países.

4.5.1 A recepção britânica

Iniciando pelo Reino Unido, precisamos reafirmar alguns pontos já explanados anteriormente para que fique evidente o contexto que a população estava e seu contato prévio com a teoria de Einstein.

A primeira reportagem sobre os resultados das expedições foi lançada no dia 7 de novembro de 1919, poucos meses após o fim da guerra. Durante a Primeira Guerra, como já comentamos na **Seção 4.2**, os prussianos eram fortemente desvalorizados – para não dizer “odiados” – graças à propaganda de guerra inglesa, incluindo a sua ciência. Além disso, como já foi longamente explicitado na **Seção 4.3**, nem mesmo os astrônomos britânicos haviam apreciado por completo a teoria da relatividade geral.

Assim, a notícia lançada pelo jornal *The Times* foi um dos primeiros contatos que a população britânica teve com a teoria de Einstein – e não só com a teoria, mas com o cientista em si.

Mas e sobre o estranho desafiante do reino de Newton? Nesse momento muitos leitores provavelmente estavam se perguntando, quem é esse Einstein afinal de contas? No dia anterior houve apenas uma referência de passagem ao “famoso físico Einstein” – nem o seu primeiro nome foi mencionado! (CRELINSTEN, 1980, p. 116, tradução nossas)

Contudo, a publicação do “Revolution in Science” não foi o primeiro contato dos londrinos com as expedições. Sponsel, em seu artigo *Constructing a ‘revolution in science’: the campaign to promote a favourable reception for the 1919 solar eclipse experiments*, nos mostra como esse texto, na verdade, é uma culminação de uma longa cobertura feita anteriormente pela *The Times* sobre o andamento das expedições. Sponsel (2002, p. 445, tradução nossa) nos diz

Ao invés de ser um caso inexplicável de presciência editorial, era esperada a cobertura do *The Times* da reunião conjunta dada a natureza de suas reportagens prévias das expedições do eclipse. Embora o artigo “Revolution in Science” tenha sido geralmente identificado como um símbolo pungente da vívida resposta do público ao anúncio da reunião, seria mais preciso vê-lo como uma conclusão lógica da cobertura extensiva do *The Times* acerca das expedições da JPEC [Joint Permanent Eclipse Committee]

Ainda acerca da cobertura prévia feita pelo *The Times*, Sponsel nos diz que ela ocorreu no decorrer de dez meses antes da notícia dos resultados obtidos. A primeira notícia sobre as expedições foi publicada no dia 13 de janeiro de 1919 e nela continha que “o astrônomo real, Sir Frank Dyson, organizou de enviar Dr. Crommelin e Sr. Davidson, da equipe do Observatório de Greenwich, para o norte do Brasil para observar o eclipse que acontecerá no final de Maio” (THE TIMES *apud* SPONSEL, 2002, p. 444, tradução nossa). Em abril, foi divulgado no jornal o motivo das expedições, sob o subtítulo “Um problema de física”.

É interessante notar que os textos publicados sobre a expedição não continham o nome de seu autor. Porém, em alguns arquivos do *The Times* é possível encontrar “cópias marcadas” que indicam que membros do comitê conjunto, como Dyson e seu assistente Henry Park Hollis, foram os autores dos textos publicados antes do “Revolution in Science”. “O arquivo do *The Times* cita cinco fontes diferentes para sua cobertura antes da reunião conjunta; o que permanece constante é o fluxo constante de informações sobre as expedições dos astrônomos para os agentes do jornal” (SPONSEL, 2002, p. 446, tradução nossa).

Porém, o “Revolution in Science” não foi escrito por um astrônomo, mas sim pelo zoologista Peter Chalmers Mitchell. Mitchell que, assim como Eddington e Einstein, era um entusiasmado internacionalista. Dessa forma, ele compartilhava do desejo de Eddington de ressaltar a vitória que era uma expedição britânica confirmar uma teoria alemã no final de uma guerra.

Com essa cobertura prévia realizada, a questão posta era se as expedições produziria resultado e, se sim, qual resultado. Assim, logo no dia seguinte à reunião conjunta da Royal Society e da Royal Astronomical Society, foi publicado o “Revolution in Science”.

Alguns pontos são interessantes de ser notados acerca da publicação do dia 7 de novembro. O primeiro deles se dá no final do segundo parágrafo, onde está escrito que “houveram diferenças de opinião [na reunião do dia anterior] se os cientistas tinham que encarar simplesmente um novo e não explicado fato, ou contar com uma teoria que iria revolucionar completamente os fundamentos da física” (THE TIMES, 1919a, p. 12, tradução nossa).

Isso nos remete ao que já dissertamos anteriormente: a teoria de Einstein não foi automaticamente aceita pela comunidade científica, embora as tentativas de Eddington. “Ele [Eddington] também podia estar seguro em saber que ele fez todo o possível para preparar a audiência a aceitar algum grau de deflexão maior que 0,87” como uma evidencia crucial a favor de sua teoria valiosa” (SPONSEL, 2002, p. 452, tradução nossa).

Outro ponto que queremos aqui ressaltar acerca da primeira notícia veiculada pelo *The Times* se refere a uma suposta incompreensibilidade da teoria²⁵. No final da sua segunda seção do texto, comenta-se que o efeito observado poderia ser causado por uma atmosfera solar desconhecida, mas que “nenhum orador teve sucesso em dar uma declaração não-matemática clara da questão teórica” (THE TIMES, 1919a, p. 12, tradução nossa).

Uma pequena biografia de Einstein foi publicada pelo jornal no dia seguinte a “Revolution in Science”. Entitulada “Einstein’s Great Discovery”, a biografia iniciava da seguinte forma:

Dr. Albert Einstein, cujas descobertas astronômicas foram descritas na reunião da Royal Society de quinta como as mais notáveis desde a descoberta de Netuno, e como propondo uma nova filosofia para o universo, é um judeu suíço, quarenta e cinco anos [sic]. Ele foi durante um tempo professor de Física Matemática na Politécnica de Zurique, e então professor em Praga (THE TIMES, 1919b, p. 3, tradução nossa)

²⁵ Retornaremos a esse ponto com mais detalhes quando formos falar sobre a recepção da teoria da relatividade geral nos Estados Unidos.

Figura 8 – Início da biografia de Einstein publicada 8 de novembro de 1919 pelo *The Times*²⁶

É interessante notar que a imagem de Einstein era a de um cientista suíço, ao invés de um alemão. Algumas semanas após a publicação de “Revolution in Science”, o *The Times* publicou um texto que o próprio Einstein escreveu, no qual ao final ele comenta a biografia publicada no dia 8 de novembro.

Por uma aplicação da teoria da relatividade para a apreciação dos leitores, hoje na Alemanha sou chamado de um homem alemão da ciência, e na Inglaterra eu sou representado como um judeu suíço. Se eu chegar a ser considerado uma bête noire, as descrições seriam invertidas, e eu me tornarei um judeu suíço para os alemães e um homem alemão da ciência para os ingleses! (EINSTEIN *apud* CRELINSTEN, 1980, p. 117-118, tradução nossa)

A quantidade de artigos publicados, antes e depois do anúncio, nos aponta uma parte da estratégia utilizada por Eddington e Dyson para que a teoria de Einstein fosse aceita. Dirac (1988, p. 19, tradução nossa), futuramente, nos diria que “Eddington era muito bom em exposições populares. Ele tinha um grande talento para isso, e ele aplicava seu talento para explicar as fundações da teoria da relatividade para o público geral”

Para que o experimento obtivesse mais credibilidade, era necessário que ele fosse visto, não só pela academia, mas pela população mais ampla como um experimento crucial. Eddington ajudou a preparar a audiência britânica para receber os resultados da expedição, mostrando a importância de reconhecer as dinâmicas sociais na transmissão do conhecimento científico. “Os cientistas e o público construíram seu trabalho em 1919 como válido e significativo porque ele demonstrou talento para influenciar a compreensão de seu público

²⁶ Disponível em <https://tinyurl.com/ydalou5s>. Acesso em mar. 2018

acerca da teoria relevante e prática experimental, e a habilidade em retratar seus experimentos como decisivos” (SPONSEL, 2002, p. 466, tradução nossa).

Os artigos publicados pelo *The Times* possuíam duas características semelhantes com artigos publicados nos Estados Unidos – sobre os quais dissertaremos a seguir: a primeira é uma inclinação para apresentar a teoria de Einstein em termos de conflito (no londrino, a briga era Einstein e Newton; no americano, entre os Estados Unidos e a Alemanha). A segunda característica é a respeito da incompreensibilidade da teoria, criando assim um mito a respeito dela.

4.5.2 O mito da teoria e o mito de Einstein: a recepção nos Estados Unidos

A notícia sobre o resultado das expedições chegou aos Estados Unidos no dia 10 de novembro de 1919, quando o *The New York Times* publicou um artigo “Luzes todas tortas non céus”, em tradução livre. Marshall Missner possui um excelente artigo, *Why Einstein Became Famous in America* (1985), no qual ele defende a tese de que em primeiro lugar foi a teoria da relatividade geral em si que se tornou famosa e, por conseguinte, foi desenvolvida a curiosidade acerca de Einstein.

Missner nos aponta um fator interessante e crucial para compreendermos o porquê da teoria ter se tornado famosa: a linguagem e a escolha certa das palavras que foram veiculadas pelos jornais.

Nos primeiros relatórios, certas frases e termos foram utilizados repetidamente, e eles formaram um núcleo no qual quase todos os artigos subsequentes se basearam. Essas frases foram marcantes em parte porque elas não continham termos técnico não familiares. Em discussões sobre outras grandes conquistas científicas do século vinte, encontram-se termos como “complementariedade”, “quantum”, “quark” e “dupla hélice”, e esses termos são muito arcanos para gerar um forte impacto (MISSNER, 1985, p. 269, tradução nossa)

Assim, os termos utilizados, como “espaço curvo” ou “revolução”, eram familiares o suficiente para que o público ficasse instigado com elas. Missner cataloga diversas palavras e expressões que foram utilizadas na divulgação da teoria da relatividade geral, que por fim geravam esse interesse, seja pelo aspecto paradoxal das expressões ou do significado que elas apresentavam no contexto pós-guerra. Ele lista as seguintes palavras como sendo a base para a

construção de uma imagem da teoria: revolução; relatividade; destruidor do espaço e tempo; quarta dimensão, espaço curvo e universo finito; sonhos; doze homens.

Essas seis expressões merecem ser um pouco mais explicadas aqui, para entendermos a imagem construída da teoria. O termo “revolução” é oriundo do artigo original do *The Times*, mas no contexto americano ele possuía um significado peculiar. “Até aqueles que não aceitaram a teoria concordaram que ela tinha características revolucionárias. Um crítico a chamou de ‘bolchevismo na ciência’. Protestos de outros [...] fizeram pouco para controlar a impressão de que uma mudança radical ocorrera na ciência” (MISSNER, 1985, p. 270, tradução nossa).

Sobre o termo “relatividade”, Missner (1985, p. 271, tradução nossa) nos diz que, embora o próprio Einstein futuramente tivesse se arrependido que não ter nomeado sua teoria de “princípio da covariância”, caso ele o tivesse feito

[...] ela teria muito menos impacto público. Estes nomes alternativos são termos técnicos que não têm qualquer ligação familiar a eles. Mas a "relatividade" é bem diferente, pois "relativa" tem um amplo uso comum, e a teoria da relatividade foi vista como indicando que, em certo sentido, as coisas são relativas.

A suposta destruição do espaço e tempo alarmou algumas pessoas, gerando um desconforto acerca da teoria de Einstein. No dia 3 de dezembro de 1919, o *The New York Times* publicou uma entrevista dada por Einstein ao jornal britânico *The Times*, onde ele, ao ser questionado sobre o significado da teoria da relatividade geral, explica que “[a]té agora acreditávamos que o tempo e o espaço existiam por si só, mesmo se não houvesse nada [...] enquanto agora nós sabemos que tempo e espaço não são receptáculos para o universo, mas não existiriam se não houvesse conteúdo” (EINSTEIN, 1919a, p. 19). Isso gerou a impressão de que o espaço e o tempo haviam se alterado, de que o mundo não era mais um lugar estável e que as pessoas que possuísem o conhecimento matemático necessário poderiam alterar o tamanho das coisas e os períodos de tempo (MISSNER, 1985).

Essa noção também está intimamente interligada com as próximas expressões – quarta dimensão, espaço curvo e universo finito. Apesar da teoria trazer uma “instabilidade” para o universo, esses três conceitos eram vistos com interesse, não necessariamente de uma forma negativa, mas sim como curiosidades bizarras (MISSNER, 1985)

Com uma teoria que “destrói o espaço e o tempo” e que possui curiosidades estranhas, a associação com sonhos foi realizada de maneiras diretas e indiretas.

Esses novos aspectos estranhos atribuídos ao universo pela teoria de Einstein sugeriram a vários comentaristas e críticos que a concepção do mundo pela pessoa comum é fundamentalmente equivocada. [...] Em vários relatos da teoria, há ainda a mais surpreendente, embora raramente afirmada, implicação de que não apenas nossa experiência desperta é ilusória, mas que nossa experiência onírica corresponde muito mais ao mundo como ele realmente é, de acordo com Einstein (MISSNER, 1985, p. 274, tradução nossa)

Apesar disso, talvez a expressão mais importante para a criação da imagem mítica da teoria e de Einstein é a dos doze homens. No artigo original do dia 10 de novembro de 1919 do *The New York Times*, um dos subtítulos que ele possui é “Um livro para 12 homens sábios”. Seu último parágrafo, após uma breve biografia sobre Albert Einstein, dizia que, quando “ele ofereceu seu último trabalho importante para os editores, ele os advertiu que não haviam mais do que doze pessoas no mundo todo que iriam entedê-lo, mas os editores correram o risco” (THE NEW YORK TIMES, 1919, p. 17). Einstein foi questionado diversas vezes sobre esse suposto grupo seletivo de doze seguidores que conseguiam entender sua teoria, mas apenas em 1921 ele negou a alegação de ter dado esse aviso aos editores²⁷.

Graças ao uso dessas expressões, é possível contruir uma imagem para a teoria. Primeiramente, ela não representa apenas uma descoberta nova, mas sim uma *revolução* na ciência e no senso comum, já que agora, através da *relatividade*, efeitos anteriormente inimagináveis poderiam ocorrer, efeitos que pareciam ter saído de *sonhos*, como *encurvar o espaço e o tempo* e talvez entrar na *quarta dimensão*. Contudo, era preciso ter cuidado, pois o lado sinistro da teoria era que ela era incompreensível para quem não fosse do seletivo grupo dos *doze homens* que conseguiam compreendê-la, e ela poderia *destruir o espaço e o tempo*.

Levando em consideração essa imagem, vamos analisar como ela se encaixa no contexto social que os Estados Unidos se encontrava no início da década de 1920. Com o crescimento do movimento bolchevique e apenas dois anos após a Revolução de Outubro de 1917, a notícia de uma revolução na ciência atraiu a atenção da população estadunidense. “Chamar a teoria de ‘bolchevismo na ciência’, como Charles Poor fez no *New York Times* em 16 de novembro de 1919, tornou explícita uma conexão que certamente já foi feita na mente de muitas pessoas” (MISSNER, 1985, p. 278, tradução nossa).

²⁷ De acordo com Missner (1985), das outras vezes que Einstein foi questionado sobre isso, ele enfatizava a dificuldade matemática de sua teoria e que seria difícil que leigos a entendessem.

Juntamente com o movimento da Ameaça Vermelha que acontecia no país, a xenofobia moldou a recepção popular à teoria no país. Diferentemente do sentimento de vitória e de reconciliação que ocorreu no Reino Unido, nos Estados Unidos a reação em partes foi de medo e hostilidade. Isso pode ser visto em um editorial do *The New York Times* publicado no dia 5 de abril de 1921:

Nós, hoje, em nossa luta com os conceitos de relatividade e aniquilação, somos fortalecidos por uma Constituição tão corrigida e aprimorada quanto a própria filosofia. [...] Como o professor EINSTEIN observa, o “homem da rua” sentiu as fundações da crença em convulsão. [...] É uma teoria interessante; mas para quem conhece o nosso homem da rua ela não é plausível. A verdadeira resposta é democracia. A própria Declaração de Independência é insultada pela afirmação de que há algo na Terra, ou no espaço interestelar, que pode ser entendida por apenas por uns poucos escolhidos. (THE NEW YORK TIMES, 1921, p. 18, tradução nossa).

Além disso, a suposta incompreensibilidade da teoria possuía uma característica que se encaixa com os padrões sociais e econômicos dos Estados Unidos. Missner (1985, p. 281, tradução nossa) nos resume bem essa característica nesse extrato: levando em consideração de que se “apenas 12 homens entendiam a teoria significava que se alguém obtivesse o conhecimento, se tornaria parte de um grupo especial. Em uma sociedade que proclama que todos são iguais, mas que enfatiza a competição e sucesso, grande esforço foi dedicado para estar à frente”

Missner ainda nos diz que, na época da publicação do editorial, o interesse público acerca da teoria da relatividade estava em declínio. Contudo, em abril de 1921, ocorreu a primeira visita de Einstein aos Estados Unidos²⁸, o que reacendeu esse interesse. “Naturalmente havia muita curiosidade acerca do homem que formulou a teoria da relatividade. Mas a atitude inicial certamente não foi a de reverência e adoração que se tornou familiar posteriormente” (MISSNER, 1985, p. 281, tradução nossa).

Juntamente com a comitiva sionista, as notícias sobre sua visita foram primeiramente divulgadas por um jornal judaico, enfatizando principalmente a imagem de Chaim Weizmann, na época presidente da Organização Sionista, e não a de Einstein. Os jornais, em um primeiro momento, “trataram Einstein como um membro interessante da delegação, mas não mais do

²⁸ A visita de Einstein aos Estados Unidos, na verdade, ocorreu por motivos sionistas, e não por propósitos acadêmicos. De acordo com Pais (1993), embora ele não fosse sionista, Blumenfeld – secretário-geral do executivo das organizações sionistas mundiais e amigo de Einstein – convenceu que ele viajasse juntamente com Weizmann para arrecadar fundos para a construção da Universidade Hebraica.

que Menahem Mendel Usishkin, outro proeminente sionista” (MISSNER, 1985, p. 283, tradução nossa).

Apenas posteriormente que os jornais convencionais iniciaram a divulgar sobre a visita da comitiva, mas colocando Einstein como personagem central dela. Dessa forma, a visita da comitiva sionista serviu para reviver a curiosidade da população estadunidense acerca de sua persona.

Vemos assim que a popularidade de Einstein nos Estados Unidos não foi de forma alguma algo inevitável, mas sim uma conjunção de fatores: iniciada pela imprensa britânica como uma forma de validação das expedições de Eddington e da própria teoria da relatividade geral, a propaganda em torno de sua imagem foi reforçada pela utilização dos termos corretos, em um momento de instabilidade entre guerras e com uma visita em um momento em que o interesse geral pela teoria estava iniciando uma queda.

Figura 9 – Notícia veiculada pelo *The New York Times* no dia 2 de abril de 1921 acerca da visita da comitiva sionista²⁹

EINSTEIN DUE TODAY; LEADERS AWAIT HIM

Mayor's Committee to Meet
Noted Scientist on His Ar-
rival at Quarantine.

BIG RECEPTION IN HOBOKEN

City's Official Welcome to Take
Place on Tuesday and Zionist
Greeting on April 10.

Para efeito de comparação, vamos agora analisar a recepção dos resultados obtidos pelas expedições de 1919 na Alemanha, onde o nome de Albert Einstein já era conhecido pela população antes mesmo das expedições.

²⁹ Disponível em <https://tinyurl.com/ybo8nwu3>. Acesso em mar. 2018.

4.5.3 Einstein e a Alemanha

A notícia do resultado a favor da teoria de Einstein chegou na Alemanha em um contexto diferente do contexto anglo-americano. Em contraste com esses locais, durante a Primeira Guerra o bloqueio de informações e a propaganda de guerra não foram fatores decisivos para que a população prussiana tivesse contato com a teoria da relatividade geral. “Mesmo antes, Einstein era mais conhecido como um cientista para o público em geral do que seus colegas, como evidenciado por uma crítica de uma série de palestras por ocasião do sexagésimo aniversário de Max Planck” (ELTON, 1986, p. 96, tradução nossa).

A crítica citada, publicada pelo *Vossische Zeitung* no dia 23 de julho de 1918 na segunda página do jornal, é intitulada *Das Weltbild des Physikers: Professor Einstein über des Motive des Forschung* [A Visão de Mundo dos Físicos: Professor Einstein Sobre os Motivos da Pesquisa]. Embora apenas uma palestra fosse dada por Einstein, o título nos mostra que, mesmo quase um ano antes do eclipse de maio de 1919 ocorrer, o nome de Einstein já possuía prestígio suficiente para figurar no título da crítica, sendo que seu autor sabia que, ao fazer isso, chamaria a atenção para que o público a lesse.

Einstein recebeu uma notícia sobre os resultados prévios das expedições em um telegrama enviado por Hendrik Lorentz que, assim como de Sitter, era holandês e por conta disso ainda conseguia ter contato com os físicos e astrônomos ingleses.

“[E]ddington encontrou o deslocamento de estrelas na borda do sol por enquanto entre nove décimos de segundo e o dobro” (LORENTZ, 1919, p. 167, tradução nossa). Foi a partir desse telegrama, enviado dia 22 de setembro de 1919, que Einstein teve seu primeiro contato com os primeiros resultados da expedição de Maio, ou seja, quase quatro meses após o eclipse e quando as placas fotográficas já estavam sendo analisadas em Greenwich.

Cinco dias depois, Einstein escreveu à sua mãe, iniciando a carta da seguinte maneira: “Querida mãe! Hoje uma boa notícia. H. A. Lorentz telegrafou para mim que as expedições inglesas realmente provaram a deflexão da luz ao sol” (EINSTEIN, 1919b, p. 170, tradução nossa).

Mesmo sem saber qual das duas previsões possíveis seria comprovada pelas expedições, no dia 9 de outubro Einstein escreveu uma pequena carta para a revista *Naturwissenschaften*, onde ele dizia que a expedição liderada por seu amigo inglês Eddington havia detectado uma

deflexão da luz entre 0,9” e 1,8”, sendo que sua previsão era de 1,7” (EINSTEIN, 1919c), que foi publicada oito dias depois.

É realmente notável que as primeiras notícias acerca do resultado de um importante experimento científico tenham sido publicadas em terceira mão baseada em um telegrama, e é ainda mais notável que ela tenha sido feita pelo Einstein, que é relatado em geral de ter quase uma indiferença para verificações experimentais de suas teorias (ELTON, 1986, p. 97, tradução nossa)

Além de publicar o telegrama de Einstein, a *Naturwissenschaften* a disponibilizou para o *Vossische Zeitung*. Dessa forma, o público alemão, tanto os cientistas quanto o público geral, possuíam informações preliminares acerca do resultado das expedições antes do anúncio oficial, diferentemente do público inglês e estadunidense.

Embora Pais (1993) nos diga que o início da lenda acerca de Einstein tenha iniciado no dia 7 de novembro de 1919, podemos perceber que o ritmo do desenvolvimento da fama de Einstein na Alemanha foi mais lento quando comparado com os outros locais que já analisamos. A notícia oficial dos resultados só foi publicada pelo *Vossische Zeitung* no dia 18 de novembro e ela se inicia remetendo às publicações anteriores feitas pelo jornal acerca das expedições inglesas.

Outro jornal da época, o *Frankfurter Zeitung*, que não havia feito uma cobertura sobre as expedições da mesma forma que foi realizada pelo *Vossische Zeitung*, publicou no dia 23 de novembro um artigo de duzentas palavras na primeira página escrito pelo Born – e aprovado por Einstein – acerca da teoria da relatividade, intitulado “Espaço, tempo e gravidade”. “Born inicia e termina o artigo se referindo aos experimentos britânicos, embora ele cite apenas a notícia de *Naturwissenschaften* como fonte dos resultados” (ELTON, 1986, p. 99, tradução nossa).

A primeira notícia que pode ser considerada sensacionalista nos jornais alemães foi publicada apenas em dezembro de 1919, quando o *Berliner Illustrierte Zeitung* dedicou a primeira página de seu jornal a uma foto de Einstein em uma pose pensativa, com uma legenda que dizia “Um novo gigante da história do mundo: Albert Einstein”. Ela “foi uma reação ao sensacionalismo da imprensa britânica e americana. Após isso, sem dúvida, Einstein se encontrou famoso também na Alemanha” (ELTON, 1986, p. 99, tradução nossa).

Figura 10 – Capa do *Berliner Illustrierte Zeitung* do dia 14 de dezembro de 1919³⁰

Mesmo assim, o tratamento dado pelas notícias veiculadas na Alemanha acerca da teoria da relatividade geral é distinto. Até mesmo as notícias que exaltavam a imagem de Einstein eram mais informativos e contidos e não apresentava as expedições em termos de antagonistas como no Reino Unido e nos Estados Unidos. Mas o mais relevante é que os jornais, devido à divulgação prévia dos resultados parciais, tentou tratar a teoria como algo compreensível, divulgando texto – como o do Born para o *Frankfurter Zeitung* – para que a população entendesse do que ela se tratava.

Provavelmente há hoje em dia mais trabalhos bons e populares acerca da relatividade do que sobre qualquer outro tópico científico, então é certamente correto falarmos sobre um mito, mas eu quero enfatizar que esses mitos não foram fomentados na Alemanha. Os excelentes artigos nos dois jornais aos quais me referenciei, as aulas populares de Born e outros, e acima de tudo o livro de Born mostra que os cientistas alemães realizaram tentativas sérias e bem-sucedidas para explicar a teoria (ELTON, 1986, p. 103, tradução nossa)

Diferentemente do contexto anglo-americano, as discussões acerca teoria da relatividade geral na Alemanha não eram de fundamentadas em questões científicas, mas principalmente graças ao sentimento antissemitista que crescia na época. Um grupo criado em 1920 chamado *Arbeitsgemeinschaft deutscher Naturforscher* [Associação de Naturalistas

³⁰ Disponível em <https://tinyurl.com/y7jf284c>. Acesso em mar. 2018.

Alemães] organizou uma reunião no dia 24 de agosto de 1920 com o objetivo de criticar a teoria da relatividade e “a alegada propaganda de mau gosto que o seu autor lhe fazia” (PAIS, 1993, p. 387).

Um dos grandes críticos da teoria e antissemita declarado era o físico Philipp Lenard. Em uma resposta à reunião escrita por Einstein ao jornal *Berliner Tageblatt*, Einstein defendeu sua teoria e fez uma crítica direta à Lenard.

Como um adversário pronunciado da teoria da relatividade entre os físicos de reputação internacional, eu teria que citar apenas Lenard. Eu admiro Lenard como um mestre da física experimental; mas ele ainda não produziu nada de notável em física teórica, e suas objeções à teoria geral da relatividade são de tal superficialidade que até agora não achei necessário respondê-las em detalhes (EINSTEIN, 1920, p. 1, tradução nossa)

Lenard fez diversas tentativas para tentar desmerecer a teoria da relatividade geral. Em outra reunião, ocorrida em setembro de 1920, na qual tanto Einstein quanto Lenard estavam presentes, Born diz que ocorreram ataques pessoais e antissemitas por parte de Lenard, além de em 1921 publicar no *Annalen der Physik* o artigo de 1801 de Johann Georg von Soldner, no qual ele previa um valor de deflexão da luz próximo ao valor inicial ao previsto por Einstein em 1911. Essa publicação foi uma tentativa de desmerecer a teoria de Einstein e transferir a prioridade da descoberta a Soldner (PAIS, 1993; STEFANINI, 2017).

Esses três casos por nós aqui apresentados – Reino Unido, Estados Unidos e Alemanha – nos mostra diferentes aspectos do processo de criação da imagem do Einstein. Poderíamos apresentar como se deu a recepção da teoria da relatividade geral em mais diversos locais³¹, mas entendemos que, ao apresentar esses três, já conseguimos uma base para discussão acerca da popularização de sua teoria.

Primeiramente, é possível perceber como a recepção da teoria e da persona de Einstein está intimamente interligada com o contexto social do país em questão. “Claramente o ‘estilo nacional’ da recepção, ou qualquer experiência social, está fortemente ligado à estrutura profissional de sua comunidade científica” (GLICK, 1987, p. 383, tradução nossa). Isso fica evidente quando comparamos a recepção da comunidade científica e, por consequência, das publicações em jornais, entre o Reino Unido e da Alemanha. Enquanto no primeiro temos parte

³¹ O volume 103 do *Boston Studies in the Philosophy of Science* (1987) dedica-se inteiramente a um estudo comparativo da recepção da teoria da relatividade em diversos países, como França, Japão, União Soviética, entre outros.

da comunidade científica participando das expedições do eclipse de maio de 1919 e tentando validar os dados lá obtidos e, por conseguinte, uma divulgação em termos de uma suposta rivalidade entre teorias e exaltação da cooperação internacional, na Alemanha nós observamos uma divulgação iniciada anteriormente e mais concisa, embora o contexto social do crescimento do sentimento antissemitista tenha influencia no aceitação da teoria por parte da comunidade científica.

Outro ponto interessante é percebermos a linguagem utilizada pelos jornais, que propiciou a popularização da teoria. A própria natureza da linguagem mais comum que a relatividade possuía em comparação com outras descobertas científicas do início do século XX permitia que os cientistas participassem de forma mais próxima de vários aspectos da discussão jornalística e “popular” (GLICK, 1987).

Mas a participação dos cientistas nas discussões não era garantia de que a população mais ampla compreendesse o que ela dizia. Em partes, a questão da incompreensibilidade – e dos doze homens no contexto estadunidense – foi fundamental para a criação da mítica em torno da imagem de Albert Einstein. Não só no âmbito popular, mas também dentro da própria academia.

A teoria de Einstein não foi baseada empiricamente, mas a experiência a confirmou. A disjunção entre a formulação abstrata e as provas observacionais explicava tanto o sentimento de admiração por parte daqueles cientistas que Einstein convenceu e repugnou - incompreensão - daqueles que se opunham a isso (GLICK, 1987, p. 387, tradução nossa)

Na Alemanha o cenário era diferente. A incompreensibilidade da teoria de Einstein não era um fator de relevância na sua divulgação, mas mesmo assim os jornais iniciaram a publicar conteúdos considerados sensacionalistas devido à influência das publicações anglo-americanas (ELTON, 1986).

Com o caso da Alemanha, percebemos como essa imagem de Einstein, já iniciada a ser construída mesmo antes das expedições de 1919, foi influenciada pelas notícias sensacionalistas estrangeiras, pois “se Einstein tivesse sido tratado no exterior com a mesma responsabilidade que foi tratado na Alemanha no final de 1919 e no início de 1920, sua fama não poderia ter crescido além daquela que foi apropriadamente concedida a um grande cientista” (ELTON, 1986, p. 103, tradução nossa).

Porém, precisamos nos lembrar que uma determinada ideia não consegue se manter a não ser que seja constantemente reformulada, assim como já discutido previamente nos **Capítulos 2 e 3**. Assim, buscamos nos próximos capítulos analisar se essas constantes manutenções se perpetuam até a atualidade, nos focando em um anúncio feito no início de 2016, que rendeu o premio Nobel de Física de 2017 e está intimamente relacionado com os trabalhos em relatividade.

5. Uma breve história sobre a busca por ondas gravitacionais

No dia 11 de fevereiro de 2016 foi oficialmente anunciado a primeira detecção das ondas gravitacionais. A detecção ocorreu no dia 14 de setembro de 2015 no Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*, ou conhecido como LIGO), observatório esse fundado inicialmente pela Fundação Nacional da Ciências (NSF), órgão governamental estadunidense, e financiado pelo Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech) e pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT).

Embora a detecção tenha ocorrido quase três meses antes, no dia 11 o diretor executivo do LIGO, David Reitze, anunciou que a equipe do observatório havia detectado ondas gravitacionais provenientes da fusão de dois buracos negros. No mesmo dia do anúncio foi publicado o artigo *Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger*, onde os dados observacionais são explicitados.

Contudo, é interessante notar a maneira pela qual o artigo se inicia: “Em 1916, o ano após a formulação final das equações de campo da relatividade geral, Albert Einstein previu a existência de ondas gravitacionais. Ele descobriu que as equações aproximadas para campos fracos tinham uma solução ondulatória” (ABBOTT et al., 2016, p. 1, tradução nossa).

Em todo o mundo, o anúncio feito pelos pesquisadores do LIGO obteve um forte impacto. Pesquisadores internacionais com grande renome e reconhecimento popular, como Neil DeGrasse Tyson e Stephen Hawking, por exemplo, realizaram diversas falas sobre o assunto, várias delas facilmente encontradas em plataformas digitais.

Porém, para compreendermos a importância que essa detecção teve para a comunidade científica e o porquê de ter sido amplamente divulgada nos meios de comunicação, precisamos primeiro entender o que isso significa e como a ideia de ondas gravitacionais surgiu.

5.1 Teorias da relatividade restrita e geral unidas

Podemos entender as ondas gravitacionais como uma consequência direta da teoria da relatividade, tanto a restrita quanto a geral. Temos, na relatividade restrita, que para “velocidades acima da luz, nossas considerações se tornam inúteis; incidentalmente, encontramos nas seguintes considerações que a velocidade da luz em nossa teoria desempenha fisicamente o papel de velocidades infinitamente altas” (EINSTEIN, 1905, p. 903, tradução nossa). Já da teoria da relatividade geral, nós temos que

Nós vemos a aparência de um campo gravitacional ligado a uma variabilidade espaço-temporal de $g_{\sigma\tau}$. Também no caso geral, no qual não podemos mais aplicar a relatividade especial a uma região finita por meio de uma escolha adequada de coordenadas, vamos ter de aderir à visão de que $g_{\sigma\tau}$ descreve o campo gravitacional.

De acordo com a teoria geral da relatividade, a gravitação, portanto, desempenha um papel importante em comparação com o resto, especialmente as forças eletromagnéticas, em que as 10 funções $g_{\sigma\tau}$ representando o campo gravitacional também determinam as propriedades métricas do espaço de medição quadridimensional (EINSTEIN, 1916a, p. 779, tradução nossa)

Collins (2004) nos apresenta uma maneira de se visualizar qual seria a função das ondas gravitacionais: caso o Sol ejetasse massa de tal maneira que o seu núcleo permanecesse na mesma posição relativa à Terra nesse primeiro momento, quanto tempo demoraria para a Terra “perceber” a alteração sofrida na força gravitacional? Como pela teoria da relatividade geral nada pode viajar mais rápido do que a luz no vácuo, nós precisamos “pensar em algo como uma onda, uma onda gravitacional, que transmite a informação que a forma do espaço-tempo está mudando” (COLLINS, 2004, p. 67, tradução nossa).

Einstein também havia percebido essa consequência das teorias e, embora não tenha sido o primeiro a propor algo que apontasse para a ideia de ondas gravitacionais (KENNEFICK, 1999, 2007; COLLINS, 2004), ele foi o primeiro a, de forma concreta, descrever a sua existência dentro de uma teoria de campo relativística em um artigo publicado em 1916 – mesmo ano em que publicou a teoria da relatividade geral – pela Academia Real de Ciência da Prússia. Einstein, logo na introdução do artigo, nos diz que pretende mostrar “que esses $\gamma_{\mu\nu}$ podem ser calculados analogamente aos potenciais retardados da eletrodinâmica. Segue-se então que os campos gravitacionais se propagam à velocidade da luz. Vamos investigar as ondas

gravitacionais e sua origem após esta solução geral” (EINSTEIN, 1916b, p. 688, tradução nossa).

Outro trabalho importante acerca das ondas gravitacionais produzido por Einstein foi juntamente com Nathan Rose, intitulado *On the Gravitational Waves*. Embora no artigo publicado eles cheguem a uma solução exata para as equações da relatividade geral e que “o problema se reduz às ondas cilíndricas usuais no espaço euclidiano” (EINSTEIN e ROSEN, 1937, p. 43, tradução nossa), essa não era nem a intencionalidade original do artigo e nem foram os primeiros a concluir que existia uma solução rigorosa para um campo gravitacional ondulatório (KENNEFICK, 2007).

Ao tentarem achar soluções para ondas gravitacionais planas, Rosen e Einstein perceberam que eles teriam que inserir singularidades ao longo da resolução. Como o objetivo era encontrar uma solução *exata e rigorosa* para o problema, eles então “sentiram que poderiam mostrar que não eram possíveis soluções periódicas para as equações. Em vez de uma solução para as equações de Einstein, eles tinham uma prova de inexistência de soluções representando ondas gravitacionais” (KENNEFICK, 2007, p. 85-86, tradução nossa). Porém, ao receber os argumentos enviados por Howard Percy Robertson acerca de trabalhar com a métrica em coordenadas cilíndricas, uma solução era encontrada, descrevendo ondas cilíndricas³².

Desde a publicação da teoria da relatividade geral e antes mesmo da publicação de *On the Gravitational Waves*, boa parte do desenvolvimento matemático a partir da relatividade foi trabalhado por uma comunidade mista de relativistas, não formada exclusivamente por físicos. Na primeira década, diversos pesquisadores trabalharam sobre as consequências que a teoria da relatividade traria, mas com o crescimento da mecânica quântica, que possuía um campo experimental mais amplo, a “comunidade física do tempo, passionavelmente envolvida com a mecânica quântica, considerava os relativistas como marginais” (LICHNEROWICZ, 1992, p. 103, tradução nossa).

Embora a teoria da relatividade geral tivesse demonstrado o seu valor de diversas formas, como no próprio caso da deflexão de raios de luz na proximidade de corpos massivos, por volta da década de 1950 ela havia se tornado basicamente uma ferramenta para tratar de problemas matemáticos, com os principais cientistas que lidavam com ela vinculados a

³² Ao final do artigo (EINSTEIN e ROSEN, 1937, p. 54, tradução nossa), há uma nota na qual é dita: “A segunda parte deste artigo foi consideravelmente alterada por mim [Einstein] depois da partida do sr. Rosen para a Rússia, uma vez que interpretamos originalmente os resultados da nossa fórmula erroneamente. Desejo agradecer ao meu colega Professor Robertson por sua ajuda amigável no esclarecimento do erro original”

institutos matemáticos, enquanto “uma conexão aceitável com problemas físicos ‘reais’ foi perdida e praticamente a maioria dos cientistas que trabalhavam nesse campo não estavam ou não estavam mais ligados a laboratórios físicos” (MERCIER, 1992, p. 110, tradução nossa). Dessa forma, a construção de aparatos experimentais para a detecção de ondas gravitacionais demorou algumas décadas para se desenvolver.

5.2 Detectores: dos anos 1960 até o LIGO

Dentre as diversas áreas do conhecimento humano, a astronomia com certeza é uma das mais antigas e que depende fortemente do avanço instrumental para suas observações. As observações da luz visível são com certeza as mais antigas do céu e a importância delas para o avanço humano, seja no quesito de, por exemplo, localização durante as navegações ou na observação das estações do ano para a agricultura, é inegável.

Mais de 3000 anos se passaram desde que os registros históricos pela primeira vez indicaram o papel das estrelas e membros do sistema solar como pontos fiduciários para a orientação local e temporal na Terra. Durante todo este período, a luz visível que emana dos corpos celestes foi observada e usada para determinação da posição em locais dedicados a tais medições (WALTER e SOVERS, 2000, p. 5, tradução nossa)

Porém, com os avanços da compreensão acerca do espectro eletromagnético e das maneiras de detectar radiações que não são visíveis a olho nu, a maneira como a astronomia lida com os astros foi profundamente alterada. Atualmente, a luz visível continua sendo uma importante ferramenta para ela, mas não é mais a única. Principalmente a partir da década de 40, várias formas de observação foram adicionadas ao “catálogo” astronômico: ondas de rádio, raios x, radiação infravermelho, radiação ultravioleta, raios gama, entre outros vários, foram responsáveis para transformar a forma como entendemos o universo. “O Universo se revelou sendo muito mais violento e bizarro do que o homem jamais sonhou” (THRONE, 1980, p. 285, tradução nossa).

5.2.1 O trabalho de Joseph Weber

Um dos precursores na busca por ondas gravitacionais foi Joseph Weber, no início dos anos 1960. Em seu artigo *Detection and Generation of Gravitational Waves*, Weber (1960, p. 306, tradução nossa) propôs um dispositivo para a detecção das ondas, iniciando dizendo que uma “grande quantidade de trabalho teórico sobre o problema da radiação apareceu durante as últimas quatro décadas. O trabalho experimental ao longo destas linhas parece agora possível”. Weber aponta nesse artigo para um ponto importante da detecção das ondas gravitacionais. Embora o seu projeto seja baseado em detecções com cristais, a questão do ruído nos dados detectados já eram um problema que Weber – e os futuros pesquisadores – tinha que lidar.

Para solucionar a questão, duas propostas foram feitas no artigo de 1960: a primeira leva em consideração, basicamente, a rotação da Terra, que alteraria a orientação dos cristais do aparato em relação a uma fonte constante de radiação, deixando-o, em alguns momentos, favorável à radiação. Com a variação na saída dos dados no período de um dia, seria possível obter uma indicação dos efeitos das ondas gravitacionais através dos ruídos. “A terra gira o aparelho. Se a radiação é incidente de uma dada direção, pode ser observado a partir da mudança diurna na saída de ruído do amplificador” (WEBER, 1960, p. 311, tradução nossa).

Já a segunda proposta feita é muito mais próxima dos atuais experimentos que buscam detectar as ondas gravitacionais: a partir de cruzamento de dados de dois detectores distintos, seria possível distinguir o evento do ruído, já que a simultaneidade do evento nos dois detectores indicaria que ele ocorreu devido a uma fonte externa. Assim, além de um segundo detector, seria necessário um correlator, para comparar os resultados.

Figura 11 – Diagramas esquemáticos apresentados por Weber (1960, p. 311) sobre as duas formas de detecção. A superior apresenta o detector que utiliza a rotação da Terra, enquanto a inferior apresenta a alternativa com dois detectores distintos e um correlator de dados

É interessante notarmos que, embora o projeto de Weber com dois detectores seja crucial para o desenvolvimento dos interferômetros terrestres que buscam pelas ondas gravitacionais, a ideia de utilizar mais de um detector com cruzamento de dados não era algo novo. De acordo com Ciane e Fulda (2017), podemos atribuir um dos primeiros interferômetros do estilo aos americanos Albert Michelson e Edward Moley.

Embora o objetivo do famoso experimento de Michelson-Morley não tenha sido o de detectar ondas gravitacionais (na verdade, a teoria que prevê que sua existência ainda está longe de ser concebida), o design básico de seu aparato ainda pode ser encontrado em qualquer detector terrestre de ondas gravitacionais por interferometria (CIANE e FULDA, 2017, p. 196, tradução nossa).

A correlação entre os dados coletados de detectores individuais é atualmente uma das partes cruciais na busca e detecção de ondas gravitacionais (COLLINS, 2004), principalmente devido à curta janela que se tem para detectar as ondas gravitacionais, impossibilitando a primeira alternativa apresentada por Weber, que dependeria que a fonte de emissão fosse constante, já que seria preciso aguardar o detector estar direcionado favoravelmente a ela.

Dado que rajadas de ondas gravitacionais tem uma duração muito curta, até menores que um milissegundo, a saída de detectores terrestres é amostrada com uma frequência muito alta, tipicamente $O(10)$ kHz. [...] Usar dois ou mais detectores em coincidência é uma prática padrão da física, ao menos desde os primeiros dias da pesquisa em raios cósmicos. A ideia é que, se dois detectores estão distantes, os seus ruídos em sua maioria não são correlacionados, e a probabilidades de uma coincidência acidental é pequena, enquanto uma onda gravitacional deve excitar ambos os detectores simultaneamente (MAGGIORE, 2008, p. 369, tradução nossa)

Weber continuou a trabalhar com sobre o tema. Outro personagem importante para o avanço das pesquisas experimentais acerca das ondas gravitacionais foi Robert Forward, que inicialmente participava na construção do detector ao lado de Weber. Essa primeira geração de detectores não se utilizava de laser, mas sim “contou com a excitação de modos ressonantes de uma massa com um alto fator de qualidade mecânica pela passagem de ondas gravitacionais” (CIANI e FULDA, 2017, p. 196, tradução nossa)

Cabe a Weber, Forward e à equipe em Maryland a primeira coleta e análise de dados provenientes de um detector de ondas gravitacionais. “Os cadernos de pesquisa da Forward mostram que essa coleta de dados começou no sábado, 12 de maio de 1962, às 5:30 da manhã e terminou às 6:30 da manhã da segunda-feira seguinte” (COLLINS, 2004, p. 38, tradução nossa).

Contudo, a primeira indicação de um resultado³³ positivo para a detecção foi publicado apenas em 1968 por Weber no *Physical Review Letters*, intitulado *Gravitational-wave-detector Events*. Ao final do artigo, Weber conclui que “A probabilidade extremamente baixa de coincidências aleatórias nos permite descartar uma origem puramente estatística. Os detectores separados estão respondendo, em raras ocasiões, a uma excitação comum que pode ser a radiação gravitacional” (WEBER, 1968, p. 1308, tradução nossa).

³³ Weber já havia publicado, em 1967, um outro artigo pela *Physical Review Letters* intitulado *Gravitational Radiation*, com alguns dados obtidos de 1965 até 1967. Contudo, nesse artigo ele apenas sugere que os “detectores de ondas gravitacionais registram eventos isolados que não são detectados por sismômetros, gravímetros, medidores de inclinação ou dispositivos que respondem apenas a campos eletromagnéticos, dos tipos atualmente em uso” (WEBER, 1967, p. 501, tradução nossa), não afirmando categoricamente que os dados obtidos derivassem de ondas gravitacionais.

Figura 12 – Título e resumo do artigo de Weber publicado em 1968 afirmando a detecção de ondas gravitacionais

VOLUME 20, NUMBER 23

PHYSICAL REVIEW LETTERS

3 JUNE 1968

GRAVITATIONAL-WAVE-DETECTOR EVENTS*

J. Weber

Department of Physics and Astronomy, University of Maryland, College Park, Maryland

(Received 4 April 1968)

A new series of experiments is described, involving two gravitational wave detectors spaced about 2 km. A number of coincident events have been observed, with extremely small probability that they are statistical. It is clear that on rare occasions these instruments respond to a common external excitation which may be gravitational radiation.

Contudo, apenas em 1970 que Weber publicou dois artigos, explicando melhor a análise dos dados obtidos. No primeiro, “Weber introduz o primeiro estágio do que se tornará um dos mais importantes (e, de alguma maneira, convincentes) métodos de análise de dados para detectores de radiação gravitacional” (COLLINS, 2004, p. 89, tradução nossa), que é adicionar um atraso de tempo conhecido entre os dois detectores. Dessa forma, conhecendo o momento em que o sinal do primeiro detector foi registrado, sabemos que após um determinado intervalo de tempo conhecido por nós chegará outro sinal do segundo detector caso uma onda gravitacional realmente afete a ambos, evitando que algum motivo externo – que afeta a *ambos* detectores ao mesmo tempo – seja erroneamente considerado como um sinal positivo.

No segundo artigo de 1970, porém, Weber retorna a utilizar a rotação da Terra, levando em consideração que a barra de detecção está fixada na superfície terrestre. Uma vez a cada dia, um observador que estivesse no centro da galáxia veria a barra de lado, que é sua posição mais sensível. Após 6 horas, o observador veria a barra de frente, em sua posição menos sensível. Seguindo o raciocínio para mais 12 horas (primeiro a barra de lado e depois de frente para o observador), Weber conclui que devido a anisotropia do experimento os dados deveriam apresentar uma flutuação a cada 6 horas, com dois de maior sensibilidade e dois momentos de menor sensibilidade, havendo uma periodicidade na flutuação dos dados de 12 horas (WEBER, 1970).

Nos anos seguintes, diversos grupos de cientistas tentaram replicar os resultados apresentados por Weber nos artigos publicados de 1970, mas sem resultados. “Os esforços de Richard Garwin, Heinz Billing e outros para reproduzir seus resultados foram infrutíferos, no entanto, e na década de 1970 a veracidade das alegações de detecção de Weber foi amplamente posta em dúvida” (CIANI e FULDA, 2017, p. 196, tradução nossa).

Vamos agora voltar um pouco no tempo para falarmos de algo que é fundamental para a maneira como as ondas gravitacionais estão sendo detectadas atualmente: a utilização de laser.

5.2.2 O interferômetro e o LIGO

Já nos anos 1960 se iniciou a busca por novas maneiras de construir detectores que fossem mais precisos e que apresentassem menos ruído quando comparados com as barras ressoantes desenvolvidas por Weber. A “idéia de usar interferômetros de laser como detectores de ondas gravitacionais foi desenvolvida mais ou menos simultaneamente em vários lugares, pelo próprio Joseph Weber, junto com os físicos soviéticos Mikhail Gertsenshtein e Vladislav Pustovoi” (CIANI e FULDA, 2017, p. 197, tradução nossa).

A era da construção de protótipos de interferômetros a laser iniciou-se com Robert Forward, mas o detector “era muito pequeno para ver as ondas” (COLLINS, 2004, p. 265, tradução nossa). Porém, Forward continuou trabalhando em projetos melhorar os aspectos técnicos dos interferômetros. Essa era de trabalhos para melhorar os interferômetros, chamada por Ciane e Fulda de “era dos protótipos”, durou até o início dos anos 1990.

Os detectores de protótipo eram uma parte essencial desse desenvolvimento tecnológico. O financiamento de um observatório em escala real ainda era considerado muito arriscado durante essa época e, de qualquer modo, a tecnologia simplesmente não estava em um estágio maduro o suficiente para dar a eles uma chance razoável de detectar ondas gravitacionais. Esses protótipos também forneceram a função de treinar jovens cientistas nos métodos e conceitos que seriam fundamentais para projetar, construir e operar detectores de ondas gravitacionais (CIANE e FULDA, 2017, p. 197, tradução nossa)

Em 1972, um outro físico chamado Reiner Weiss publicou trabalhos detalhados da análise de ruído desse tipo de interferômetro, chamado *Electromagnetically Coupled Broadband Gravitational Antenna*. Diversos projetos fazem parte dessa primeira geração de interferômetros, como o LIGO de Hanford e Livingston, Virgo – localizado próximo a Pisa –, GEO – em Hannover – e TAMA – em Tóquio.

O projeto LIGO iniciou sua construção no início dos anos 1990. Em um artigo publicado em abril de 1992, podemos encontrar logo em seu resumo que a “tecnologia para o LIGO foi desenvolvida nos últimos 20 anos. A construção começará em 1992, e sob o cronograma atual,

as buscas do LIGO por ondas gravitacionais começarão em 1998” (ABRAMOVICI et al., 1992, p. 325, tradução nossa).

Figura 13 – Esquemas do funcionamento do LIGO, publicados por ABRAMOVICI et al. em 1992. Na imagem A (p. 327) podemos ver um desenho esquemático de como o interferômetro seria construído. Na imagem B (p. 328) podemos ver com mais detalhes técnicos os aparatos de dois locais distintos

Já no projeto inicial melhorias estavam planejadas para serem feitas ao longo do tempo. “A configuração inicial do LIGO é o mínimo que pode abrigar um sistema detector de três interferômetros capaz de detectar as ondas previstas e monitorar uma de suas duas formas de onda. Esta configuração inicial foi projetada para permitir uma atualização” (ABRAMOVICI et al., 1992, p. 329, tradução nossa).

Embora o cronograma inicial prevesse o início das operações em 1998, a inauguração do LIGO só ocorreu em novembro de 1999 – “quando as atividades de construção estavam substancialmente completas” (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2004, p. 116, tradução nossa) – e a primeira operação com todos os interferômetros só foi ocorrer em 2002.

O LIGO manteve-se em operação com as configurações iniciais e de novembro de 2005 até setembro de 2007 operou em modo de tomada de dados continuamente, quando melhorias foram feitas nos interferômetros “que melhorou a sensibilidade de tensão nas frequências mais sensíveis em aproximadamente 30%” (AASI et al., 2015, p. 7, tradução nossa).

Alojado dentro do sistema de vácuo e instalações construídas para o LIGO inicial, o Advanced LIGO substituiu completamente os componentes do interferômetro por novos designs e tecnologia. Cada observatório abriga um interferômetro avançado LIGO com braços de 4 km de comprimento. Um terceiro interferômetro (originalmente planejado como um segundo detector em Hanford) é consignado para uma instalação futura planejada em um novo local, atualmente indeterminado, na Índia. Todos os três interferômetros devem ser idênticos em design e desempenho esperado. A adição do terceiro site (Índia) fornecerá uma localização de fontes

significativamente melhor para a rede Advanced LIGO (AASI et al. 2015, p. 7, tradução nossa)

O laser utilizado no Advanced LIGO é do tipo Nd: YAG (acrônimo do inglês *neodymium-doped yttrium aluminium garnet*, granada de ítrio e alumínio dopado com neodímio), com um comprimento de onda de 1064 nm, o mesmo que era utilizado antes das atualizações. As alterações realizadas foram nos espelhos (aumentando os espelho para diminuir sua movimentação e seu aquecimento, consequentemente diminuído fontes de ruído), suas suspensões (quadruplicando o número de pêndulos que sustentavam os espelhos e alterando a composição de fibras de metal para fibra de vidro, diminuindo também as fontes de ruído) e o isolamento sísmico (anteriormente havendo apenas sistemas passivos de isolamento e agora contando com uma combinação de sistemas passivos e ativos de isolamento).

Figura 14 – Desenhos comparativos dos sistemas de suspensão dos espelhos do LIGO, tanto do esquema original quanto do Advanced LIGO. Tradução livre das legendas³⁴

Com essa configuração que as ondas gravitacionais foram detectadas no dia 14 de setembro de 2015. “Esta é a primeira detecção direta de ondas gravitacionais e a primeira observação de uma fusão binária de buracos negros” (ABBOTT, 2016, p. 8, tradução nossa). A importância dessa detecção para a comunidade científica é inegável e isso influenciou a forma como a divulgação dos resultados chegou ao público mais amplo. Vamos agora explicar sobre como realizamos a seleção dos textos acerca da detecção das ondas gravitacionais e a metodologia de análise.

³⁴ Disponível em: <https://tinyurl.com/y77uljfx>. Acesso em mai. 2018.

6. Metodologia e Determinação do Material de Análise

Dentro das pesquisas de linguagem, uma área que tem se destacado quando pensamos em ensino de ciência é a Análise do Discurso – com ênfase na linha francesa da área.

Visando nos manter dentro do espectro de pensadores que seguem uma linha marxista em seus trabalhos, nos basearemos aqui principalmente na obra de Michel Pêcheux e Oswald Ducrot. Antes de continuar, é importante ressaltarmos aqui que utilizaremos a Análise do Discurso como um dispositivo teórico, sem a pretensão de esgotarmos toda a complexidade da área. Da mesma maneira que fizemos um breve estudo sobre ideologia, pretendemos apresentar apenas alguns pressupostos básicos que perpassam pelas linhas de pesquisa.

6.1 Uma aproximação da área

Em seu livro *Semântica e Discurso: Uma crítica à afirmação do óbvio* (1988), Pêcheux nos mostra que o discurso é produzido e pronunciado a partir das condições de produção que estão em jogo.

Se é verdade que a ideologia “recruta” sujeitos entre os indivíduos [...] e que ela os recruta a todos, é preciso, então, compreender de que modo os “voluntários” são designados nesse recrutamento, isto é, no que nos diz respeito, de que modo todos os indivíduos recebem como evidente o sentido do que ouvem e dizem, lêem ou escrevem (do que eles querem e do que se quer lhes dizer), enquanto “sujeitos-falantes” (PÊCHEUX, 1988, p. 157)

Com isso, o discurso é um ponto de articulação entre preceitos linguísticos e processos ideológicos. Assim, a linguagem é vista como um espaço de conflitos e confrontos ideológicos e que precisa ser estudada levando em consideração os processos históricos-sociais que a constitui (BRANDÃO, 2004).

A partir do discurso a ideologia pode ser mais profundamente analisada, já que o discurso é um dos locais onde a materialidade da ideologia se concretiza, já que na formação discursiva há a materialização da prática política no domínio simbólico da linguagem. Devido a isso, o estudo da formação do discurso é de suma importância.

Embora durante a formação de um discurso haja uma busca por uma homogeneidade discursiva, devido a contradições ideológicas de classes, diversas vezes essas contradições são transferidas para o discurso. Assim, um dos papéis da Análise do Discurso é manifestar como essas contradições ideológicas podem ser expressas (BRANDÃO, 2004).

Courtine (1981 *apud* BRANDÃO, 2004) explicita que o discurso possui dois modos de existência para que seja um objeto de análise: o primeiro está no nível do enunciado, onde a formação de enunciados funciona como uma regra que determina o que pode ou não ser dito por um sujeito. Assim, a conjuntura onde o sujeito se encontra são determinantes no processo de formação de enunciados.

O segundo modo de existência dá-se no nível da formulação do discurso. Nesse nível encontra-se o estado final do discurso, onde os enunciados formulados anteriormente são manifestados com coerência. Assim, fica evidente que quando analisada uma sequência discursiva é necessário também analisar os processos de mutação dos enunciados que se dão no interior da formação do discurso (BRANDÃO, 2006).

Desta forma, o objetivo principal de um estudo baseado na Análise do Discurso é revelar aspectos implícitos dos discursos, elementos pouco aparentes, mas que permitem a organização e o controle social e, por isso, se reificam.

A partir disso, fica claro que a linguagem não é só uma ferramenta utilizada para montar o discurso, mas que, quando na forma discursiva, a linguagem extrapola o significado individual de cada uma das palavras que o forma.

Poderíamos resumir essa tese dizendo: as palavras, expressões, proposições, etc., mudam de sentido segundo as posições sustentadas por aqueles que as empregam, o que quer dizer que elas adquirem seu sentido em referência a essas posições, isto é, em referência às formações ideológicas [...] nas quais essas posições se inscrevem (PÊCHEUX, 1988, p. 160)

Assim como no caso da ideologia, o discurso também possui, de certa forma, uma falsa transparência, com o intuito de ocultar “a objetividade matéria do interdiscurso, que determina essa formação discursiva como tal” (PÊCHEUX, 1988, p. 162)

Apoiando-se em conceitos freudianos, Pêcheux aponta um conceito importante para nossas análises futuras, o chamado esquecimento. Ele destaca que existem dois tipos, o

esquecimento nº2 e o esquecimento nº1. Iniciaremos expondo o que o autor classifica como sendo a segunda forma de esquecimento:

Concordamos em chamar esquecimento nº 2 ao “esquecimento” pelo qual todo sujeito-falante “seleciona” no interior da formação discursiva que o domina, no sistema de enunciados, formas e seqüências que nela se encontram em relação de paráfrase – um enunciado, forma ou seqüência, e não um outro, que, no entanto, está no campo daquilo que poderia formulá-lo na formação discursiva considerada (PÊCHEUX, 1988, p. 173)

Esse esquecimento acarreta no apagamento de outras possibilidades discursivas, dando a impressão que não há outras maneiras de se descrever algo. Assim, criamos uma ilusão da realidade do pensamento, como se uma palavra fosse correlacionada com algo exterior.

Já sobre o esquecimento nº1, temos que

Por outro lado, apelamos para a noção “sistema inconsciente” para caracterizar um outro “esquecimento”, o esquecimento nº 1, que dá conta do fato de que o sujeito-falante não pode, por definição, se encontrar no exterior da formação discursiva que o domina. Nesse sentido, o esquecimento nº 1 remetia, por uma analogia com o recalque inconsciente, a esse exterior, na medida em que (...) esse exterior determina a formação discursiva em questão. (PÊCHEUX, 1988, p. 173)

Esse esquecimento remete à identificação do sujeito com a formação discursiva. Contudo, ao se identificar com ela, são apagadas dele outras formações discursivas que se encontram em relação entre si na complexidade das formações ideológicas. Assim, aqui também há um efeito ilusório, onde o sujeito se vê como centro e fonte do dizer, já que ele e o sentido se confundem.

Indo ao encontro do que expomos anteriormente em nosso desenvolvimento teórico, principalmente sobre necessidade da classe dominante ser a classe dos pensadores e produtores de ideias e da desvinculação das questões sociais de seus agentes sociais resultar em uma metamorfose das questões sociais em questões tecnológica-científicas aparentemente “neutras”, os pensadores da área de Análise do Discurso, de maneira geral, consideram que a ciência também possui um caráter discursivo, embora Pêcheux levante a questão de que não há propriamente um “discurso da ciência”. Todos os discursos estão na relação com um sujeito e, assim, fica impossibilitado o que ele chama de “puro discurso científico”, já que este teria que estar completamente desligado de toda e qualquer ideologia, mas há uma constante ligação entre a produção dos conhecimentos e as ideologias teóricas (PÊCHEUX, 1988).

6.2 Procedimentos metodológicos

Enquanto uma metodologia de pesquisa, a Análise do Discurso se desenvolve de uma maneira distinta de outras metodologias. Como o discurso só pode existir em uma relação dialética com os sujeitos – ou seja, o discurso só pode existir para um determinado sujeito historicamente determinado e vice-versa – é pressuposto também que o papel de que o responsável para análise precisa alcançar o discurso. Como Barros (2015, p. 92),

O ponto fundamental do discurso, enquanto objeto de pesquisa, é a busca pela (re)construção do efeito de sentido nos textos. É preciso primeiramente entender a produção textual (oral e escrita) como uma materialidade linguística e converter tal materialidade em um objeto teórico.

Ao delimitarmos quais serão os textos aqui trabalhados – que ficará explícito em breve – nós estamos criando um corpus de análise, parte de um processo discursivo.

Para o seguimento do caminho metodológico, utilizaremos a descrição encontrada no quarto capítulo *Por uma Análise Automática do Discurso: Uma introdução à obra de Michel Pêcheux* (1997), capítulo esse escrito pelo próprio Pêcheux juntamente com Catherine Fuchs, reproduzida a seguir:

- *Superfície linguística*: entendida no sentido de sequência oral ou escrita de dimensão variável, em geral superior à frase. Trata-se aí de um “discurso” concreto, isto é, do objeto empírico afetado pelos esquecimentos 1 e 2, na medida mesmo em que é o lugar de sua realização, sob a forma, coerente e subjetivamente vivida como necessária de uma dupla ilusão;

- *Objeto discursivo*: entendido como o resultado de transformação da superfície linguística de um discurso concreto, em um objeto teórico, isto é, em um objeto linguisticamente dessuperficializado, produzido por uma análise linguística que visa anular a ilusão no 2;

- *Processo discursivo*: entendido como o resultado da relação regulada de *objetos discursivos* correspondentes a *superfícies linguísticas* que derivam, elas mesmas, de condições de produção estáveis e homogêneas. Este acesso ao processo discursivo é obtido por uma dessintagmatização que incide na zona de ilusão–esquecimento no 1. (p.180)

Esses três níveis de análise são importantes para o procedimento metodológico, pois eles se relacionam, respectivamente, com a materialidade linguística, com sua transformação em discurso e, por fim, o processo discursivo resultante.

Um procedimento metodológico que encontramos e nos permite fazer um aprofundamento acerca desses pontos foi a teoria polifônica de Ducrot. Obviamente, não pretendemos nos aprofundar muito sobre o tema, até porque existem diversas diferenças e contrastes entre a teoria de Pêcheux e a de Ducrot. Porém, percebemos na teoria polifônica uma possibilidade interessante para analisarmos os nossos materiais, principalmente devido à separação entre locutor e enunciador.

De maneira resumida, podemos utilizar a definição de Azevedo (2011, p. 66) acerca da definição de *locutor*: “*Locutor* é, então, definido como um ser que, no próprio sentido do enunciado, apresenta-se como seu responsável, como alguém a quem deve ser atribuída a responsabilidade pelo enunciado produzido”

Utilizaremos aqui três locutores para a nossa análise: O locutor enquanto responsável pela enunciação [L]; o locutor enquanto ser no mundo [I]; por fim, o locutor impessoal [LI]. Essa separação nos permite ver como os distintos locutores podem evocar enunciadores distintos, aprofundando a análise.

Já os *enunciadores* são os seres que expressam determinadas visões, sem a necessidade de serem os responsáveis pela enunciação.

Chamo “enunciadores” estes seres que são considerados como se expressando através da enunciação, sem que para tanto se lhe atribuam palavras precisas; se eles “falam”, é somente no sentido em que a enunciação é vista como expressando seu ponto de vista, sua posição, sua atitude, mas não, no sentido material do termo, suas palavras (DUCROT, 1987, p. 192)

Assim, é importante percebermos que, ao dizermos que um locutor evocou um determinado enunciador, isso refere-se à visão que o *locutor* tem de tal *enunciador*. “Essas vozes não são explicitadas. Sua existência é decorrente da imagem que delas oferece a enunciação produzida por [L]” (INDURSKY *apud* CARDOSO et al., 2015, p. 237-238).

Além disso, utilizaremos na análise os conceitos de *posto* (*p*), *pressuposto* (*pp*) e *subentendido* (*s*). Novamente, de maneira resumida, podemos definir esses três conceitos da seguinte maneira: “*posto* é o que de fato está escrito no enunciado; *pressuposto* é o que está

sendo dito implicitamente pelo locutor; *subentendido* é a interpretação deduzida do interlocutor sobre o que está enunciado” (NORONHA, 2014, p. 181).

Acreditamos que esses pressupostos metodológicos serão suficientes para realizarmos nossa análise dos materiais selecionados.

6.3 Determinação e seleção do material

Como já explanado nos capítulos anteriores, mostramos que a divulgação científica não é apenas uma simplificação de um determinado conhecimento, mas sim forma um discurso próprio, dependente do enunciador, do receptor e das condições nas quais ele é gerado. De outra forma, ela é um determinado produto possuidor de um discurso dependente das condições históricas nas quais são gerados.

Isso é importante para determinarmos quais serão os materiais – e consequentemente os discursos – que analisaremos nesse trabalho. Não podemos, obviamente, analisar todos os materiais que foram lançados acerca das ondas gravitacionais, pois isso está muito além da dimensão desse trabalho.

Um exemplo disso pode ser visto ao pesquisarmos pelo termo “gravitational waves” no site da revista científica *Science*. Considerando todos os resultados, ou seja, todos os tipos de artigos já publicados pela revista que contenham os dois termos em conjunto, encontramos 432 resultados diferentes, sendo que o primeiro é datado de 22 de fevereiro de 1901, onde expressão era utilizada de uma maneira muito distinta da qual nos focamos aqui. Mesmo refinando a pesquisa para após a publicação de *Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie*, continuamos com um resultado de mais de 400 texto distintos. Isso observando apenas em uma revista.

Vemos a necessidade de uma seleção mais fina dos nossos materiais de análise que formarão o *corpus* analítico. Para tal, nós primeiramente determinamos quais seriam as fontes que forneceriam os materiais. Uma primeira seleção foi quanto a língua dos materiais. Para o caso dos textos que analisaremos, nos limitamos a textos publicados em português e, no caso dos vídeos, falados ou facilmente encontrados legendados em português.

Um dos principais fatores para essa primeira seleção é que o inglês, ainda hoje, continua sendo uma grande barreira para boa parte da população brasileira. “Se por um lado, a importância de se saber a língua inglesa é tão relevante para o mundo globalizado, [...], por outro, há vários impasses no ensino de língua inglesa” (OLIVEIRA, 2017, p. 37).

Outro ponto importante de nossa pesquisa foi determinar quais seriam os suportes nos quais nos basearíamos. Nos decidimos por selecionar fontes que divulgassem a detecção das ondas gravitacionais em meios digitais ao invés de impressos. Há duas justificativas principais para essa escolha: o aumento do uso da Internet no cenário brasileiro e os baixos índices de leitura do país.

Em uma análise feita pelo IBGE em 2016, constatou-se que no âmbito doméstico “a Internet era utilizada em 69,3% dos 69.318 mil domicílios particulares permanentes do País” (IBGE, 2016, p. 12) e que, nos domicílios que não utilizavam, o principal motivo para tal era falta de interesse.

Em contrapartida, uma pesquisa sobre os hábitos de leitura realizada pelo Instituto Pró-Livro mostrou que 30% dos mais de 5 mil entrevistados nunca haviam comprado nenhum livro em toda sua vida (FAILLA, 2016). Outros dados interessantes saíram dessa mesma pesquisa, que nos influenciou a escolhermos notícias divulgadas em meios digitais. O primeiro deles é que, independentemente do suporte, jornais e revistas são os materiais mais lidos pela população e, em segundo lugar, agora considerando apenas os meios digitais, a principal atividade relacionada à leitura neles é justamente a leitura de notícias.

Figura 15 – Gráfico retirado do livro *Retratos da Leitura no Brasil 4* (FAILLA, 2016, p. 197), referente aos tipos de materiais lidos pelos pesquisados

Frequência de leitura por tipo de material, independentemente do suporte

Figura 16 – Gráfico retirado do livro *Retratos da Leitura no Brasil 4* (FAILLA, 2016, p. 259), referente aos tipos de leitura realizadas pelos pesquisados em meios digitais

Atividades relacionadas à leitura que realiza na internet

Respostas estimuladas

Vemos, assim, que as notícias veiculadas em meios digitais são parte integrante da maneira como a população se mantém atualizada sobre temas que lhes despertam interesse. Dessa forma, nós selecionamos certos portais de notícias para analisarmos o que encontrávamos acerca da detecção das ondas gravitacionais.

A forma de pesquisa em todos os portais selecionados foi a mesma: nós queríamos saber quais notícias alguém interessado no tema da detecção encontraria, então pesquisamos por “ondas gravitacionais” na barra de busca e salvamos todos os resultados encontrados cujo tema central fosse as ondas gravitacionais³⁵.

O primeiro portal por nós selecionado foi o do jornal *Folha de São Paulo*. A justificativa para essa escolha é que, em 2017, o jornal era o que mais possuía assinantes digitais, contando com mais de 167 mil assinantes nessa plataforma, além de 32 milhões dos chamados *unique visitor*³⁶, ou seja, visitantes que não são assinantes.

Já o segundo portal que coletamos as notícias foi *O Estado de São Paulo*. Embora não seja o segundo em número de assinaturas digitais, o jornal apresentou um bom crescimento nos meios digitais tanto em 2016 quanto em 2017³⁷, período por nós majoritariamente analisado³⁸.

Saindo dos jornais, queríamos analisar alguma revista cujo foco fosse justamente assuntos relacionados à ciência, mas que ainda assim fosse uma revista popular e voltada para um público mais jovem quando comparado com o dos jornais. A escolha por nós feita foi da revista *Galileu*, pertencente ao Grupo Globo.

Comparando a faixa etária dos leitores dessa revista com os jornais – mais especificamente com a *Folha* – vemos que o público com a maior porcentagem de acesso são jovens entre 15 e 24 anos, enquanto do jornal a maioria dos leitores digitais estão entre 25 e 34 anos.

³⁵ Algumas das notícias encontradas nesse processo utilizavam “ondas gravitacionais” apenas para iniciar o texto, mas posteriormente desviavam do tema – a grande maioria dessas notícias tratavam, por exemplo, de buracos negros, mas sem explicitar a relação destes com as ondas gravitacionais. Essas notícias não foram selecionadas.

³⁶ Os dados foram encontrados na página de publicidade da *Folha*: <https://tinyurl.com/y76o55yj>. Acesso em mai. 2018. Esses valores podem ser alterados com o tempo.

³⁷ Os dados referentes ao crescimento de assinaturas digitais d’*O Estado de São Paulo* podem ser encontrados no seguinte link: <https://tinyurl.com/y9srsrft>. Acesso em mai. 2018.

³⁸ Nós realizamos uma primeira busca em outros portais de notícias, como *G1*, *R7*, *Uol*, *Exame*, *El País*, entre diversos outros. Contudo, como a forma de escrita – e algumas vezes inclusive o título – era muito semelhante com os dois jornais já selecionados, decidimos nos focar apenas na *Folha de São Paulo* e no *O Estado de São Paulo*.

Figura 17 – Perfil dos usuários do portal da revista *Galileu*³⁹

PERFIL DE QUEM ACESSA

classe social

idade

sexo

Fonte: comScore - My Metrics. Média março a maio/16 (audiência multiplataform - perfil PC) / classe social: Navegg

Figura 18 – Perfil dos usuários do portal do jornal *Folha de São Paulo*⁴⁰

PERFIL DO USUÁRIO

Dos 3.000.000 leitores da Folha Digital no Brasil:

Classe Econômica

Sexo

Faixa Etária

Fonte: IbopeTGI - Target Group Index BR TG 2017 I (2016 2s) - Leram a Folha pela internet nos últimos 30 dias (TOTAL)

³⁹ Disponível em: <https://tinyurl.com/yaf9zxye>. Acesso em mai. 2018.

⁴⁰ Disponível em: <https://tinyurl.com/ydyhc23j>. Acesso em mai. 2018.

Agora comparando com outra revista que divulga assuntos científicos e com uma grande tiragem, a *Superinteressante*, a *Galileu* possui menos acessos, mas o tempo médio que cada usuário passa no site é consideravelmente maior – na verdade, o triplo. Isso nos deixou instigados, e por isso decidimos analisar as notícias divulgadas pela *Galileu* ou invés da *Superinteressante*.

Figura 19 – Acessos dos usuários do portal da revista *Galileu*⁴¹

Figura 20 – Acessos dos usuários do portal da revista *Superinteressante*⁴²

⁴¹ Disponível em: <https://tinyurl.com/yaf9zxxy>. Acesso em mai. 2018.

⁴² Disponível em: <https://tinyurl.com/ybwghqn6>. Acesso em mai. 2018.

Contudo, queríamos analisar as notícias veiculadas por diferentes estilos jornalísticos e com diferentes públicos-alvo para abrangermos mais possibilidades e evitarmos de que nossa análise fosse viciada pela nossa seleção de materiais. Por conta disso, realizamos o mesmo procedimento de pesquisa para a revista *Pesquisa FAPESP*, que, embora focada principalmente nos desenvolvimentos científicos nacionais, também noticia acontecimentos internacionais relevantes para a comunidade científica. Na aba de “Anuncie”, a revista define seus leitores como:

O leitor típico de *Pesquisa FAPESP* tem a mais alta qualificação intelectual e profissional. São pesquisadores e/ou professores, estudantes de pós-graduação, gestores de política de ciência e tecnologia de todo o país, parlamentares, executivos e profissionais de Pesquisa e Desenvolvimento do setor privado. Quase 85% têm entre 35 e 54 anos. Na execução de seus projetos, eles tomam as decisões de compra (PESQUISA FAPESP, 20-?)

Além disso, um outro ponto interessante de análise são as notas emitidas pela Sociedade Brasileira de Física a respeito da detecção das ondas gravitacionais. Embora sejam apenas quatro notas curtas, utilizaremos elas como um meio de comparação com as outras notícias selecionadas.

Além dos textos, também selecionamos materiais em vídeo para fazermos nossa análise. Todos os materiais foram transcritos e podem ser encontrados no **Anexo 1**.

O primeiro par de vídeos são reportagens dos dias 11 e 12 de fevereiro de 2016, que foram apresentadas no *Jornal Nacional* da Rede Globo. A importância e influência desse jornal em específico é enorme, sendo o telejornal de TV aberta mais assistido pela população brasileira, inclusive na semana dos dias das reportagens selecionadas⁴³.

Além dessas duas reportagens realizadas pelo *Jornal Nacional*, selecionamos também uma matéria de pouco mais de sete minutos apresentada no programa *Fantástico*, no dia 14 de fevereiro de 2016, que também figura entre os cinco programas da TV aberta mais assistido da semana em que o anúncio da detecção das ondas gravitacionais ocorreu⁴⁴.

Além dessas três notícias veiculadas na TV aberta, selecionamos mais outros dois vídeos que foram muito divulgados na Internet no período em que a detecção ocorreu. O primeiro deles

⁴³ De acordo com a agência Kantar Ibope Media. A tabela com a relação completa da audiência no horário nobre da semana de 08/02/2016 a 14/02/2016 pode ser encontrada no seguinte link: <https://tinyurl.com/y8arsvvs>. Acesso em mai. de 2018.

⁴⁴ Ibid.

é um vídeo em que o físico Brian Greene explica em um talk show americano o que são as ondas gravitacionais. Embora o vídeo seja em inglês, ele foi compartilhado milhares de vezes nas redes sociais e, inclusive, com legendas em português embutidas. Uma dessas versões, que foi publicada no *Facebook* apenas no dia 3 de outubro de 2017, já possui mais de 470 mil visualizações^{45,46}. Apenas como base de comparação, a versão com mais visualizações postada na mesma rede social da reportagem por nós selecionada do *Fantástico* possui menos de 200 mil visualizações, e essa versão em questão foi publicada no dia 15 de fevereiro de 2016, no dia seguinte à veiculação da reportagem na TV aberta⁴⁷.

O segundo vídeo selecionado é uma palestra apresentada pelo físico Allan Adams para a plataforma TED. Novamente, embora a palestra seja ministrada em inglês, existe uma legenda em português no próprio site do TED. A seleção desse material se deu por dois motivos principais: o número de visualizações que essa palestra em específico possui e a relevância que a plataforma TED tem tomado.

TED, acrônimo de *Technology, Entertainment, Design*, ou, em português, *Tecnologia, Entretenimento, Planejamento*, se configura como uma série de palestras realizadas globalmente, sobre os mais diversos assuntos, na sua grande maioria relacionados com tópicos científicos ou tecnológicos. Em uma pesquisa sobre o impacto dessas palestras disponibilizadas na plataforma, Sugimoto e seus colaboradores (2013, p. 1, tradução nossa) logo na introdução do trabalho já apresentam alguns dados interessantes sobre ela:

Em 13 de novembro de 2012, a TED anunciou que alcançou sua bilionésima exibição de vídeo. Outras medidas demonstram o sucesso das TED Talks na popularização da ciência; embora também inclua vídeos relacionados ao entretenimento, o site TED Talks é o quarto site de tecnologia mais popular do mundo e o website de conferência e eventos mais popular.

O vídeo chama-se *O que significa a descoberta das ondas gravitacionais*⁴⁸, e já obteve mais de dois milhões de visualizações ao redor do mundo e foi publicado na plataforma em fevereiro de 2016, mesmo mês do anúncio feito pelos cientistas do LIGO. É importante ressaltarmos que esses dois vídeos em língua inglesa servirão como um suporte para os

⁴⁵ Essa versão pode ser assistida no seguinte link: <https://tinyurl.com/ycl3knpr>. Acesso em mai. 2018.

⁴⁶ De acordo com a publicação, o vídeo original legendado alcançou quase dois milhões de visualizações, mas foi retirado da plataforma por questões de direitos autorais e publicado novamente em outubro de 2017.

⁴⁷ Essa versão pode ser assistida no seguinte link: <https://tinyurl.com/y9sjd36l>. Acesso em mai. 2018.

⁴⁸ A palestra pode ser assistida na íntegra no link: <https://tinyurl.com/y9sjd36l>. Acesso em mai. 2018.

materiais coletados em português, já que nossa intenção é observarmos como a divulgação da detecção feita pelo LIGO se deu em cenário nacional.

Assim, nós formamos nosso *corpus* analítico. A tabela completa, com todas as informações acerca dos materiais selecionados – tipo de publicação, fonte, título, autoria, data de publicação e endereço eletrônico – pode ser encontrada no **Anexo 2**. Porém, as características gerais dos materiais selecionados são:

- **Jornal Folha de São Paulo:** 25 notícias, divididas em quatro cadernos: *Ciência* (17); *Colunas* (4); *Blog* (2); *Opinião* (2). Primeira notícia publicada no dia 19/02/2003 e a última no dia 27/03/2018.
- **Jornal O Estado de São Paulo:** 17 notícias, divididas em cinco cadernos: *Ciência* (11); *Educação* (3); *Acervo* (1); *Aliás* (1); *Cultura* (1). Primeira notícia publicada no dia 26/06/2006 e a última no dia 17/03/2018.
- **Revista Galileu:** 17 notícias, que apresentam sempre ao menos duas das seguintes tags: *Galileu* (11); *Ciência* (11); *Espaço* (6); *Revista* (5); *Astronomia* (3); *Ondas Gravitacionais* (3); *LIGO* (2); *Buraco Negro* (1). Primeira notícia publicada no dia 19/03/2014 e a última no dia 10/04/2018.
- **Revista Pesquisa FAPESP:** 15 notícias, sendo que 10 foram publicadas nas edições impressas e 5 são exclusivas da versão online da revista. Primeira notícia publicada no dia 07/02/2013 e a última de novembro de 2017.
- **Notas da Sociedade Brasileira de Física:** 4 notas divulgadas de forma online. Primeira nota publicada no dia 18/02/2016 e a última no dia 19/10/2017.
- **Reportagens do Jornal Nacional:** 2 reportagens, a primeira veiculada dia 11/02/2016 com duração de 03:35 minutos e a segunda veiculada dia 12/02/2016 com duração de 02:55 minutos.
- **Reportagem do Fantástico:** reportagem veiculada dia 14/02/2016 com duração de 07:35 minutos.
- **Gravitational waves hit the Late Show:** fala do físico Brian Greene no talk show americano The Late Show With Stephen Colbert, veiculado originalmente no dia 24/02/2016 pelo canal CBS, com duração de 08:20 minutos.
- **Allan Adams: O que significa a descoberta das ondas gravitacionais:** palestra do físico Allan Adams, publicada na plataforma digital TED em fevereiro de 2016, com duração de 10:59 minutos.

Assim, no total possuímos 83 materiais para a análise, sendo 78 na forma de texto e 5 na forma de vídeo.

Para podermos analisar nossos materiais, principalmente os textos, sentimos a necessidade de criar alguns grupos para tal. Ao lermos os textos selecionados, podemos perceber dois fatos: o primeiro deles é uma semelhança entre os materiais de algumas fontes, principalmente entre os jornais *Folha de São Paulo* e *O Estado de São Paulo*. Um dos motivos para tal possivelmente é a fonte para a redação desses textos. Ao analisarmos a autoria de alguns dos textos publicados por esses jornais, percebemos que alguns tem a mesma fonte, como agências internacionais de notícias.

Um exemplo disso é a agência espanhola de notícias EFE. Ambos os jornais apresentam notícias que contam como fonte notícias internacionais, sendo ou desenvolvidas por agências de notícias como a EFE ou outros jornais, como o *The New York Times*. Assim, as notícias desses dois jornais, de modo geral, são muito semelhantes entre si. Por isso, as agrupamos em um único grupo para a análise.

Outra semelhança está nos vídeos produzidos pela Rede Globo que nós selecionamos. Observamos, durante a fase de seleção do material, que as notícias veiculadas nos telejornais nos dias 11 e 12 de fevereiro de 2016 eram muito semelhantes entre si e, assim, decidimos analisar apenas as que foram veiculadas pelo canal mais assistido. Porém, a reportagem transmitida no dia 14 de fevereiro de 2016 pelo *Fantástico* apresenta um perfil diferente, então foi agrupada juntamente com os outros dois vídeos selecionados, a fala do talk show e a palestra do TED.

O segundo fato que percebemos em uma primeira leitura das notícias foi uma evolução temporal referente à presença da imagem de Albert Einstein. Nós percebemos que o termo “Einstein” aparece tanto antes quanto depois da detecção, mas em quantidades muito menores do que em 2016. Essa média de aparições também é influenciada dependendo da fonte na qual estamos analisando.

Figura 21 – Média das aparições do termo “Einstein” nos textos, separados por época de aparição

Figura 22 – Média das aparições do termo “Einstein” nos textos, separados por grupos de análise

Figura 23 – Aparições do termo “Einstein” nos vídeos selecionados

Os gráficos acima não possuem a intenção de resumir o que encontramos – e o que encontraremos – em nossa análise. Eles apenas apresentam uma maneira de visualizar o que encontramos com um primeiro olhar, que nos ajudou a determinar tanto os nossos grupos de análise quanto a selecionarmos os materiais que serão analisados no **Capítulo 7**.

Assim, nesse primeira leitura, selecionamos dezoito materiais para realizarmos uma análise mais profunda. Esses materiais representam tanto a evolução temporal quanto o tipo de grupo que veiculou a notícia. As notícias selecionadas são:

- **Grupo 1: Folha de São Paulo e O Estado de São Paulo**
 - “Descoberta clarifica origem do Universo”, publicada pela *Folha* em 08/04/2014;
 - “Físicos americanos anunciam detecção de ondas gravitacionais”, publicada pelo *Estado* em 11/02/2016;
 - “Nobel de Física vai para cientistas que detectaram ondas gravitacionais”, publicada pela *Folha* em 03/10/2017.
- **Grupo 2: Revista Galileu**
 - “Dois buracos negros vão colidir na constelação de Virgem”, publicada em 17/09/2015;
 - “Cientistas brasileiros na equipe que encontrou as ondas gravitacionais de Einstein”, publicada em 11/02/2016;

- “Nobel de Física vai para cientistas que detectaram as ondas gravitacionais”, publicada em 03/10/2017.
- **Grupo 3: Revista Pesquisa FAPESP**
 - “Ecos da gravidade”, publicada na edição 128, em outubro de 2006;
 - “Mais uma janela para o Universo”, publicada na edição 241 em março de 2016;
 - “Detecção de ondas gravitacionais é premiada com Nobel de Física”, publicada online em 03/10/2017.
- **Grupo 4: Notas SBF**
 - As quatro notas publicadas.
- **Grupo 5: Reportagens do Jornal Nacional**
- **Grupo 6: Fantástico, The Late Show With Stephen Colbert e TEDTalk**

7. Análise dos Materiais

Tendo em vista nossos pressupostos metodológicos e o *corpus* analítico formado, podemos assim iniciar nossa análise. Analisaremos cada um dos grupos individualmente e, posteriormente, compararemos os resultados obtidos tanto considerando para quem os textos se destinam e a evolução temporal das notícias, como já comentado anteriormente na **Seção 6.3**.

Como queremos observar como a imagem de Einstein está presente nos materiais selecionados, daremos preferência em analisar as passagens nas quais ela aparece, principalmente quando estivermos tratando dos enunciadores dos textos.

7.1 Grupo 1: Folha de São Paulo e O Estado de São Paulo

Apenas recapitulando o que já dissemos no início da **Seção 6.3** para contextualizarmos nossa análise, os materiais pertencentes a esse grupo são os que possuem uma maior visibilidade dentre os materiais em forma textual por nós selecionados. Ambos possuem um grande número de assinantes digitais e o perfil dos leitores são semelhantes⁴⁹: um público masculino com uma ligeira maioria, pertencentes majoritariamente às classes A e B, entre os 25 e 34 anos por uma pequena vantagem quando comparado à faixa etária dos 35 aos 44.

7.1.1 *Descoberta clarifica origem do Universo [T1]*

A primeira notícia que analisaremos desse grupos foi publicada em março de 2014 pelo jornal *Folha*. A notícia foi escrita por Denis Overby, um físico formado pelo MIT que, desde 1998, trabalha na equipe do *The New York Times*. Esse é um primeiro detalhe interessante que encontramos nesse primeiro grupo, mas não nos demais: a utilização de textos estrangeiros traduzidos para o português. Cerca de 36% das notícias acerca da detecção das ondas

⁴⁹ Embora *O Estado de São Paulo* não divulgue o perfil de seus leitores digitais, é possível encontrar o perfil dos leitores do material impresso no seguinte link: <https://tinyurl.com/ycnn6k5q>. Acesso em mai. 2018.

gravitacionais desse grupo tem sua autoria atribuída a um jornal internacional e a agências de notícias.

Esse primeiro texto por nós analisado se remete a uma “primeira” detecção das ondas gravitacionais, anunciado em março de 2014. Contudo, posteriormente, com uma análise mais precisa dos dados, a equipe do Bicep2 chegou à conclusão que a coleta se referia à movimentação de poeiras no interior da galáxia e que “esse significado é muito baixo para ser interpretado como uma detecção de modos B^[50] primordiais” (ADE et al, 2015, p. 15, tradução nossa).

Vamos agora iniciar a análise da reportagem, partindo da construção dos locutores presentes. Identificamos nesse texto os três locutores previamente explicados: O locutor enquanto responsável pela enunciação [L]; o locutor enquanto ser no mundo [I]; por fim, o locutor impessoal [LI]. No primeiro recorte selecionado, trazemos uma representação do locutor enquanto responsável pela enunciação [L]:

(1) Quando, no mês passado, cientistas anunciaram que um telescópio no polo Sul tinha detectado oscilações no espaço do início do tempo, as reverberações foram muito além da potencial validação do modelo do Big Bang mais prezado por astrônomos (OVERBYE, 2014)

Vemos aqui a importância de conhecermos um pouco sobre o autor do texto. Por ser um físico, certo julgamento de valor (*mais modelo [...] mais prezado por astrônomos*) se encontra presente em [L], não o desvinculando completamente de [I]. Contudo, encontramos momentos onde a presença de [I] é muito mais vidente, como nesse recorte:

(2) Se os resultados do Bicep2 forem confirmados e os astrônomos concordarem que as oscilações são ondas gravitacionais decorrentes da inflação, a descoberta da radiação de Hawking pode valer a Stephen Hawking um Prêmio Nobel (OVERBY, 2014)

Vemos aqui um determinado tipo de julgamento que só é possível a partir de um locutor presente no mundo. Dizer que uma determinada descoberta pode render uma premiação e, mais especificamente, que essa premiação provavelmente não irá para a equipe que coletou e analisou os dados, mas para o teórico que previu a radiação, nos mostra a imagem que o locutor tem acerca do desenvolvimento científico.

⁵⁰ Modos B são um tipo específico de polarização da radiação cósmica de fundo, ligado ao processo de inflação cósmica ou às lentes gravitacionais.

Já para representar o locutor impessoal [LI], selecionamos o seguinte recorte:

(3) Como é o caso da inflação, a repulsão faz parte do próprio espaço: quanto maior o universo se torna, com mais força ele se expande, resultando numa expansão potencialmente infinita (OVERBY, 2014)

Essa é uma característica em comum que encontramos em praticamente todos os materiais por nós analisados: a utilização de um discurso da ciência na busca de uma impessoalidade⁵¹. O locutor aqui está “apenas” nos dizendo o que está de acordo com o modelo Λ CDM, mas, de forma implícita, corrobora com sua visão de mundo.

Já referente aos enunciadores, percebemos que nesse primeiro texto estão presentes três tipos deles: o primeiro [E1] apresenta visões condizentes com os mitos propostos por McComas (1998), o segundo [E2] a visão do cientista e, por último, [E3] a visão do historiador.

Utilizando os conceitos de *posto* (*p*), *pressuposto* (*pp*) e *subentendido* (*s*), vamos inicialmente analisar recortes referente à [E1]:

(3) Mais tarde ele [Einstein] abandonou a ideia da constante cosmológica, descrevendo-a como um erro, mas ela foi trazida de volta 15 anos atrás quando astrônomos descobriram que a expansão do Universo está acelerando devido a um fator misterioso chamado energia escura (OVERBY, 2014)

p – Einstein teve a ideia da constante cosmológica e a abandonou. Anos depois, quando foi descoberto a expansão acelerada do Universo devido a um fator misterioso, os astrônomos retomaram com essa ideia.

pp – Mesmo quando um cientista de renome abandona uma ideia, ela pode retornar devido a fatores empíricos.

s – O desenvolvimento teórico da ciência está a serviço do desenvolvimento experimental, já que uma ideia antes rejeitada pode ser *trazida de volta* quando há uma comprovação empírica que necessite dessa ideia.

Aqui chegamos ao décimo mito apresentado por McComas (1998, p.64, tradução nossa), o de que “experimentos são a principal rota para o conhecimento científico”⁵². Um pouco mais à frente no texto, Overby (2014) nos apresenta outra visão coerente com [E1] e com esse mito:

⁵¹ Como veremos posteriormente, o discurso da história também é utilizado para tal.

⁵² Esse recorte também apresenta a visão de [E3], mas entendemos que a visão [E1] é predominante.

(4) Supondo que sejam confirmados, os resultados obtidos pelo Bicep2 vão eliminar a maioria das versões da inflação que já foram propostas, incluindo a de Higgs, segundo Andrei Linde, físico da Universidade Stanford, na Califórnia.

p – Existem várias explicações para a inflação. Os resultados do Bicep2, se confirmados, podem *eliminar* diversas delas já propostas.

pp – Algumas das explicações já propostas para a inflação podem não estar de acordo com os resultados obtidos e por isso serão eliminadas.

s – O desenvolvimento teórico da ciência está a serviço do desenvolvimento experimental, já que uma ideia antes aceita pode ser *eliminada* quando há uma comprovação empírica que não esteja de acordo dessa ideia.

Passando agora para o segundo enunciador, [E2], que apresenta a visão do cientista. Esse enunciador muitas vezes está atrelado ao [E3], que apresenta a visão do historiador, de maneira semelhante à associação de [L] com [I].

(5) Há anos os cientistas incorporam a inflação em seu modelo-padrão do Universo, sem conseguir comprová-la. [...] A pergunta que se coloca agora para os astrônomos e físicos é entender o que causou a inflação. O que é essa coisa que “vira a gravidade de ponta-cabeça” – nas palavras de Alan Guth, do Massachusetts Institute of Technology [...]? Einstein introduziu a noção de antigravidade – a constante cosmológica –, fator que ele usou para explicar por que o Universo não desaba (OVERBY, 2014)

p – Os cientistas ainda não sabem o que causou o efeito da inflação, mesmo utilizando-a em seu modelo-padrão, e uma das propostas foi feita por Einstein. Essa proposta viraria a gravidade de ponta-cabeça e impediria que o Universo desabasse.

pp – Ainda existem questões que não foram completamente resolvidas pela ciência. Porém, existe um modelo-padrão que os cientistas utilizam e a inflação já está incorporada a ela, mesmo sem uma comprovação. Os efeitos do modelo inflacionário já são conhecidos, mas não exatamente a sua origem. Uma das alternativas é a constante cosmológicas, introduzida por Einstein para manter a estabilidade do Universo.

s – O modelo inflacionário, mesmo não tendo uma comprovação *empírica*, é grandemente utilizado pelos cientistas em seu modelo-padrão e, por isso, é tão necessário que se dê tal comprovação. Essa é uma questão aberta da ciência que os cientistas estão tentando

desvendar a décadas, já que o Einstein também estava investigando essa questão, propondo a constante cosmológica, que explicaria a estabilidade do Universo.

Embora nesse recorte a visão predominante seja a de [E2], vemos um pouco de [E3] também quando ele cita que Einstein já havia proposto uma solução para o problema, ou seja, que ao menos a algumas décadas que a busca por uma explicação existe, ou então quando dizem que já fazem *anos que os cientistas incorporam a inflação em seu modelo padrão*.

Outro recorte em que tanto os enunciadores [E2] e [E3] podem ser observados é o seguinte:

(6) De acordo com a teoria da inflação, as ondas detectadas pelo Bicep2 são imagens ampliadas das hipotéticas partículas chamadas grávitons, que transmitiriam a gravidade na teoria quântica. Diz a teoria que os grávitons são produzidos pelo mesmo processo pelo qual os buracos negros vazam. Este é conhecido como a radiação de Hawking, alusão ao renomado teórico dos buracos negros Stephen Hawking, da Universidade Cambridge, que o descobriu em 1973 (OVERBY, 2014)

p – Hawking *descobriu* um tipo de radiação em 1973, que explica como buracos negros diminuem e como os hipotéticos grávitons são produzidos. Já de acordo com outra teoria, a da inflação, os grávitons produzem ondas gravitacionais, detectadas pelo Bicep2, além *de transmitiriam a gravidade na teoria quântica*.

pp – A radiação Hawking, embora já *descoberta* pelo físico, ainda está sendo buscada por equipes de cientistas a partir das ondas gravitacionais, que são geradas por uma entidade hipotética chamada gráviton, que também determinam a gravidade dentro da teoria quântica. Além disso, a radiação Hawking também explica como buracos negros podem perder massa.

s – Stephen Hawking *descobriu* em 1973 uma determinada radiação, que necessita da comprovação. Os cientistas da Bicep2 detectaram o que poderia ser essa comprovação, as ondas gravitacionais, que podem ser produzidas pelos grávitons, entidades hipotéticas que ainda não foram detectadas. Essas entidades hipotéticas são explicadas pela radiação Hawking, que, além disso, também explica a perda de massa dos buracos negros.

Nesse primeiro texto, notamos algo interessante: quando o locutor expressa sua existência no mundo [1], a partir de um julgamento, apresentado no recorte (2), vemos uma predileção da premiação para o físico que predizia um resultado possível, ao invés da equipe que o detectou. Podemos fazer um paralelo desse julgamento com um dos fatores atribuídos por Brush (1999 p. 196, tradução nossa) para a aceitação da teoria da relatividade geral por

parte da academia: “pode-se perguntar se a deflexão de luz forneceu melhor evidência para a teoria de Einstein do que a órbita de Mercúrio, *porque* era uma nova previsão”.

Contudo, referente aos enunciadores, nos três detectados no texto temos uma predileção pelo dados experimentais sobre o desenvolvimento teórico, em maiores graus para [E1] e em menores para [E2] e [E3].

Porém, a imagem de Einstein só é aqui evocada para dizer que ele *introduziu a noção de antigravidade – a constante cosmológica*. Isso muito provavelmente se deve ao caráter dessa “primeira” detecção das ondas gravitacionais: como o próprio texto nos diz, essas detecções seriam “marcadores da chamada teoria da inflação, a força que injetou o ‘bang’ no Big Bang” (OVERBY, 2014). Com isso, as imagens do Big Bang e da teoria da inflação estão muito presentes, mais até do que o próprio conceito das ondas gravitacionais.

Vamos agora analisar o segundo texto, esse publicado pelo *O Estado de São Paulo*, das detecções que ocorreram em 2016.

7.1.2 Físicos americanos anunciam detecção de ondas gravitacionais [T2]

Essa notícia é do dia 11 de fevereiro de 2016, dia em que a equipe do LIGO anunciou a detecção das ondas gravitacionais, pelo jornal *Estado*. A notícia foi escrita por Fábio de Castro, jornalista formado pela Universidade de São Paulo, com especialização em jornalismo científico e que, antes de trabalhar para o *Estado* – onde trabalha desde 2014 –, foi editor da Agência FAPESP por seis anos. Diferentemente da notícia anterior, essa foi escrita por um jornalista nacional sem uma formação científica de fato, apesar de possuir uma especialização e escrever há mais de uma década sobre assuntos científicos.

A notícia se trata da detecção das ondas gravitacionais de 2016 e nela nós também encontramos os três locutores, [L], [I] e [LI]. Temos para caracterizar o locutor enquanto responsável pela enunciação [L], selecionamos o seguinte recorte:

(7) Cientistas dos Estados Unidos anunciaram nesta quinta-feira, 11, uma descoberta histórica: pela primeira vez foram detectadas as ondas gravitacionais previstas por Albert Einstein em sua Teoria Geral da Relatividade, publicada há cem anos (CASTRO, 2016)

Esse é o primeiro parágrafo desse texto. Embora vejamos que, assim como no recorte (1), não exista uma total desvinculação entre [L] e [I], já que há algum juízo de valor (*uma descoberta histórica*), é interessante notar que logo no primeiro parágrafo a imagem de Einstein já é evocada. Isso é uma constante nos textos desse período. Dos 15 textos – sem considerar os materiais em vídeo – publicados no mês de fevereiro de 2016, dois terços deles citam Einstein logo no primeiro parágrafo.

O momento em que encontramos uma presença maior do locutor no mundo [I] pode ser representado pelo recorte abaixo:

(8) Segundo a teoria [da relatividade geral], a distorção causada por corpos muito grandes e acelerados deveriam produzir ondas no espaço-tempo, de maneira semelhante às ondulações produzidas por uma pedra atirada na água (CASTRO, 2016)

A utilização de analogias só tem significado se o locutor está presente no mundo, já que a “analogia feita pode revelar algo sobre a imagem que o locutor tem do empreendimento científico” (CARDOSO et al, 2015, p. 244). Nesse caso, o locutor, ao tentar transformar *ondas no espaço-tempo* em *ondulações produzidas por uma pedra atirada na água*, na verdade está tentando facilitar a visualização para o leitor de o que seria o espaço-tempo. Em outras palavras, ao invés de um conceito abstrato, ele tenta trazer o conceito para as proximidades de quem ele acredita que será o leitor de sua matéria, mesmo que perca, com isso, características da natureza do espaço-tempo.

Além desse recorte, identificamos [I] em diversas passagens, mas sempre na voz de terceiros, ou seja, dentro do esquema chamado por Carel e Ducrot (2010) de “segundo X, q”, como no seguinte recorte:

(9) Segundo Reitze, [...] a descoberta abre uma nova “janela para o Universo”. “O sinal detectado foi exatamente o previsto por Einstein. Mas estamos mesmo animados é com o que virá agora. É algo grandioso, porque, além de confirmar as previsões de Einstein, também poderemos detectar coisas que nem são esperadas.” (CASTRO, 2016)

Analisaremos mais a fundo o recorte (9) ao entrarmos no quesito dos enunciadores, mas, referente ao locutor [I], vemos o juízo de valor quando é dito que a descoberta *é algo grandioso* e a possibilidade de *detectar coisas que nem são esperadas*. Contudo, vamos antes representar o último locutor, o locutor imparcial [LI]. Nesse caso, duas formas foram utilizadas para alcançar essa impessoalidade: o discurso da ciência – recortes (10) e (11).

(10) Gabriela González, responsável pelo programa Ligo na Universidade da Luisiana, explica que os físicos, até agora, usam o espectro eletromagnético – que inclui a luz visível, o raio X e o infravermelho, por exemplo – para fazer suas descobertas. Mas o novo experimento prova que também é possível estudar o Universo a partir de outros tipos de ondas existentes (CASTRO, 2016)

(11) No fim de 1915, Einstein revolucionou a física ao propor que a gravidade não é uma força de atração, mas uma distorção no tecido do tempo-espaco produzida por objetos que possuem massa (CASTRO, 2016)

Mesmo se utilizando do discurso da ciência e da história, podemos ver que em ambos os recortes o locutor se utiliza de algum “fato” para corroborar o que defende como ser no mundo. No recorte (10), por exemplo, ele inicia com uma explicação dada por uma pesquisadora da equipe do LIGO sobre como as observações são feitas e que agora a detecção *prova* que há outras maneiras de se estudar o Universo. Já no recorte (11), o locutor diz que Einstein *revolucionou* a ciência e, posteriormente, utiliza-se de um “fato científico” para corroborar essa revolução.

Vamos agora analisar os enunciadores que percebemos presentes no texto, [E1] e [E2]. O enunciador [E3] é muito sutil, embutido muito pouco ao [E2]. Iniciando por [E1], cujas visões são condizentes com mitos acerca da ciência.

(12) “Em 14 de setembro, tudo mudou”, disse o físico Kip Thorne, um dos responsáveis pela criação do Ligo, nos anos 1990. “Graças a essa descoberta, a humanidade embarca na maravilhosa exploração dos lugares mais extremos do Universo.” (CASTRO, 2016)

p – Uma descoberta, feita no dia 14 de setembro, transformou a ciência, e ela permite que a humanidade explore outros lugares do Universo.

p – A detecção das ondas gravitacionais altera a perspectiva da astronomia a partir do dia que ela foi realizada, e ela permite que a humanidade explore lugares mais distantes do Universo.

s – Existem descobertas que alteram completamente a ciência. Essas descobertas são automaticamente aceitas e existe até uma data para quando essa mudança ocorreu. A descoberta das ondas gravitacionais também permite que a humanidade avance para direções do Universo que anteriormente não eram possíveis serem observadas.

Aqui nesse recorte nos deparamos com a visão mítica acerca da ciência de que a aceitação de um novo conhecimento científico é automática. Vimos já na **Seção 4.4**, com o caso da aceitação acadêmica da teoria da relatividade geral, que nem sempre é isso que ocorre. Outro exemplo disso é a própria detecção que ocorreu em 2014, cujo texto [T1] analisamos previamente: os dados não estavam claros e, posteriormente, com uma revisão, percebeu-se que não se tratavam de ondas gravitacionais, mas sim de ruídos de poeira cósmica.

Um recorte aqui já citado também possui uma análise semelhante:

(11) No fim de 1915, Einstein revolucionou a física ao propor que a gravidade não é uma força de atração, mas uma distorção no tecido do tempo-espaço produzida por objetos que possuem massa (CASTRO, 2016)

p – Einstein revolucionou a física quando alterou o conceito de gravidade de uma força de atração para uma distorção no espaço-tempo.

pp – O conceito de gravidade pôde ser alterado por Einstein e isso foi uma revolução.

s – Os conceitos que fundamentam a física não são estáticos. Eles podem ser alterados com o tempo e, quando isso ocorre, é uma revolução.

Embora o conceito de revolução científica seja longamente estudado pela epistemologia da ciência, percebemos um imediatismo nesse recorte. Pela maneira como ele está estruturado, entendemos que, assim que a teoria da relatividade foi proposta, automaticamente *revolucionou* a física, como se a academia de imediato tivesse aceitado – ou mesmo entendido – a concepção de gravidade proposta por Einstein.

Agora, vamos voltar a um outro recorte, (9), para analisá-lo como representação do [E2]:

(9) Segundo Reitze, [...] a descoberta abre uma nova “janela para o Universo”. “O sinal detectado foi exatamente o previsto por Einstein. Mas estamos mesmo animados é com o que virá agora. É algo grandioso, porque, além de confirmar as previsões de Einstein, também poderemos detectar coisas que nem são esperadas.” (CASTRO, 2016)

p – A descoberta é grandiosa, pois é exatamente o que Einstein previu e permite aos cientistas observarem o Universo através de uma *nova janela e detectar coisas que nem são esperadas*.

pp – A previsão feita por Einstein foi detectado com precisão, mas o que anima os cientistas são as previsões futuras, já que essa detecção permitirá observar novos fenômenos.

s – A ciência não sabe tudo que existe no Universo. A detecção das ondas gravitacionais permitirá que os cientistas explorem *coisas que nem são esperadas*. Além disso, a predição feita por Einstein acerca da existência das ondas foi precisa, já que foi *exatamente* o que foi detectado.

Vemos assim uma visão [E2] interessante. Devido à precisão da detecção, agora o aparato experimental pode ser utilizado para que a astronomia se desenvolva mais, detectando um novo tipo de onda. Isso é coerente com o recorte (10), quando é dito que “novo experimento prova que também é possível estudar o Universo a partir de outros tipos de ondas existentes” (CASTRO, 2016). Assumir o caráter incompleto da ciência pode ser interessante, desde que não recaia em uma visão salvacionista.

Percebemos, ao analisar esse texto, a presença dos três locutores e de apenas dois enunciadores, [E1] e [E2]. Além disso, Castro utiliza-se de diversas falas de uma variedade de pesquisadores: David Reitze, Gabriela Gonzáles, Kip Thorne, Stephen Hawking e George Matsas. Talvez o fato que acarretou isso seja a urgência em desenvolver um material para divulgar rapidamente a detecção.

Em comparação com [T1], vemos que a presença de Einstein é muito mais forte nesse texto. Encontramos sua imagem – ou da teoria da relatividade geral – no discurso dos três locutores e de ambos os enunciadores. Vamos agora analisar a última notícia selecionada de grupo, acerca do prêmio Nobel de 2017, para vermos como a aparição de sua imagem evolui.

7.1.2 Nobel de Física vai para cientistas que detectaram ondas gravitacionais [T3]

A notícia veiculada pela *Folha* em outubro de 2017 foi redigida por Fernando Tadeu Moraes, formado em matemática pela Unesp e mestre em filosofia pela UFSC. Entrou como trainee em 2012 e, no final do mesmo ano, se tornou repórter de ciência do jornal. Dessa forma, o autor possui um terceiro perfil quando comparamos com [T1] e [T2]. Embora possua uma formação científica, ela não é uma formação física, como era o caso de [T1], e muito menos uma formação jornalística, como no caso de [T2].

Ao analisarmos essa reportagem, nos deparamos com os três locutores, [L], [I], e [LI]. Caracterizando o primeiro dos três locutores, apresentamos o seguinte recorte:

(13) A observação direta dessas ondas restava como a última das grandes previsões da Teoria da Relatividade Geral ainda a ser provada. O prêmio deste ano não foi exatamente uma surpresa (MORAES, 2017)

Novamente, há uma proximidade entre [L] e [I], mas há momentos em que a presença do locutor no mundo é mais evidenciada. Caracterizando [I], selecionamos o seguinte recorte:

(14) O detector utilizado, o Ligo, começou a ser concebido no início dos anos 1990 e constitui uma das maiores realizações tecnológicas da história (MORAES, 2017)

Esse tipo de julgamento, sobre o LIGO ser *uma das maiores realizações tecnológicas da história*, só pode ser realizada por um ente no mundo, caracterizando [I]. Já para [LI], o locutor impessoal, encontramos uma situação muito parecida com [T1]: a utilização do discurso científico – recorte (15) – e histórico – recorte (16) – para tentar alcançar uma impessoalidade.

(15) As duas equipes brasileiras que integram a colaboração Ligo tem papel distintos. O trabalho de Sturani é voltado para a análise e modelagem dos sinais captados, ao passo que o de Aguiar, mais experimental, é direcionado para o desenvolvimento de melhorias instrumentais do observatório (MORAES, 2017)

(16) Entre os cientistas premiados no passado estão Max Planck (1918), por ter lançado as bases da física quântica; Albert Einstein (1921), pela descoberta do efeito fotoelétrico; Niels Bohr (1922), por suas contribuições para o entendimento da estrutura atômica e Paul Dirac e Erwin Schrödinger (1933), pelo desenvolvimento de novas versões da teoria quântica (MORAES, 2017)

Embora tente alcançar essa impessoalidade, algumas escolhas foram realizadas para a elaboração desses dois recortes, de maneira mais evidente no recorte (16). Ele está “apenas” citando nomes que efetivamente foram laureados com o prêmio Nobel de Física, mas há a escolha de quais nomes serão citados. Trataremos melhor disso quando formos tratar dos enunciadores encontrado no texto.

Contudo, achamos aqui interessante também destacar outra escolha feita pelo autor que corresponde a esse locutor [LI], encontrada no parágrafo seguinte:

(17) O físico brasileiro César Lattes (1924-2005), que teve participação decisiva em uma das descobertas científicas mais importantes do século passado: a detecção do méson pi (ou pión), partícula que mantém prótons e nêutrons unidos no núcleo dos átomos, foi indicado ao Nobel de Física sete vezes, mas nunca levou o prêmio (MORAES, 2017)

Achamos intrigante a menção a um físico brasileiro, fato que não ocorreu nos outros textos por nós analisados e, por isso, achamos justo comentarmos o ocorrido.

Iniciando agora a análise dos enunciadores, encontramos os três enunciadores que também estão presentes em [T1]: o primeiro [E1] apresenta visões mítica acerca da ciência, o segundo [E2] a visão do cientista e, por último, [E3] a visão do historiador. Iniciando com a análise de [E1], vamos retomar o recorte (16):

(16) Entre os cientistas premiados no passado estão Max Planck (1918), por ter lançado as bases da física quântica; Albert Einstein (1921), pela descoberta do efeito fotoelétrico; Niels Bohr (1922), por suas contribuições para o entendimento da estrutura atômica e Paul Dirac e Erwin Schrödinger (1933), pelo desenvolvimento de novas versões da teoria quântica (MORAES, 2017)

p – Diversos cientistas foram laureados com o prêmio Nobel, devido a diversas descobertas e contribuições para a física.

pp – A maioria dos cientistas que foram laureados com o prêmio Nobel foi devido às suas contribuições individuais para a física.

s – As contribuições dadas à física são em sua maioria contribuições individuais. O desenvolvimento científico se dá pelo trabalho de alguns poucos cientistas.

Aqui nós vemos, com a seleção de quais prêmios citar, um suposto caráter individualista ciência. Contudo, isso não é algo exclusivo desse texto. McComas (1998, p. 68, tradução nossa) já nos evidencia que

A maioria provavelmente aceitaria a premissa de que a ciência se baseia em trabalhos anteriores, mas que grandes descobertas científicas são feitas por grandes cientistas. Mesmo os prêmios Nobel reconhecem as conquistas de cientistas individuais, em vez de equipes de pesquisa. Portanto, a ciência deve ser uma busca solitária e individual

Agora, caracterizando o enunciador [E2], vamos analisar o recorte (18):

(18) A capacidade do Ligo de captar as ondas gravitacionais abriu um novo mundo para a astronomia. "Ele permite observar o Universo de uma outra forma, diferente da proporcionada por ondas eletromagnéticas, neutrinos ou raios cósmicos", diz o físico Odylio Aguiar, pesquisador do Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e que também integra a colaboração Ligo (MORAES, 2017)

p – A detecção das ondas gravitacionais *abriu um novo mundo*, possibilitando a observação do Universo de outras formas de ondas.

pp – É possível observar o Universo de outras maneiras que antes não eram possíveis graças à detecção das ondas gravitacionais, já que agora a astronomia pode observar além de *ondas eletromagnéticas, neutrinos ou raios cósmicos*.

s – Ainda há questões experimentais que impedem um completo desenvolvimento científico. A detecção das ondas gravitacionais possibilitou um avanço para a ciência, pois agora temos mais uma forma comprovada de observar o Universo.

É interessante compararmos a análise desse recorte com a análise feita do recorte (12), no texto [T2]. Embora ambos ressaltem a possibilidade de novas explorações e descobertas acerca do Universo, as maneiras como são colocadas são bastante distintas. Enquanto no recorte (12) há um imediatismo acerca da aceitação da detecção, o recorte (18) não apresenta esse caráter, ressaltando o avanço científico que essa detecção pode resultar.

Nesse texto, a imagem do Einstein aparece principalmente quando o enunciador é [E3], como no seguinte recorte:

(19) Previstas pelo físico Albert Einstein (1879-1955) há um século, essas ondas são perturbações no tecido que os físicos denominam espaço-tempo e se propagam na velocidade da luz. [...] A observação direta dessas ondas restava como a última das grandes previsões da Teoria da Relatividade Geral ainda a ser provada (MORAES, 2017)

p – A previsão feita a um século por Einstein acerca das perturbações no espaço-tempo foram observadas de forma direta, confirmando *a última das grandes previsões* de sua teoria.

pp – Há um século se busca por uma detecção direta das ondas gravitacionais, previstas por Einstein na teoria da relatividade geral, que são perturbações no espaço-tempo.

s – Detecções diretas das previsões de Einstein ainda eram buscadas mesmo um século após da predição. Todas as outras grandes previsões já haviam sido confirmadas e as ondas gravitacionais eram o que faltava ser provada dentro de sua teoria.

Vemos que, diferentemente dos dois textos anteriores, em [T3] a imagem de Einstein é utilizada principalmente em [E3]. Enquanto em [T1] ele é evocado principalmente em uma mistura de [E2] e [E3] e, em [T2], sua imagem aparece relacionado a todos os locutores e aos dois enunciadores detectados, [E1] e [E2], em [T3] sua imagem está em [E3]. Percebemos, com isso, uma evolução temporal no uso de sua imagem e de sua teoria: inicialmente, em [T1], como a primeira notícia da suposta detecção de 2014 estava mais relacionada a ondas primordiais do

Big Bang e à teoria inflacionária, seu nome não era tão utilizado; posteriormente, com a detecção de 2016, sua imagem foi evocada constantemente. Teorizamos que isso seja um efeito de dois fatores: o primeiro, o público-alvo dos textos pertencentes a esse grupo; o segundo, a urgência de dar credibilidade à notícia da detecção das ondas gravitacionais. Contudo, após o estabelecimento da importância de tal feito, não foi mais necessário evocar com tanta frequência a sua imagem, resultando na análise feita de [T3].

Precisamos agora analisar os textos dos outros grupos para constataremos – ou não – essa nossa teoria, a partir de uma mudança de público-alvo com a revista *Galileu*.

7.2 Grupo 2: Revista Galileu

Novamente, recapitulando o que foi dito na **Seção 6.3**, o perfil dos leitores da revista *Galileu* é distinto do perfil do Grupo 1 principalmente pela faixa etária: enquanto na *Folha* e n’*O Estado* a faixa etária predominante seja dos 25 aos 34 anos, na revista a maioria dos leitores estão entre os 15 e 24 anos. Outro diferencial é que a revista se propõe a trazer assuntos “de ciência, tecnologia, comportamento e política. Ela tira o leitor da zona de conforto ao tratar de assuntos polêmicos, explica o mundo de igual para igual, como um amigo inteligente e descolado e ajuda o leitor as questões do seu dia a dia” (REVISTA GALILEU, 2015).

7.2.1 Dois buracos negros vão colidir na constelação de Virgem [T4]

O primeiro texto que analisaremos desse grupo foi publicado em setembro de 2015 e trata de uma possível colisão entre dois buracos negros em um sistema binário. A matéria foi escrita por André Jorge de Oliveira, formado em jornalismo pela Faculdade Cásper Líbero e que, desde 2014 trabalha como repórter da revista *Galileu*. Até onde conseguimos pesquisar, não possui nenhuma especialização específica em ciências e/ou jornalismo científico, diferentemente de, por exemplo, Fábio de Castro, autor de [T2].

Ao analisarmos os locutores presentes nesse texto, encontramos os três locutores já definidos: O locutor enquanto responsável pela enunciação [L]; o locutor enquanto ser no mundo [I]; por fim, o locutor impessoal [LI]. Para caracterizar [L], temos o seguinte recorte:

(20) Em uma região muito distante da Terra, nas profundezas da constelação de Virgem, dois buracos negros monstruosos estão prestes a se chocar. O evento cataclísmico vai ocorrer a 3,5 bilhões de anos luz daqui, e quando digo que eles estão “prestos a se chocar”, não se engane - estou falando em termos cósmicos (OLIVEIRA, 2015)

Logo de início já percebemos que essa reportagem apresenta uma linguagem mais informal do que as anteriormente analisadas por nós do Grupo 1, graças a expressões como *quando digo* ou então *não se engane*, condizente com a proposta da revista. Logo na continuação do recorte (20), está um exemplo do segundo tipo de locutor identificado, [I]:

(21) A colisão deve acontecer só daqui a 100 mil anos. Para a escala de tempo humana, isso é uma eternidade, mas quando o papo é sobre estrelas ou buracos negros, esse período não passa de um piscar de olhos (OLIVEIRA, 2015)

A utilização da expressão *piscar de olhos* para caracterizar a passagem de 100 mil anos para uma estrela, em comparação com a *escala de tempo humana*, demonstra a presença do locutor no mundo, tentando aproximar uma escala de tempo muito fora do alcance da percepção humana.

Já para [LI], vemos o mesmo fenômeno presente nos textos anteriores – a utilização do discurso científico para tentar alcançar uma impessoalidade. Um pouco após o recorte (21), Oliveira (2015) continua:

(22) E tem mais: no momento crítico em que as duas estruturas colidirem, tamanha violência deve **liberar uma grande quantidade de ondas gravitacionais, que são deformações propagadas pelo tecido do espaço-tempo** previstas pela teoria da relatividade geral de Einstein

Assim, logo no início do texto já detectamos os três locutores. Já referente aos enunciadores, conseguimos perceber também dois enunciadores já previamente caracterizados, o primeiro [E1] apresenta visões condizentes com os mitos propostos por McComas (1998), o segundo [E2] a visão do cientista. Para representar o primeiro deles, [E1], selecionamos e analisamos o recorte a seguir:

(23) Intrigados com a constatação, Haiman e seus colegas desenvolveram um modelo teórico para explicar a variação repetitiva [do brilho de um quasar] e acabaram obtendo informações mais detalhadas sobre o quasar. [...] O mais interessante é que o modelo pode ser aplicado a outros buracos negros binários, que vêm sendo descobertos aos montes (OLIVEIRA, 2015)

p – Um modelo teórico foi construído para explicar uma variação repetitiva do brilho de um quasar. Esse modelo forneceu mais informações e pode ser utilizado para outros buracos negros binários.

pp – Um fato observado incentivou a criação de um modelo, que, além de fornecer *informações mais detalhadas sobre o quasar, também pode ser aplicado a outros buracos negros binários.*

s – Os modelos desenvolvidos podem, de alguma maneira, acessar uma determinada realidade, já que com eles conseguimos não só descrever questões que já foram observadas, mas também podemos obter novas informações e aplica-los a outros objetos.

As questões acerca de o que é realidade e se podemos acessá-la são extremamente complexas e há muito tempo trabalhadas pela filosofia. Sobre a questão mais ampla, podemos recorrer a Abbagnano (2007, p. 830), quando diz: “O problema suscitado diretamente pela noção de R[ealidade] é o da existência das coisas ou do “inundo exterior”. Esse problema nasceu com Descartes, ou seja, com o princípio cartesiano de que o objeto do conhecimento humano é somente a idéia”

Porém, a respeito de modelos acessarem a realidade McComas (1998, p. 67, tradução nossa) diz que esse é um mito acerca da ciência. “Ele [o modelo] permite tanto previsões quanto explicações e, portanto, deve ser verdadeiro. Um realista diria que é verdade, enquanto um instrumentalista diria que isso não importa, desde que haja algo a ser ganho mantendo a idéia em mente”.

O recorte selecionado para caracterizar [E2] é o seguinte:

(24) O cenário é promissor para que uma colisão seja identificada ainda na próxima década e, conseqüentemente, para que as elusivas ondas gravitacionais possam, enfim, ser detectadas. “A detecção das ondas gravitacionais nos permite sondar os segredos da gravidade e testar a teoria de Einstein no ambiente mais extremo de nosso universo - buracos negros”, afirmou o principal autor do estudo, o estudante de graduação Daniel D’Orazio, também de Columbia. “Chegar lá é o santo graal de nosso campo.” (OLIVEIRA, 2015)

p – Na próxima década provavelmente as ondas gravitacionais sejam detectadas. Essa detecção *nos permite sondar os segredos da gravidade e testar a teoria de Einstein.* Conseguir essa detecção *é o santo graal* da área.

pp – Com a colisão identificada, as *elusivas* ondas podem ser detectadas. A sua detecção é algo muito ansiado pelos cientistas, já permitirá investigar mais sobre a gravidade e testar a teoria da relatividade geral.

s – Algumas descobertas são mais ansiadas pelos cientistas do que outras, dependente de seu campo de atuação, graças ao potencial de realizar novas observações ou testar teorias.

Achamos interessante a referência feita por Daniel D’Orazio à imagem do santo graal, pouco após citar a imagem de Einstein. Assim como em [T1], a imagem dele e da teoria da relatividade são evocadas de maneiras breves, uma no recorte (22) e a segunda no recorte (24). Embora não tenhamos aqui analisado profundamente o recorte (22), já que o locutor [LI] está “apenas” informando uma definição de o que são as ondas gravitacionais, no recorte (24) nós percebemos que a sua imagem é trazida dentro do enunciador cujas visões são compatíveis com a do cientista [E2].

Vamos analisar o segundo texto desse grupo, agora uma notícia específica sobre a detecção de 2016.

7.2.2 Cientistas brasileiros na equipe que encontrou as ondas gravitacionais de Einstein [T5]

Esse segundo texto foi escrito por Cláudia Fusco, com a parceria de Fellipy Silva, Eduardo Cypriano e Odylio Denys de Aguiar e publicado dia 11 de fevereiro de 2016, dia do anúncio da detecção das ondas gravitacionais. Fusco também possui formação em jornalismo pela Faculdade Cásper Líbero, mas diferentemente de André Oliveira, autor de [T4], Cláudia trabalhou apenas seis meses na revista *Galileu*. Ela possui mestrado em literatura inglesa e atualmente trabalha como produtora de conteúdo de um curso de inglês online, área bastante distinta da produção da revista.

Quanto aos locutores presentes nesse texto, detectamos [L], [I] e [LI]. Assim como ocorreu com [T2], logo no primeiro parágrafo o nome de Einstein já está presente, e utilizaremos esse recorte para caracterizar o locutor [L].

(25) Hoje é um dia histórico para a ciência. Um século depois que Albert Einstein previu a existência de ondas gravitacionais, cientistas encontram a comprovação de

que essas pequenas ondulações no espaço-tempo realmente estão por aí (FUSCO, 2016)

Podemos perceber um juízo de valor – *dia histórico para a ciência* –, mostrando que não há uma total dissociação entre [L] e [I]. Porém, encontramos momentos onde o locutor [I] é muito mais evidente e interessante de se analisar:

(26) **A descoberta é histórica e, muito provavelmente, renderá um prêmio Nobel a seus pesquisadores**, entre eles Kip Thorne, astrofísico conhecido por, entre muitos outros projetos, ter colaborado no roteiro do filme "Interestelar" (FUSCO, 2016)

Vemos aqui um julgamento muito semelhante ao que está presente no recorte (2), em [T1], ou seja, dizer que uma determinada descoberta pode render uma premiação. Contudo, ao contrário de (2), como na detecção de 2016 não estava ligada com ondas primordiais, aqui o julgamento é favorável à equipe que detectou as ondas receber a premiação, e não o teórico que desenvolveu a teoria.

Assim como nos outros textos, o locutor [LI] também é caracterizado pela utilização do discurso científico e histórico para alcançar a impessoalidade. Começando com o discurso científico, temos o recorte (27).

(27) Quando o "ruído" é apresentado como som audível, as ondas revelam um som que rapidamente se torna mais agudo, seguido por um "ringdown", um padrão de radiação do buraco negro que se formou na colisão. De acordo com o sinal, **a colisão teria acontecido entre 600 milhões e 1,8 bilhões de anos atrás**. Para encontrarem a fonte das ondas gravitacionais, os pesquisadores precisaram triangular um sinal encontrado em diferentes máquinas espalhadas ao redor do mundo (FUSCO, 2016)

Conseguimos perceber uma maior especificidade técnica nesse recorte do que em comparação com os textos já analisado, provavelmente devido à colaboração com físicos que estavam diretamente ligados ao projeto, como o Olydio Aguiar, por exemplo. Agora, sobre o discurso histórico, conseguimos representar [LI] com o seguinte recorte:

(28) Em sua pesquisa, Einstein afirmou que qualquer evento cósmico que cause perturbação no espaço-tempo com força suficiente pode produzir ondulações gravitacionais que se propagam pelo Espaço. A Terra deveria estar cheia dessas ondas, mas quando elas nos alcançam, já estão muito enfraquecidas (FUSCO, 2016)

Já referente aos enunciadores, conseguimos detectar: [E1], que apresenta visões condizentes com os mitos propostos por McComas (1998), [E2], com a visão do cientista e, por

último, [E3], coerente com a visão do historiador. Iniciando a análise por [E1], vamos retomar o recorte (25):

(25) Hoje é um dia histórico para a ciência. Um século depois que Albert Einstein previu a existência de ondas gravitacionais, cientistas encontram a comprovação de que essas pequenas ondulações no espaço-tempo realmente estão por aí (FUSCO, 2016)

p – O dia 11 de fevereiro de 2016 marcou a história, pois os cientistas comprovaram que *pequenas ondulações no espaço-tempo realmente estão por aí*, ondulações essas previstas por Einstein.

pp – A previsão feita há mais de um século por Einstein só foi comprovada agora, quando cientistas encontraram essa comprovação da existência real das *pequenas ondulações*.

s – Aos poucos a ciência consegue cada vez mais acessar a realidade. Embora as previsões sejam feitas, apenas uma comprovação empírica consegue acessar essa realidade.

Novamente, encontramos aqui uma referência a como a ciência consegue acessar a realidade, mas dessa vez, ao invés de ser puramente sobre os modelos científicos, temos aqui uma mistura da predição feita por Einstein com os aparatos científicos que realizaram a detecção.

Para caracterizar o enunciador [E2], selecionamos o seguinte recorte:

(29) Ela também abre um novo campo de pesquisa astronômica com foco em ondas gravitacionais, em que cientistas poderão ouvir as ondas emitidas por objetos espaciais, como supernovas, buracos negros e estrelas de nêutron, para aprender mais sobre eles. "Esse é o primeiro passo em um desenvolvimento ainda maior e mais empolgante", disse Ilya Mandel. [...] De acordo com ele, ondas gravitacionais serão "parte da caixinha de ferramentas que usamos para entender o Universo" (FUSCO, 2016)

p – A detecção das ondas gravitacionais abre um *novo campo* para a astronomia. Já que agora os cientistas podem *ouvir* o universo. Agora, o desenvolvimento será *ainda maior e mais empolgante*, pois os cientistas têm uma nova *parte da caixinha de ferramentas*.

pp – Agora, com a detecção das ondas gravitacionais, será possível observar novas informações acerca de *objetos espaciais*, já que conseguimos *ouvir* o universo. Assim, essa detecção é útil, pois serve de ferramenta para melhor *entender o Universo*.

s – As descobertas científicas possuem um caráter utilitário. Dessa forma, a busca pelas ondas gravitacionais não era única e exclusivamente para comprovar uma teoria, mas sim para que, a partir dela, os cientistas pudessem explorar outros objetos que antes não era possível.

A analogia da detecção das ondas gravitacionais como uma *parte da caixinha de ferramentas* é muito interessante, principalmente pois foi escrita no sistema “segundo X, q”. A fala de um físico nos mostrando esse caráter utilitário da ciência pode reforçar para o público a importância da descoberta.

Agora, como representação de [E3], o detectamos apenas atrelado ao enunciador [E2], como é visível ao retomarmos o recorte (28):

(28) Em sua pesquisa, Einstein afirmou que qualquer evento cósmico que cause perturbação no espaço-tempo com força suficiente pode produzir ondulações gravitacionais que se propagam pelo Espaço. A Terra deveria estar cheia dessas ondas, mas quando elas nos alcançam, já estão muito enfraquecidas (FUSCO, 2016)

p – Einstein previu que todos os eventos cósmicos podem produzir ondas gravitacionais, mas que elas chegam muito enfraquecidas na Terra.

pp – A previsão de Einstein não só previa a existência das ondas gravitacionais, mas também a dificuldade de as observar da Terra.

s – Os cientistas já sabiam desde o início o desafio que detectar as ondas gravitacionais seria, pois elas já foram teorizadas como chegado à Terra com pouca energia.

Consideramos interessante essa afirmação feita no recorte (28). No artigo de 1937 escrito por Einstein e Rosen acerca das ondas gravitacionais, a única menção encontrada ao transporte de energia se dá no final do artigo, quando os autores dizem que “[o]ndas progressivas, portanto, produzem uma mudança secular na métrica. Isso está relacionado ao fato de as ondas transportarem energia, que está ligada a uma mudança sistemática no tempo de uma massa gravitacional localizada no eixo $x = 0$ ” (EINSTEIN e ROSEN, 1937, p. 54, tradução nossa).

Já em um outro artigo, escrito por Rosen e Virbhadra (1993, p. 429, tradução nossa), nos é dito que

Muitos anos atrás, um dos autores atuais investigou soluções das equações de campo de Einstein para o espaço vazio, descrevendo ondas gravitacionais cilíndricas. Ele descobriu que as densidades de energia e de momento dessas ondas, calculadas com

a ajuda do pseudo-tensor de Einstein, desapareceram. Posteriormente, em uma carta ele apontou que esse resultado era devido ao fato de que os componentes do pseudo-tensor foram calculados em um sistema de coordenadas polares cilíndricas e que, se em vez disso usarmos coordenadas cartesianas, verificamos que as densidades de energia e momento são diferentes de zero e têm valores razoáveis

Contudo, até onde conseguimos investigar, não encontramos algum artigo que Einstein diretamente diga que as ondas gravitacionais seriam muito sutis para serem detectadas. O que encontramos foram terceiros, como Weber (1960), dizendo isso, mas mesmo analisando as referências por ele citada não encontramos essa evidência direta.

Dessa forma, finalizamos a análise desse texto. Percebemos que assim com [T2], ele evoca a imagem de Einstein logo no primeiro parágrafo, mas, ainda em comparação com esse texto, possui certas rigorosidades técnicas a mais. Embora também tenha sido publicado no dia 11 de fevereiro de 2016, ele não apresenta uma gama excessiva de falas de pesquisadores, como visto em [T2]. Porém, mesmo assim, o texto ainda chama mais vezes a imagem de Einstein e da teoria da relatividade quando comparado com [T4], aparecendo tanto no enunciador [E1] e [E3] – que, até onde nos foi possível investigar, apresenta algumas informações históricas de uma maneira não muito precisa.

Precisamos agora analisar o último texto desse grupo, novamente referente à premiação do Nobel de física de 2017.

7.2.3 Nobel de Física vai para cientistas que detectaram as ondas gravitacionais ***[T6]***

O último texto desse grupo foi publicado no mesmo dia de [T3], dia 3 de outubro de 2017. Contudo, diferentemente dos outros textos já analisados, que possuíam uma autoria clara – mesmo que fosse derivado de uma fonte internacional – o texto agora é assinado pela redação da *Galileu*, sem um autor claro. Ao menos dos textos acerca da detecção das ondas gravitacionais, isso aparenta ser uma política recente da revista: dos 17 textos que foram encontrados sobre o tema, cinco estão nesse padrão, mas todos eles foram publicados a partir de 2017.

Detectamos nesse texto os três enunciadores, [L], [I], e [LI]. Como representação de [I], selecionamos o seguinte recorte:

(30) Desde então, fenômenos do tipo já foram detectados mais quatro vezes. A mais recente no mês de setembro deste ano, com a ajuda de três aparelhos, a melhor detecção do tipo já feita (REVISTA GALILEU, 2017)

Embora pareça, a primeira vista, que o trecho *a melhor detecção já feita* seja um forte juízo de valor, isso pode ser parcialmente justificado ao observarmos a notícia veiculada pelo próprio LIGO acerca dessa detecção⁵³. Na notícia veiculada está descrito que esse era “primeiro sinal significativo de onda gravitacional registrado pelo detector Virgo, e destaca o potencial científico de uma rede de três detectores de ondas gravitacionais” (LIGO, 2017).

Agora, como representação do locutor [I], temos o seguinte recorte:

(31) As ondas gravitacionais foram previstas por Albert Einstein há mais de 100 anos e são produzidas por meio da colisão entre **dois buracos negros**. De acordo com o físico, qualquer evento cósmico com força o suficiente para causar uma perturbação no espaço-tempo pode produzir ondulações gravitacionais que se propagam pelo espaço — como quando você joga uma pedrinha no lago (REVISTA GALILEU, 2017)

Novamente, temos aqui a analogia da pedra no lago, presente no locutor [I] de [T2]. Assim, o texto está tentando facilitar a visualização para o leitor de o que seria uma perturbação no espaço-tempo. Em outras palavras, ao invés de um conceito abstrato, ele tenta trazer o conceito para as proximidades de quem ele acredita que será o leitor de sua matéria, mesmo que perca, com isso, características da natureza do espaço-tempo.

No caso do locutor [LI] vemos novamente a utilização do discurso histórico, mas não científico para esse texto, como no recorte selecionado abaixo:

(32) O LIGO é um projeto que reúne mais de mil cientistas do mundo inteiro, inclusive brasileiros. Ele foi criado por Weiss, Barish e Thorne, que desde os anos 1970 já estudavam a possibilidade de detectar as ondas gravitacionais (REVISTA GALILEU, 2017)

⁵³ Essa detecção na verdade ocorreu no dia 14 de agosto de 2017 e só foi anunciada no dia 27 de setembro do mesmo ano. Contudo, como não nos estenderemos acerca dela ao longo da análise, não entraremos nesse mérito.

É interessante percebermos que, nesse texto, não há a utilização do discurso científico na procura por uma impessoalidade. Nos momentos em que o discurso científico é evocado, ele está muito mais próximo de [I] do que de [LI], como no recorte (31).

Acerca dos enunciadores, esse é primeiro texto por nós analisado que não detectamos a presença de [E1], mas apenas de [E2] e [E3]. Talvez a razão para tal seja a extensão diminuta do texto, que mais se assemelha a uma nota.

Selecionamos o seguinte recorte para analisarmos que representa [E2]:

(33) Segundo o comunicado da organização do Nobel, "o sinal estava extremamente fraco quando chegou na Terra, mas já é uma revolução promissora para a astrofísica. As ondas gravitacionais são uma nova forma de observar os eventos mais violentos do espaço e de testar os limites do nosso conhecimento" (REVISTA GALILEU, 2017)

p – O sinal receptado era *extremamente fraco*, mas mesmo assim a detecção das ondas gravitacionais nos fornece novas maneiras de observar determinados eventos e *testar os limites do nosso conhecimento*.

pp – Certos eventos que antes não conseguíamos observar agora é possível graças à detecção das ondas gravitacionais, que representam uma *revolução promissora para a astronomia*.

s – O conhecimento humano não é algo completo. Novas descobertas podem ser revolucionárias para a ciência, pois possibilitam outras maneiras de observar determinados fenômenos e, assim, avançar com o conhecimento científico.

É curioso notarmos como algumas vezes a estruturação de um determinado recorte pode trazer significados completamente diferentes a ele. Se levarmos em consideração o recorte (11) presente em [T2], o verbo *revolucionar* está atrelado a um caráter imediatista, como se a proposição da teoria da relatividade geral automaticamente houvesse revolucionado a física. Aqui, em contraposição, temos uma revolução promissora, atribuindo um caráter temporal a ela. Da mesma forma, percebemos um leve utilitarismo nesse recorte, mas muito mais sutil se formos comparar com a análise do recorte (29) presente em [T5].

Caracterizando o enunciador [E3], selecionamos o seguinte recorte:

(34) O LIGO é um projeto que reúne mais de mil cientistas do mundo inteiro, inclusive brasileiros. Ele foi criado por Weiss, Barish e Thorne, que desde os anos 1970 já

estudavam a possibilidade de detectar as ondas gravitacionais (REVISTA GALILEU, 2017)

p – O LIGO é um projeto internacional, criado nos anos 1970 por pesquisadores que já buscavam detectar as ondas gravitacionais.

pp – Os criadores do LIGO já procuravam detectar as ondas gravitacionais há décadas e a empreitada se tornou um projeto internacional

s – O desenvolvimento científico não é algo solitário. Mesmo na década de 1970 diversos físicos estudavam a possibilidade de se detectar as ondas gravitacionais e, atualmente, o projeto conta com equipes do mundo todo.

A análise desse recorte é interessante ser contrastada com a análise feita para o recorte (16) em [T3], na qual chegamos ao subentendido de que as contribuições dadas à física são em sua maioria contribuições individuais.

De uma forma geral, o Grupo 2 segue o padrão temporal acerca da aparição da imagem de Einstein da mesma forma que no Grupo 1, porém os textos, de certa maneira, apresentam um pouco mais de rigorosidade técnica, como visto na análise do recorte (27). Mesmo assim, se considerarmos os três textos em conjunto, a imagem de Einstein está presente nos três locutores e nos três enunciadores com os quais estamos trabalhando nessas análises.

Iremos partir agora para analisar o Grupo 3, cujo público-alvo é bem distinto dos dois já trabalhados nas **Seções 7.1 e 7.2**.

7.3 Grupo 3: Revista Pesquisa FAPESP

Como já fizemos nas outras subseções, achamos importante recapitularmos um pouco do que foi apresentado na **Seção 6.3** para contextualizarmos as notícias que foram selecionadas nesse grupo. A revista *Pesquisa FAPESP* é focada em notícias acerca do desenvolvimento nacional da ciência, mas mesmo assim noticia importantes acontecimentos internacionais. Sobre seus leitores, ela própria define seus leitores como sendo

O leitor típico de *Pesquisa FAPESP* tem a mais alta qualificação intelectual e profissional. São pesquisadores e/ou professores, estudantes de pós-graduação, gestores de política de ciência e tecnologia de todo o país, parlamentares, executivos

e profissionais de Pesquisa e Desenvolvimento do setor privado. Quase 85% têm entre 35 e 54 anos. Na execução de seus projetos, eles tomam as decisões de compra (PESQUISA FAPESP, 20-?)

Assim, vamos agora iniciar a análise desse grupo, para vermos se encontramos diferenciações quando comparada com os outros dois grupos já analisados.

7.3.1 Ecos da gravidade [T7]

Esse primeiro texto desse grupo foi publicado em outubro de 2006, sendo o material mais antigo que analisaremos em detalhes. Ele foi publicado na edição número 128 da versão impressa, mas está igualmente disponível em versão digital no site da revista. Ela foi redigida por Carlos Fioravanti, formado em jornalismo e que trabalha como colaborador da revista desde 1999. A reportagem diz respeito ao Detector de Ondas Gravitacionais Mario Schenberg, cuja montagem iniciou-se em 2000 e, em 2016, foi transferido do Instituto de Física da USP para o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Ao analisarmos o texto, encontramos os três locutores: O locutor enquanto responsável pela enunciação [L]; o locutor enquanto ser no mundo [I]; por fim, o locutor impessoal [LI]. Representando [L], selecionamos o seguinte recorte, que abre o texto:

(35) Quando sobra tempo, o físico Sérgio Turano de Souza toca guitarra em uma banda de rock. Já não é lá muito assíduo aos ensaios e agora talvez tenha de faltar um pouco mais porque é um dos responsáveis pelo Detector de Ondas Gravitacionais Mario Schenberg, um equipamento único no país que começou a funcionar experimentalmente no dia 8 de setembro, sem hora certa para imprevistos (FIORAVANTI, 2006)

Logo em seguida, encontramos o primeiro recorte que utilizaremos para caracterizar [I]:

(36) Por enquanto não houve nenhum – ao menos nenhum tão desalentador quanto o transbordamento do lençol freático, seis anos atrás, sobre o fosso que era cavado para abrigar o detector (FIORAVANTI, 2006)

Além desse recorte, encontramos também novamente a analogia da pedra no lado, presentes em [T2] e em [T6]:

(37) [As ondas gravitacionais] Podem ser comparadas com as ondas que se formam quando atiramos uma pedra sobre a água de um lago, ainda que sejam extremamente fracas e, teoricamente, possam se propagar à velocidade da luz (FIORAVANTI, 2006)

Nossa analogia interessante foi encontrada nesse texto, que nos permite extrair algumas informações acerca de como o locutor vê o empreendimento científico:

(38) Ainda que entre só agora em uma corrida que já começou, conta com duas vantagens que resultam do fato de ser esférico: poderá captar as ondas que chegarem de todo o céu e determinar também a direção de onde vieram (FIORAVANTI, 2006)

A utilização da expressão *uma corrida que já começou* demonstra uma visão competitiva acerca do desenvolvimento científico que não havia sido detectada anteriormente nos outros textos analisados. Ela aparece em mais momentos, de formas mais sutis, ao longo do texto.

Representando [LI], selecionamos o seguinte recorte:

(39) Com os sensores definitivos, o detector poderá captar ondas gravitacionais nas frequências de 3.100 a 3.300 Hertz, que se encontra na faixa dos sons que podem ser captados pelo ouvido humano. Portanto, seria possível ouvir a vibração da esfera de bronze, desde que os sinais passassem por um microfone e fossem amplificados, já que a esfera se encontra envolta por vácuo (FIORAVANTI, 2006)

Aqui percebemos que o locutor se utiliza, novamente, do discurso científico para atingir uma impessoalidade. Contudo, diferentemente de [T5], na análise que fizemos do recorte (29), aqui o locutor explica com mais detalhes o que exatamente quer dizer quando se refere a *ouvir* os sinais recebidos.

Acerca dos enunciadores, percebemos apenas a presença dos enunciadores [E2] – a visão do cientista – e [E3] – visão do historiador. É interessante observarmos que, embora em vários momentos o texto possua uma linguagem mais informal, mesmo assim ele não recai em descrições míticas acerca do desenvolvimento científico.

Como representação do enunciador [E2], selecionamos o seguinte recorte para analisarmos:

(40) “É quase impossível que peguemos a primeira onda,” diz ele. “Mas serão os detectores esféricos que vão determinar a forma e a direção das ondas.” Aguiar acredita que os físicos brasileiros, caso cheguem a essas informações igualmente estratégicas, poderão então conversar de igual para igual com os representantes das

equipes à frente de equipamentos que custaram 400 vezes mais (FIORAVANTI, 2006)

p – É muito difícil que a equipe brasileira faça a primeira detecção das ondas gravitacionais, mas a tecnologia empregada no detector brasileiro pode fornecer informações *estratégicas* para permitir que os físicos nacionais conversem *de igual para igual* com equipes detentoras de detectores muito mais caros que o nosso.

pp – Embora o detector brasileiro seja muito mais barato que os detectores internacionais, ele pode fornecer informações que permitirão a comunidade científica nacional se igualar à internacional, mesmo que não sejamos os primeiros a detectarem as ondas gravitacionais.

s – Existe uma competitividade no desenvolvimento da ciência. Algumas equipes possuem um determinado capital científico graças a diversos fatores, entre eles os aparatos experimentais com os quais trabalham. Contudo, algumas informações podem ser tão eficazes quanto um aparato mais caro.

Esse é o primeiro exemplo por nós detectado de um recorte no qual uma competitividade entre grupos científicos está em evidência, ressaltando o que Bourdieu (2003, p. 35) chamaria uma das espécies de capital científico, o poder específico, “que repousa quase exclusivamente sobre o reconhecimento, pouco ou mal objetivado e institucionalizado, do conjunto de pares ou da fração mais consagrada dentre eles”.

Agora vamos analisar o próximo recorte que representa [E3]:

(41) Elas [as ondas gravitacionais] fascinam os físicos porque representam o último teste da Teoria da Relatividade Geral, formulada em 1916 por Albert Einstein – todas as outras previsões, como o desvio da luz ao passar perto de estrelas como o Sol, já foram comprovadas (FIORAVANTI, 2006)

p – As outras previsões feitas por Einstein já foram confirmadas, restando apenas as ondas gravitacionais e, por isso, elas *fascinam os físicos*.

pp – Einstein, na teoria da relatividade geral, previu diversos fenômenos, como a deflexão da luz próximo à corpos massivos, e a detecção das ondas gravitacionais representa o último teste que a teoria tem que passar.

s – As teorias científicas estão constantemente sendo testadas, já que o conhecimento científico não é estático.

Embora aqui cheguemos a uma conclusão semelhante a análise do recorte (11), não detectamos aqui o mesmo imediatismo que estava presente anteriormente. Da forma como a frase está estruturada, percebemos que o enunciador traz à tona a imagem da fluidez do desenvolvimento científico ao invés de um imediatismo revolucionário.

Ao analisarmos esse texto, percebemos que a principal diferença entre ele e os outros textos está na imagem que os locutores têm dos enunciadores [E2] e [E3]. Alguns detalhes foram aqui detectados que não estavam presentes nos textos passados, como a maior precisão para o que se quer dizer por *ouvir* as ondas gravitacionais ou até mesmo a citação acerca da deflexão da luz próxima ao Sol.

Acerca da imagem do Einstein, a única referência feita a ela no texto é a presente no recorte (41), ou seja, a partir do enunciador [E3]. Vamos agora analisar o segundo texto desse grupo para podermos comparar com esse.

7.3.2 Mais uma janela para o Universo [T8]

O segundo texto por nós analisado desse terceiro grupo, mantendo o padrão dos outros dois grupos anteriores, diz respeito à detecção das ondas gravitacionais em 2016. O texto foi redigido por Igor Zolnerkevic, físico formado em 2002 pela USP e com mestrado também em física pela Unesp. Quanto à área jornalística, trabalha como jornalista freelancer para a revista *Pesquisa FAPESP*. A reportagem foi lançada na edição 241 da revista, em março de 2016, e está disponível online no site da revista.

Mais uma vez, em nossa análise, conseguimos detectar os três locutores, [L], [I], e [LI]. Como representação do locutor [L], apresentamos o recorte (42), que abre o texto:

(42) No dia 14 setembro de 2015, os instrumentos do Observatório Interferométrico de Ondas Gravitacionais (Ligo), nos Estados Unidos, registraram pela primeira vez a passagem de ondas gravitacionais pela Terra. A observação comprovou a existência dessas deformações do próprio espaço, que Albert Einstein previu há 100 anos usando a sua Teoria da Relatividade Geral, de 1915 (ZOLNERKEVIC, 2016)

É interessante ressaltarmos que esse texto, assim como [T2] e [T5] que foram publicados no mesmo período desse, também evoca a imagem de Einstein e da teoria da relatividade geral logo em seu primeiro parágrafo.

Quanto ao locutor [I], selecionamos os seguintes recortes:

(43) Quando o Ligo detectou as primeiras ondas gravitacionais, os pesquisadores calcularam que a fonte delas estaria em uma faixa do hemisfério sul celeste e, sigilosamente, alertaram observatórios ao redor do mundo para buscar algo estranho no céu (ZOLNERKEVIC, 2016)

A palavra-chave aqui para caracterizar esse recorte como vindo do locutor [I] e não de, por exemplo, [LI], é *sigilosamente*. A utilização dessa palavra esconde significados que serão evidenciados quando analisarmos os enunciadores.

Outro recorte selecionado para representa [I] é o seguinte:

(44) É mais fácil entender o que acontece quando se imagina uma bala de canhão colocada no centro de uma cama elástica. A bala esgarça a trama e afunda. Se alguém jogar uma bola de bilhar tangencialmente à bala de canhão, verá que a bola menor não percorre uma linha reta. Ela passará, a partir de certo ponto, a descrever círculos ao redor da bala, algo semelhante ao que a Terra faz em sua órbita em torno do Sol (ZOLNERKEVIC, 2016)

Novamente, temos o uso de analogias, mas dessa vez para deixar *mais fácil entender* o que é o espaço na concepção da relatividade geral, e não as ondas gravitacionais em si. Porém, da mesma forma que a analogia da pedra no lago encontrada em [T2], [T3] e [T7], percebemos uma perda de características da natureza do espaço-tempo, nesse caso, por exemplo, a tridimensionalidade da deformação que corpos massivos gera.

Quanto ao locutor [LI], encontramos diversas passagens que se utilizam tanto do discurso científico quanto do discurso histórico para tentar alcançar uma impessoalidade. Selecionamos dois recortes – (45) e (46) – para representar respectivamente esses discursos:

(45) De acordo com esses cálculos, publicados em 11 de fevereiro na *Physical Review Letters*, a fusão dos buracos negros teria liberado uma quantidade de energia equivalente à da aniquilação completa de três estrelas com a massa do Sol em menos de 0,2 segundo (ZOLNERKEVIC, 2016)

(46) Ele [Einstein] a formulou em 1915 para explicar a gravitação com base em sua Teoria da Relatividade Restrita, de 1905. Segundo a Relatividade Geral, a gravidade não é uma força de atração que atua instantaneamente entre dois corpos, como havia proposto dois séculos antes o físico e matemático inglês Isaac Newton. [...] Para corrigir esse detalhe da teoria de Newton, Einstein teve de reinterpretar a ideia de gravitação, que deixa de ser vista como uma força e passa a ser entendida como uma

deformação na geometria do espaço provocada pela massa dos corpos (ZOLNERKEVIC, 2016)

Já quanto aos enunciadores, detectamos nessa texto os três enunciadores [E1] – visão condizente com os mitos – [E2] – visão do cientista – e [E3] – visão do historiador. Referente ao enunciador [E1], encontramos um estrato interessante, reproduzido abaixo:

(47) Cecilia Chirenti, física teórica da Universidade Federal do ABC [...] investiga como a forma das ondas gravitacionais emitidas por estrelas de nêutrons pode variar de acordo com a composição interna desses astros. “Não sabemos como a matéria se comporta nessas condições. Existem muitos modelos e as ondas gravitacionais podem ajudar a verificar qual representa melhor a realidade.” (ZOLNERKEVIC, 2016)

p – Existem vários modelos que explicam como a composição pode alterar o formato das ondas gravitacionais, mas a sua detecção ajudará a compreender qual *representa melhor a realidade*.

pp – Os cientistas desenvolvem diversos modelos e alguns se aproximam mais da realidade que outros.

s – Existe uma realidade e a ciência, através de modelos, pode acessá-la.

Entendemos esse recorte como muito frutífero para a análise: primeiramente, do forma como o enunciador é colocado, no esquema “segundo X, q”, ou seja, com uma física teórica apresentando ao leitor que *existem muitos modelos e as ondas gravitacionais podem ajudar a verificar qual representa melhor a realidade*. Além disso, por encontrarmos essa visão do que McComas (1998, p. 66, tradução nossa) intitula como “Mito 13: Modelos científicos representam a realidade” de uma forma mais evidente do que se compararmos como essa questão é apresentada em [T4] e [T5] dentro de um texto da *Pesquisa FAPESP*.

Para representar o segundo enunciador, retornaremos ao recorte (43):

(43) Quando o Ligo detectou as primeiras ondas gravitacionais, os pesquisadores calcularam que a fonte delas estaria em uma faixa do hemisfério sul celeste e, sigilosamente, alertaram observatórios ao redor do mundo para buscar algo estranho no céu (ZOLNERKEVIC, 2016)

p – Ao perceberem de onde vinham os sinais detectados, os pesquisadores do LIGO *sigilosamente* avisaram outros observatórios no mundo para ficarem atentos a *algo estranho no céu*.

pp – Os pesquisadores do LIGO já imaginavam o impacto que a notícia da detecção teria caso confirmada, então ao informar os outros observatórios para que observassem se algum tipo de sinal era detectado, eles fizeram de maneira sigilosa para que a informação fosse mantida dentro da comunidade científica.

s – Nem todas as informações da comunidade científica são amplamente divulgadas. Algumas descobertas são mantidas em sigilo até o momento correto para serem compartilhadas.

Para entendermos com mais profundidade o que está subentendido nesse recorte, precisamos revisar como a divulgação da detecção se deu. No dia 14 de novembro de 2015 o LIGO detectou a passagem das ondas gravitacionais, porém, apenas quase três meses após isso ocorrer, tanto o artigo publicado pela *Physical Review Letters* quanto diversos materiais para a mídia foram disponibilizados, como fotos das instalações, entrevistas com os membros da equipe de pesquisadores, gráficos e animações.

Figura 24 – Algumas das animações disponibilizadas pela Calthec Media Assets no dia 11 de fevereiro de 2016⁵⁴.

⁵⁴ Disponível em: <https://tinyurl.com/y8ycrcbc>. Acesso em jun. 2018.

O artigo foi submetido no dia 21 de janeiro de 2016, então podemos dizer que ao menos a partir dessa data os pesquisadores já sabiam quais eram as conclusões do sinal detectado em novembro. Mesmo assim, a equipe aguardou até a sua publicação para liberar os materiais de imprensa, que muito provavelmente demoraram mais de vinte dias para serem produzidos.

Vamos agora para o último enunciador desse texto, [E3], com os seguintes recortes:

(48) Einstein notou ainda que, em geral, a deformação (amplitude) dessas ondas seria pequena demais para ser detectada. A partir dos anos 1960, percebeu-se que talvez fosse possível medir as ondas. Logo ficou claro que a maioria das fontes de ondas gravitacionais estaria a centenas de milhões de anos-luz de distância. Quando elas chegassem à Terra, estariam tão diluídas que provocariam deslocamentos ínfimos. Mesmo assim, grupos de pesquisadores em diversos países se aventuraram a construir detectores de ondas gravitacionais. (ZOLNERKEVIC, 2016)

p – Einstein percebeu que as ondas gravitacionais dificilmente seriam detectadas, mas a partir dos anos 1960 os cientistas começaram a busca-las, resultando em diversos grupos colaborando para a construção de um detector.

pp – A partir dos anos 1960 alguns grupos de diversos países começaram a buscar pelas ondas gravitacionais, mesmo com a baixa probabilidade de detectá-las.

s – O desenvolvimento da ciência não é algo isolado e o desenvolvimento tecnológico algumas vezes permite aos cientistas buscarem por evidências que anteriormente seriam muito mais complicadas de serem obtidas.

Chegamos na análise desse recorte a uma conclusão semelhante a presente na análise do recorte (34) em [T6], mas com um adicional acerca do desenvolvimento tecnológico como um suporte para o desenvolvimento científico.

O próximo recorte também é acerca do enunciador [E3] já foi apresentado:

(46) Ele [Einstein] a formulou em 1915 para explicar a gravitação com base em sua Teoria da Relatividade Restrita, de 1905. Segundo a Relatividade Geral, a gravidade não é uma força de atração que atua instantaneamente entre dois corpos, como havia proposto dois séculos antes o físico e matemático inglês Isaac Newton. [...] Para corrigir esse detalhe da teoria de Newton, Einstein teve de reinterpretar a ideia de gravitação, que deixa de ser vista como uma força e passa a ser entendida como uma deformação na geometria do espaço provocada pela massa dos corpos (ZOLNERKEVIC, 2016)

p – Einstein desenvolve sua explicação da gravitação baseado na teoria da relatividade restrita, tendo que *reinterpretar a ideia de gravitação* para corrigir a teoria newtoniana.

pp – A teoria da relatividade geral é uma continuação da teoria da relatividade restrita, na qual Einstein se propõe a explicar a gravitação a partir dos pressupostos da anterior.

s – O desenvolvimento da ciência é algo contínuo e uma teoria não possui um caráter definitivo, podendo ser alterada com o tempo.

Percebemos nesse recorte um caráter um tanto mais evolutivo do conhecimento científico. Ao citar a relação entre a teoria da relatividade geral e a teoria gravitacional newtoniana sem, por exemplo, utilizar termos como *descartar*, *substituir*, entre outros, mas dando preferência por *corrigir esse detalhe*, vemos no enunciador uma preocupação para não passar a imagem que as teorias se aniquilam entre si.

Assim como nos outros dois textos analisados dessa época, esse também inicia evocando a imagem de Einstein. Porém, ele nos apresenta alguns aspectos interessantes que não foram observados nos outros textos, como a questão do sigilo acerca da detecção em 14 de novembro e o dia do anúncio e a relação entre a teoria da relatividade geral e a teoria de Newton. Quanto a imagem do Einstein, percebemos aqui ela mais fortemente ligada ao enunciador [E3], como apresentado nos recortes (46) e (48).

Vamos analisar agora o último texto desse grupo, novamente referente à premiação do Nobel de Física de 2017.

7.3.3 Detecção de ondas gravitacionais é premiada com Nobel de Física [T9]

O último texto desse grupo foi postado no dia 3 de outubro de 2017, e, diferentemente dos dois anteriores, esse texto é da edição online da revista, sem ser publicado em nenhuma das edições impressas. O texto é redigido por Maria Guimarães, bióloga pela USP e com especialização em jornalismo científico pela UNICAMP, além de um doutorado em biologia. Atualmente é editora executiva da *Pesquisa FAPESP On-line* e trabalha para a revista desde 2006. O texto, assim como [T3] e [T6], trata da premiação do Nobel de física de 2017.

Acerca dos locutores, identificamos os três: [L], [I] e [LI]. Seleccionamos o seguinte recorte para caracterizar [L]:

(49) Neste ano, o horizonte foi ainda mais expandido, com a detecção de buracos negros que colidiram e se fundiram a 3 bilhões de anos-luz da Terra. Estão agora em análise dados sobre outro tipo de ondas gravitacionais, resultantes da colisão de estrelas de nêutrons (GUIMARÃES, 2017)

Já referente a [I], temos:

(50) Desta vez a comissão do Prêmio Nobel não surpreendeu. Desde o ano passado se especulava que a detecção de ondas gravitacionais resultantes da fusão de buracos negros fosse um avanço científico digno da premiação, mas o feito era recente demais (GUIMARÃES, 2017)

Assim como em [T1], vemos um tipo de julgamento referente ao merecimento de uma determinada descoberta científica ao prêmio Nobel, que só é possível a partir de um locutor presente no mundo. Contudo, diferentemente do que foi visto em [T1], aqui não temos um julgamento acerca de se o trabalho teórico ou experimental é mais fundamental.

Para [LI], selecionamos o seguinte recorte que representam a utilização do discurso científico e histórico em conjunto:

(51) O Ligo, cuja configuração com maior sensibilidade entrou em funcionamento no final de 2015, no início do ano passado fez o primeiro anúncio da detecção de ondas resultantes da colisão de um buraco negro. A existência dessas ondas tinha sido prevista há um século pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955) – também ganhador do Prêmio Nobel, em 1921 – como resultado de deformações do espaço-tempo causadas pela aceleração dos corpos celestes (GUIMARÃES, 2017)

Retornaremos a esse recorte em breve, com a análise dos enunciadores. Detectamos no texto apenas os enunciadores [E2] e [E3], ou seja, enunciadores cujas visões são do cientista e do historiador. Começando por [E2], temos o seguinte recorte:

(52) Recentemente o Ligo ganhou o reforço de outro detector, o Virgo, inaugurado em fevereiro na Itália. Os avanços permitem explorar recantos do Universo até agora inatingíveis e aprender sobre buracos negros, a força da gravidade e a respeito sobre o Big Bang, a explosão primordial que teria originado o Universo há cerca de 13,8 bilhões de anos (GUIMARÃES, 2017)

p – Os avanços feitos pelos detectores de ondas gravitacionais permitem aos cientistas pesquisar sobre partes do universo *até agora inatingíveis*.

pp – O desenvolvimento de determinados aparatos científicos auxilia no desenvolvimento científico.

s – Há questões que não são completamente entendidas pela ciência e o desenvolvimento de novas formas de detecção podem ajudar a entendê-las.

Temos aqui uma conclusão semelhante ao recorte (48) de [T8]. É interessante notarmos que, embora esteja falando do desenvolvimento tecnológico e do desenvolvimento científico, o recorte não recai em uma igualdade de ambos, como se o desenvolvimento tecnológico *automaticamente* acarretasse em um desenvolvimento científico.

Agora, para exemplificar [E3], vamos retornar ao recorte (51):

(51) O Ligo, cuja configuração com maior sensibilidade entrou em funcionamento no final de 2015, no início do ano passado fez o primeiro anúncio da detecção de ondas resultantes da colisão de um buraco negro. A existência dessas ondas tinha sido prevista há um século pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955) – também ganhador do Prêmio Nobel, em 1921 – como resultado de deformações do espaço-tempo causadas pela aceleração dos corpos celestes (GUIMARÃES, 2017)

p – O LIGO passou por melhorias e detectou as ondas que foram previstas por Einstein há um século e ambos foram laureados com um Nobel.

pp – Certos avanços para a ciência são laureados com o prêmio Nobel, tanto no âmbito teórico quanto experimental.

s – Tanto o desenvolvimento teórico quanto o experimental são importantes para a evolução da ciência.

Vemos aqui a análise de um recorte cuja conclusão é coerente com o locutor [I] previamente apresentado, ou seja, não apresentando uma preferência entre o campo teórico e experimental. Esse último texto analisado desse grupo não apresentou o enunciador [E1] e a única menção à Einstein ou seu trabalho é o que está presente no recorte (51). Assim, há uma diminuição em comparação com [T8], mantendo o padrão que foi observado nos outros dois grupos.

De maneira geral, vemos que o Grupo 3 chama o enunciador [E1] apenas no segundo texto dele, [T8]. Considerando que, nos outros grupos, apenas o [T6] não apresentava esse enunciador, percebemos assim uma maior preocupação quanto a escrita e os termos utilizados na revista. Acerca da imagem de Einstein, ela aparece quase exclusivamente atrelada ao enunciados [E3], com uma maior incidência no texto de 2016 referente à detecção das ondas

gravitacionais, mantendo assim o padrão temporal presente nos outros dois grupos já analisados.

7.4 Grupo 4: Notas SBF [T10]

Vamos agora analisar as notas que foram lançadas pela SBF acerca da detecção das ondas gravitacionais. Diferentemente dos outros grupos de análise, para esse escolhemos por analisar todas as notas em conjunto, por uma quantidade de fatores: o primeiro deles é a falta de autoria vinculada às notas. Todas as notas lançadas pela SBF não possuem uma autoria clara, estando assim à cargo da própria SBF. O segundo motivo é a extensão diminuta delas, o que tornaria improdutivo uma análise individual de cada uma delas. Por fim, todas as notas foram lançadas entre 18 de fevereiro de 2016 e 19 de outubro de 2017, não sendo essa medida algo extremamente comprometedor referente à questão da temporalidade da análise.

Além disso, outro motivo que nos incentivou a tomar essa medida é que, levando em consideração o nosso objetivo de analisar como a imagem de Einstein está presente nos diferentes materiais, as notas lançadas possuem poucas citações a ele. Das quatro notas, em apenas uma delas o nome de Einstein é citado.

Dessa forma, iniciando a análise, detectamos os três locutores nos textos: O locutor enquanto responsável pela enunciação [L]; o locutor enquanto ser no mundo [I]; por fim, o locutor impessoal [LI]. Começando por [L], selecionamos os seguintes recortes para representar o locutor:

(53) Para Aguiar, que já atua há décadas na área, o momento é oportuno para lembrar também muitos dos envolvidos na pesquisa de ondas gravitacionais ao longo das últimas décadas, a maioria dos quais não viveu o suficiente para ver esse momento de coroação de suas pesquisas. Ele compartilha uma carta que recebeu de Kip Thorne em 1982, em que ele menciona diversos desses pioneiros. Dentre os nomes citados estão Joseph Weber (morto em 2000), Grishchuk, Zel'dovich e Braginsky (mortos em 2016), Ronald Drever e H. Billing (mortos em 2017) (SBF, 2017b)

É interessante essa passagem pois, de todos os textos por nós analisados, essa é a primeira – e única – menção a Joseph Weber, que já vimos na **Seção 5.2.1** que contribuiu muito para a área, sendo um dos percussores da busca pelas ondas gravitacionais. Além disso, vemos

um leve julgamento na escolha de quais nomes citar, porém isso não se desenvolve na continuidade do texto.

Outro recorte interessante que representa o locutor [L] é o seguinte:

(54) Pela grande distância – mais que o dobro, comparada às duas detecções anteriores –, em certos respeito trata-se do mais rigoroso teste de alta precisão imposto à teoria da relatividade geral (SBF, 2017a)

Esse recorte apresenta um dos poucos momentos em que a teoria da relatividade geral é citada. Referente ao locutor [L], selecionamos os seguintes recortes para representa-lo:

(55) No último dia 11, o mundo ficou fascinado pela notícia de que o LIGO (Laser Interferometer for Gravitational waves Observatory), composto por dois detectores gêmeos nos Estados Unidos, fez a primeira detecção de ondas gravitacionais (SBF, 2016)

Essa nota é a primeira nota lançada pela SBF acerca da detecção. Ela só foi lançada sete dias após o anúncio, então ao dizer que *o mundo ficou fascinado* demonstra a presença do locutor no mundo, já que houve tempo o suficiente para perceber como foi a repercussão da notícia antes de redigir a nota.

Encontramos na nota diversos momentos em que o locutor utiliza do discurso científico para alcançar a impessoalidade de [LI]. A utilização do discurso histórico, diferentemente de outros textos, não foi detectada. Alguns recortes que demonstram essa utilização são os seguintes:

(56) Na última segunda-feira (16), a Colaboração LIGO-Virgo anunciou a detecção da primeira fusão de estrelas de nêutrons, ocorrida numa galáxia a 130 milhões de anos-luz de distância (SBF, 2017c)

(57) O grupo do INPE dirigido por Odylio Aguiar trabalha no aperfeiçoamento da instrumentação de isolamento vibracional do LIGO, na sua futura operação com espelhos resfriados e na caracterização dos detectores, buscando determinar as suas fontes de ruído. Já o grupo do ICTP-SAIFR/IFT-UNESP, dirigido por Riccardo Sturani, trabalha na modelagem e análise dos dados de sinais de sistemas estelares binários coalescentes (SBF, 2016)

Já referente aos enunciadores, não detectamos o enunciador [E1] em nenhuma das notas desse grupo, apenas os enunciadores [E2] e [E3].

Vamos iniciar analisando um recorte representando [E2], representando a visão do cientista:

(58) Além de confirmar uma antiga predição da teoria da relatividade geral de Einstein, a detecção de ondas gravitacionais abre uma nova janela de observação para objetos astrofísicos que são difíceis de investigar por meio de emissões eletromagnéticas, como buracos negros binários (SBF, 2017b)

p – A detecção das ondas gravitacionais foi importante pois, além de confirmar uma previsão de Einstein, permitirá agora aos físicos *uma nova janela de observação para objetos astrofísicos*.

pp – O desenvolvimento científico permite aos poucos a investigação do universo que anteriormente não era possível.

s – A ciência não sabe tudo que existe no Universo e determinadas descobertas, além de confirmar certas predições, possibilitam investigações futuras

Aqui percebemos uma similaridade com a análise do recorte (9), presente em [T2]. Assumir o caráter incompleto da ciência pode ser interessante, desde que não recaia em uma visão salvacionista. Além disso, esse recorte é o único que apresenta o nome de Einstein nas quatro notas desse grupo.

Outro recorte que apresenta o enunciador [E2] de forma semelhante é o seguinte:

(59) O resultado foi extremamente importante, por uma série de razões: as observações feitas esclareceram a origem de alguns dos misteriosos disparos de raios gama [...], confirmaram uma das predições da teoria da relatividade geral [...], ofereceram uma primeira visão de um novo tipo de explosão estelar [...], revelaram de onde vieram boa parte dos elementos químicos mais pesados que o ferro [...] e apresentaram um novo método independente para medir o ritmo de expansão do Universo (SBF, 2017c)

p – Os resultados experimentais são *extremamente importantes*, pois a partir deles é possível esclarecer dúvidas, confirmar predições, oferecer novas visões, revelar origens e apresentar novos métodos.

pp – Os resultados experimentais fornecem diversas possibilidades futuras para o desenvolvimento científico, em diversas áreas.

s – Algumas descobertas científicas possibilitam o desenvolvimento de diversas áreas da ciência, sejam elas experimentais ou teóricas.

Agora, referente ao enunciador [E3], o enunciador condizente com a visão do historiador, encontramos poucos momentos onde esse enunciador era evocado. Um exemplo disso é o recorte (53):

(53) Para Aguiar, que já atua há décadas na área, o momento é oportuno para lembrar também muitos dos envolvidos na pesquisa de ondas gravitacionais ao longo das últimas décadas, a maioria dos quais não viveu o suficiente para ver esse momento de coroação de suas pesquisas. Ele compartilha uma carta que recebeu de Kip Thorne em 1982, em que ele menciona diversos desses pioneiros. Dentre os nomes citados estão Joseph Weber (morto em 2000), Grishchuk, Zel'dovich e Braginsky (mortos em 2016), Ronald Drever e H. Billing (mortos em 2017) (SBF, 2017b)

p – A detecção das ondas gravitacionais em 2016 só foi possível pois diversos pesquisadores já trabalhavam no tema há diversas décadas.

pp – A obtenção de um determinado resultado científico só é possível graças a anos de trabalho por um grupo diverso de pesquisadores.

s – O desenvolvimento científico não é algo isolado e é fruto de anos de anos de trabalho de diversas áreas, tanto experimentais quanto teóricas.

Vemos ao analisarmos essas quatro notas uma aparição muito pequena tanto da imagem de Einstein quanto da teoria da relatividade, em sua maioria relacionadas ao enunciador [E2]. Embora isso seja uma diferença quando comparado com os outros textos, nós percebemos que, em comparação com eles, os textos presentes nesse grupo de modo geral apresentavam o enunciador [E2] com muito mais frequência. Porém, não é possível, de maneira contrastante com os outros grupos, perceber uma evolução temporal da imagem de Einstein nesses textos, já que ela raramente é evocada.

Iniciaremos agora a análise de outro tipo de material por nós selecionada, os materiais em vídeo. Vamos começar com a análise das reportagens veiculadas pelo *Jornal Nacional*.

7.5 Grupo 5: Reportagens do Jornal Nacional [T11]

Começaremos agora a análise dos primeiros materiais em vídeo por nós selecionados. As reportagens a seguir foram exibidas pela rede Globo no *Jornal Nacional* nos dias 11 e 12 de fevereiro de 2016⁵⁵, no dia do anúncio da detecção e no posterior. Novamente, recapitulando, esse telejornal é de grande abrangência nacional, sendo o telejornal de TV aberta mais assistido pela população brasileira, inclusive na semana dos dias das reportagens selecionadas, como já dito anteriormente na **Seção 6.3**. A transcrição desse e dos próximos materiais que serão analisados (**Seção 7.6**) podem ser encontradas no **Anexo 1**.

Novamente, seguiremos a abordagem que utilizamos para analisar as notas lançadas pela SBF, já que ambas reportagens foram lançadas em dias consecutivos e, inclusive, a reportagem do dia 12 se inicia recapitulando a reportagem do dia 11.

Acerca dos locutores detectados nas reportagens, detectamos novamente a utilização dos três locutores: O locutor enquanto responsável pela enunciação [L]; o locutor enquanto ser no mundo [I]; por fim, o locutor impessoal [LI]. Representando o locutor [L], selecionamos o seguinte recorte:

(60) Para o pesquisador que ajudou nas descobertas sobre ondas gravitacionais, as viagens instantâneas estão distantes. Mas no caminho pra se chegar lá já foi dado o primeiro passo (JORNAL NACIONAL, 2016b)

Ao longo das duas reportagens, vemos uma aproximação muito grande entre [L] e [I], ou seja, não havendo uma dissociação entre eles, com constantes julgamentos acerca da notícia. Porém, em outras ocasiões o locutor [I] fica muito mais evidente, como nos recortes abaixo:

(61) Cientistas anunciaram hoje nos Estado Unidos uma conquista fundamental no estudo do universo. Eles conseguiram detectar as ondas gravitacionais existentes no espaço e no tempo (JORNAL NACIONAL, 2016a)

Encontramos nesse recorte um forte julgamento acerca da detecção. Quando o locutor nos diz que a detecção é *uma conquista fundamental no estudo do universo*, vemos a sua presença dele no mundo. Outro exemplo desse locutor pode ser visto no seguinte recorte:

⁵⁵ Disponíveis em: <https://tinyurl.com/y8fd79fw> (reportagem do dia 11 de fev. 2016) e <https://tinyurl.com/y8uosczb> (reportagem do dia 12 de fev. 2016). Acesso em jun. 2018.

(62) Ainda é um sonho, mas esse corredor formado por dois pontos distantes que o homem do futuro poderia criar tem o nome estranho: buraco de minhoca. A ideia é simples. Imagine uma minhoca percorrendo uma maçã. Em vez dela caminhar por toda a casca para chegar ao outro lado, um buraco se abriria no fruto e ela atravessaria mais rapidamente para atingir o objetivo (JORNAL NACIONAL, 2016b)

Novamente vemos aqui uma analogia, mas nesse caso acerca de algo diferente do que havíamos observado anteriormente. Ao invés da analogia referir-se à natureza do espaço-tempo, essa analogia refere-se à questão dos buracos de minhoca. A evocação a uma possibilidade de viagem no tempo ou mesmo através de um buraco de minhoca está presente em ambas as reportagens.

Já referente ao locutor [LI], percebemos a utilização tanto do discurso científico quanto histórico, como nos recortes abaixo:

(63) O grupo conseguiu ouvir o som de um evento catastrófico que aconteceu um bilhão e trezentos milhões de anos atrás, quando a vida na Terra ainda era embrionária. Dois buracos negros muito distantes estavam girando um em torno do outro em órbitas cada vez mais rápidas e se chocaram. Por uma fração mínima de segundo, a colisão produziu o equivalente a cinquenta vezes mais energia do que todas as estrelas do universo juntas (JORNAL NACIONAL, 2016a)

(64) Com telescópios o ser humano olha para as estrelas há séculos. Nas últimas décadas, a ciência começou a usar radiotelescópios para captar ondas eletromagnéticas e a nossa visão do universo melhorou muito (JORNAL NACIONAL, 2016a)

Já a citação à Einstein e à teoria da relatividade geral, embora tente utilizar o discurso científico e histórico para alcançar uma impessoalidade, está longe de conseguir isso:

(65) Ouvir o universo é uma perspectiva nova, mas não para o legado de Albert Einstein. Cem anos atrás, logo depois de escrever a teoria geral da relatividade, o físico de família judia nascido na Alemanha, propôs exatamente essa tese: a de que os grandes choques, as grandes explosões do universo, criam ondas gravitacionais e produzem sons. Einstein não tinha a ajuda de instrumentos sofisticados, mas um século depois, continua liderando a ciência (JORNAL NACIONAL, 2016a)

Há diversos julgamentos nesse último recorte e, embora tente utilizar o discurso científico (*os grandes choques, as grandes explosões do universo, criam ondas gravitacionais e produzem sons*) e histórico (*Cem anos atrás, logo depois de escrever a teoria geral da*

relatividade, o físico de família judia nascido na Alemanha), vemos esse locutor mais em coerência com [I] do que com [LI].

Já referente aos enunciadores, detectamos os três nesses textos: o primeiro [E1] apresenta visões condizentes com os mitos propostos por McComas (1998), o segundo [E2] a visão do cientista e, por último, [E3] a visão do historiador. Começando por [E1], vamos primeiramente analisar o recorte (60):

(60) Para o pesquisador que ajudou nas descobertas sobre ondas gravitacionais, as viagens instantâneas estão distantes. Mas no caminho pra se chegar lá já foi dado o primeiro passo (JORNAL NACIONAL, 2016b)

p – A descoberta das ondas gravitacionais é o primeiro passo para que possamos, em um futuro distante, realizar viagem de maneira *instantânea*.

pp – A detecção das ondas gravitacionais não quer dizer respeito apenas com questões teóricas de sua existência, mas também possui aplicações práticas.

s – O desenvolvimento científico possui finalidades atreladas ao desenvolvimento tecnológico de maneira intrínseca.

Vemos nesse recorte uma mescla das questões científicas (a detecção das ondas gravitacionais) com de cunho tecnológico (possibilidade de viajar pelo espaço). Podemos pegar aqui um trecho no qual McComas (1998, p. 67, tradução nossa) explica sobre essa mescla de maneira equivocada:

Um equívoco comum é a ideia de que ciência e tecnologia são as mesmas. De fato, muitos acreditam que a televisão, os foguetes, os computadores e até mesmo as geladeiras são ciência, mas uma das características da ciência é que ela não é necessariamente prática, enquanto os refrigeradores certamente são.

Já referente ao enunciador [E2], podemos retomar o recorte (65) para análise:

(65) Ouvir o universo é uma perspectiva nova, mas não para o legado de Albert Einstein. Cem anos atrás, logo depois de escrever a teoria geral da relatividade, o físico de família judia nascido na Alemanha, propôs exatamente essa tese: a de que os grandes choques, as grandes explosões do universo, criam ondas gravitacionais e produzem sons. Einstein não tinha a ajuda de instrumentos sofisticados, mas um século depois, continua liderando a ciência (JORNAL NACIONAL, 2016a)

p – Einstein, há um século, realizou proposições acerca do universo que só puderam ser comprovadas com *a ajuda de instrumentos sofisticados*, mas mesmo assim ele *continua liderando a ciência*.

pp – Os cientistas estão, há um século, buscando por comprovações das predições de Einstein

s – A ciência não é algo completo, mas alguns poucos cientistas conseguem realizar previsões que moverão gerações de futuros cientistas.

Nesse recorte, dos por nós já analisados, encontramos a imagem de Einstein mais condizente com uma imagem mítica até agora, no sentido de não ser

uma mera narrativa, nem uma forma de ciência, nem um ramo da arte ou da história, nem uma narrativa explicativa. Ele cumpre uma função *sui generis* intimamente ligada à natureza da tradição e à continuidade da cultura, com a relação entre a idade e a juventude e com a atitude humana em relação ao passado. A função do mito, resumidamente, é fortalecer a tradição e dotá-la de um valor e prestígio maiores, remontando-a a uma realidade superior, melhor e mais sobrenatural dos eventos iniciais (MALINOWSKI, 1948, p. 112, tradução nossa)

Além disso, existem alguns problemas conceituais tanto físicos quanto históricos de certa maneira graves nesse recorte. Quando é dito que Einstein propôs *exatamente* a tese de que *grandes explosões do universo, criam ondas gravitacionais e produzem sons*, percebemos erros físicos, pois as ondas gravitacionais não são ondas sonoras. Já vimos em [T5] e em [T7] o conceito de ouvir as ondas, com uma especificidade maior acerca do que isso significaria em [T7], mas em nenhum deles é tido que grandes explosões produzem som, até porque não haveria sua propagação no vácuo. Percebemos um problema conceitual histórico ao atribuir esse erro físico como sendo *exatamente* o que Einstein previu.

Já para analisarmos o enunciador [E3], mais uma vez retornaremos a um recorte já apresentado, dessa vez o recorte (64):

(64) Com telescópios o ser humano olha para as estrelas há séculos. Nas últimas décadas, a ciência começou a usar radiotelescópios para captar ondas eletromagnéticas e a nossa visão do universo melhorou muito (JORNAL NACIONAL, 2016a)

p – A humanidade utiliza telescópios há séculos para observar o céu, mas apenas nas últimas décadas utilizamos outros aparelhos para aprimorar as observações.

pp – O ser humano se interessa há séculos pelas estrelas e busca novas maneiras de observar o céu.

s – A observação do céu só se desenvolveu a partir da utilização de aparatos auxiliares, como telescópios e, mais recentemente, radiotelescópios.

Vemos nesse recorte mais um equívoco histórico. Os avanços tecnológicos com certeza são fundamentais para o desenvolvimento da astronomia, mas o ser humano olha para o céu mesmo antes do desenvolvimento de aparatos auxiliares, como os telescópios. A observação celeste não é algo que se data em séculos, mas sim em milênios. “Mais de 3000 anos se passaram desde que os registros históricos pela primeira vez indicaram o papel das estrelas e membros do sistema solar como pontos fiduciários para a orientação local e temporal na Terra” (WALTER e SOVERS, 2000, p. 5, tradução nossa).

Nas duas reportagens lançadas pelo *Jornal Nacional*, vemos que a maneira como a detecção é anunciada é distinta dos materiais em texto até agora analisados. Há um caráter sensacionalista na forma como elas são estruturadas, atribuindo uma visão mítica a Einstein, cometendo alguns equívocos físicos e históricos e tentando reforçar como isso poderia ser útil em um futuro distante através de viagens por buracos de minhoca.

Isso provavelmente se deve pela forma como essa mídia é consumida, de forma diferente das demais já analisadas: enquanto no caso dos textos a pessoa ou vai atrás da notícia ou ao menos se compromete a lê-la, os telejornais precisam, de alguma forma, manter o telespectador interessado no assunto que está sendo tratado para que ele não deixe de assisti-lo. Dessa maneira, tentar trazer uma utilidade ou mesmo citar um nome famoso faria com que a pessoa mantivesse esse interesse.

7.6 Grupo 6: Fantástico, The Late Show With Stephen Colbert e TEDTalk

Embora as reportagens desse grupo sejam bem distintas, decidimos por mantê-las em um mesmo grupo pois elas têm características distintas dos vídeos apresentados pelo *Jornal Nacional*. Além disso, como já dissemos anteriormente na **Seção 6.3**, nós utilizaremos esses

materiais americanos como uma maneira de comparar diferentes formas de se apresentar a notícia da detecção.

Devido a isso, analisaremos os três materiais individualmente, pois eles contam com diversas diferenças que precisam ser levadas em consideração para a análise. Novamente, a transcrição desse materiais pode ser encontrada no **Anexo 1**.

7.6.1 Fantástico vai a observatório que detectou as 'ondas gravitacionais' [T12]

O programa *Fantástico*, apresentado semanalmente aos domingos à noite, tem uma alta audiência, inclusive figurando entre os cinco programas da TV aberta mais assistido da semana em que o anúncio da detecção das ondas gravitacionais ocorreu⁵⁶, perdendo apenas para outros programas da rede Globo, e sendo o mais assistido aos domingos. A matéria tem 07:35 minutos e foi veiculada no dia 14 de fevereiro de 2016⁵⁷.

Detectamos na reportagem os três locutores – o locutor enquanto responsável pela enunciação [L]; o locutor enquanto ser no mundo [I]; o locutor impessoal [LI] – como vamos representar abaixo. Iniciando por [L], temos o seguinte recorte:

(66) Essa semana pesquisadores anunciaram uma descoberta fantástica. Fantástica e complicada à beça. Eles detectaram ondulações no tecido que forma o nosso universo (FANTÁSTICO, 2016)

A reportagem inicia com Tadeu Schmidt, apresentador do programa, dizendo esse recorte. Vemos que há um certo juízo de valor, mas há passagens onde isso fica mais claro, caracterizando [I], como no seguinte recorte:

(67) Ouvir esse barulhos, segundo os cientistas, é um feito tão importante quanto o dia em que Galileu Galilei apontou um telescópio para o céu e descobriu o que existia além do nosso mundo (FANTÁSTICO, 2016)

⁵⁶ De acordo com a agência Kantar Ibope Media. A tabela com a relação completa da audiência no horário nobre da semana de 08/02/2016 a 14/02/2016 pode ser encontrada no seguinte link: <https://tinyurl.com/y8arsvvs>. Acesso em jun. de 2018

⁵⁷ Disponível em: <https://tinyurl.com/y9s36lr5>. Acesso em jun. 2018.

Essa comparação entre dois feitos científicos só pode ser feita por alguém presente no mundo. Além desse tipo de locutor [LI], temos também a questão das analogias em diversos momentos, como no próximo recorte:

(68) Espaço-tempo é como se fosse o tecido que forma o universo. E é exatamente um tecido que vamos usar para explicar essa história (FANTÁSTICO, 2016)

Para demonstrar como se daria a gravidade, tanto na teoria de Newton quanto na teoria da relatividade geral, a reportagem se utiliza de diversas analogias. Uma delas é um aro com um tecido elástico preso por cima, no qual várias esferas eram colocadas, para demonstrar as deformações no espaço-tempo causadas por corpos massivos, ou então um barbante para demonstrar a força de atração gravitacional na teoria de Newton.

Figura 25 – Imagens retiradas da reportagem para exemplificar as analogias utilizadas para explicar a teoria da gravitação de Newton e a teoria da relatividade geral

Quanto ao locutor [LI], encontramos o locutor utilizando apenas do discurso científico para alcançar a impessoalidade. De maneira contrastante com o recorte (66), temos representando [LI]:

(69) O funcionamento do LIGO não é complicado. O que faz a diferença é a precisão. Raios lasers gerados aqui são divididos nas duas direções por um vidro polarizado e

percorrem o interior de cada tubo. Quatro quilômetros a diante, espelhos superpolidos refletem os lasers de volta. Os espelhos nunca se mexem (FANTÁSTICO, 2016)

Enquanto no início da reportagem é dito que a detecção das ondas gravitacionais é uma descoberta *complicada à beça*, aqui é dito o *funcionamento do LIGO não é complicado*. Referente aos enunciadores, encontramos nessa reportagem apenas os enunciadores [E1] e [E2]. Há pequenos trechos em que [E3] está presente de forma sutil, sendo [E2] muito mais evidente. Começando a análise por [E1], temos o seguinte recorte:

(70) A sonda espacial LISA PATHFINDER, que foi lançada no fim do ano passado, deve começar a operar em março. Mas o que isso significa? Será que dá pra dizer que em breve viajaremos pelo espaço num piscar de olhos? Pelo tempo? Não. Isso ainda é fantasia (FANTÁSTICO, 2016)

p – Em breve a sonda LISA será lançada, mas *ainda* não será suficiente para que viajemos *num piscar de olhos* ou *pelo tempo*.

pp – A detecção das ondas gravitacionais não quer dizer respeito apenas com questões teóricas de sua existência, mas também possui aplicações práticas.

s – O desenvolvimento científico possui finalidades atreladas ao desenvolvimento tecnológico de maneira intrínseca.

Novamente, chegamos a uma mescla das questões científicas (a detecção das ondas gravitacionais) com de cunho tecnológico (possibilidade de viajar pelo espaço e no tempo), assim como a análise do recorte (60) em [T11]. A palavra chave para isso é o *ainda* presente no final do recorte.

Já referente ao enunciador [E2], vamos analisar o seguinte recorte:

(71) A detecção das ondas gravitacionais prova que o físico Albert Einstein estava certo na sua explicação sobre como o universo funciona. Uma explicação pensada a exatos cem anos e que batia de frente com as ideias de um outro físico famoso: Isaac Newton (FANTÁSTICO, 2016)

p – A detecção das ondas gravitacionais *prova* que uma determinada teoria, a da relatividade geral, está correta sobre outra, a newtoniana.

pp – Existiam duas teorias que *batiam de frente*, e os experimentos feitos mostram que uma está correta sobre a outra.

s – As teorias científicas podem ser conflitantes entre si, já que a ciência não sabe tudo acerca do Universo. Esses conflitos impulsionam o desenvolvimento científico.

Aqui temos uma visão de [E2] interessante, pois apresenta o conceito de fluidez do conhecimento científico sem o mesmo imediatismo que estava presente no recorte (11) de [T2], por exemplo.

Nesse texto, vemos uma evolução acerca da imagem de Einstein apresentada quando comparamos com as reportagens apresentadas no *Jornal Nacional*. Embora seu nome seja citado com mais frequência, há uma explicação de sua teoria, o que ela significa, além de mostrar as instalações do LIGO, também explicando o seu funcionamento. Provavelmente, além do tempo extra de produção da reportagem, a possibilidade de realizar uma matéria com uma maior extensão possibilitou melhores explicações acerca dos conceitos e do desenvolvimento tecnológico envolvido.

Vamos agora ver o segundo material desse grupo, para compararmos com os outros vídeos já analisados.

7.6.2 Gravitational waves hit the Late Show [T13]

O próximo vídeo por nós analisado é um dos dois materiais estado-unidenses selecionados. O vídeo em questão apresenta o físico Brian Greene explicando à plateia e ao apresentador Stephen Colbert o que são as ondas gravitacionais e o que a sua detecção significa. Retomando o que dissemos na **Seção 6.3**, embora o vídeo seja em inglês, ele foi compartilhado milhares de vezes nas redes sociais com legendas em português embutidas. Uma dessas versões já possui mais de 470 mil visualizações^{58,59}. Como base de comparação, a versão com mais visualizações da reportagem do *Fantástico* possui menos de 200 mil visualizações⁶⁰. A transmissão original da entrevista foi no dia 24 de fevereiro de 2016 na rede televisiva americana CBS.

⁵⁸ Essa versão pode ser assistida no seguinte link: <https://tinyurl.com/ycl3knpr>. Acesso em mai. 2018.

⁵⁹ De acordo com a publicação, o vídeo original legendado alcançou quase dois milhões de visualizações, mas foi retirado da plataforma por questões de direitos autorais e publicado novamente em outubro de 2017.

⁶⁰ Essa versão pode ser assistida no seguinte link: <https://tinyurl.com/ycsvl3bp>. Acesso em mai. 2018.

Ao analisarmos a reportagem, detectamos os três locutores, [L], [I] e [LI]. Representando o primeiro locutor, [L], temos o seguinte recorte:

(72) [Brian Greene (BG)] Há 100 anos, este ano, 1916. Esta é uma grande descoberta, não apenas confirmando as ideias de Einstein, mas também abrindo toda uma nova forma de explorar o Universo (TLSWSC, 2016)

Encontramos momentos onde julgamentos acerca da realidade estão muito mais evidentes. Quanto ao locutor [I], selecionamos o seguinte recorte, que retornaremos mais a frente quando formos analisar os enunciadores:

(73) [Stephen Colbert (SC)] Ele [Einstein] parece ainda mais inteligente agora do que costumava ser?

[BG] Ele está tão por cima, que não há como ficar mais inteligente. É como o infinito, está (SC: but you guys...) mais ao norte do que o Pólo (sic) Norte (TLSWSC, 2016)

Achamos esse recorte interessante acerca da imagem de Einstein. Ao dizer que Einstein *está tão por cima, que não há como ficar mais inteligente*, percebemos um forte julgamento de valor feito por Brian.

Além desse julgamento, encontramos também diversos usos de analogias. Assim como na reportagem apresentada pelo *Fantástico*, foram utilizados experimentos para apresentar determinado conceito, nesse caso o funcionamento do LIGO. Além disso, vídeos com simulações também foram apresentadas para representar a formação das ondas gravitacionais.

Figura 26 – Imagens retiradas da reportagem para exemplificar as analogias utilizadas para explicar a teoria da relatividade geral e o funcionamento do LIGO

Para representar esse locutor [I], selecionamos o seguinte recorte:

(74) [BG] As ondas gravitacionais são na verdade ondulações no tecido do espaço. Sabe quando você joga uma pedra em um lago, a água ondula, certo? Agora, esta é uma ondulação, mas não com água, é no próprio espaço (TLSWSC, 2016)

Novamente, temos a analogia da pedra no lago para descrever as ondas gravitacionais, assim como ocorreu nos textos [T2], [T6], [T7] e [T8].

Já com o locutor [LI], encontramos diversas passagens com o uso do discurso científico para alcançar a impessoalidade, como o segmento abaixo:

(75) [BG] Então, ele [Einstein] diz que o mesmo deve ser verdade para o tecido do espaço. Se você tem duas estrelas orbitando rapidamente, estrelas de nêutrons ou buracos negros, sua matemática prevê que eles gerarão uma constante marcha de ondulações no tecido do espaço. Essas são as ondas gravitacionais que ele previu matematicamente (TLSWSC, 2016)

Esse uso dos discursos científico não é utilizado nesse vídeo apenas ao explicar os conceitos da teoria da relatividade geral, mas também acerca do funcionamento do LIGO:

(76) [BG] Uma tubulação a vácuo com 4 quilômetros, exatamente. E quando o laser volta, ele é recombinado, bem aqui, meio que mistura os dois feixes, e quando eles se misturam, criam um padrão muito interessante. Não sei se você consegue ver, bem aqui. Esse é um padrão de interferência (TLSWSC, 2016)

Já de início percebemos que o físico Brian Greene possui um papel muito mais fundamental do que o apresentador, já que ele apresenta os três locutores, enquanto a função do apresentador do programa Stephen Colbert é fazer com que o roteiro flua, fazendo as perguntas em momentos específicos.

Referente aos enunciadores, assim como na reportagem analisada anteriormente, detectamos os enunciadores [E1] e [E2]. O enunciador [E3] aparece apenas diluído dentro de [E2], em pouquíssimos momentos. Iniciando por [E1], vamos retornar ao recorte (73):

(73) [SC] Ele [Einstein] parece ainda mais inteligente agora do que costumava ser?

[BG] Ele está tão por cima, que não há como ficar mais inteligente. É como o infinito, está (SC: but you guys...) mais ao norte do que o Pólo (sic) Norte (TLSWSC, 2016)

p – A detecção das ondas gravitacionais só não fez com que Einstein parecesse mais inteligente pois *ele está tão por cima, que não há como ficar mais inteligente*.

pp – Existem pessoas que são tão inteligentes que são determinantes para o desenvolvimento científico.

s – A ciência se desenvolve com base em contribuições individuais de grandes gênios, e gerações futuras passarão anos correndo atrás do legado deixado por uns poucos cientistas.

Talvez esse recorte apresente a representação mais mítica da imagem de Einstein nos textos analisados, como também foi apresentado no texto [T11]. Além disso, um caráter individualista, como se o desenvolvimento científico fosse algo solitário, está fortemente atrelado à imagem de Einstein.

Já referente ao enunciador [E2], vamos analisar o seguinte recorte:

(77) [BG] Sim, isso é o que pessoas, milhares de cientistas têm trabalhado por 40, 50 anos. Esta equipe surpreendente de pesquisadores do LIGO, Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser, duas semanas atrás, eles anunciaram a

primeira detecção dessas ondas gravitacionais usando um equipamento espetacular (TLSWSC, 2016)

p – Há anos *milhares de cientistas* buscam por uma detecção da ondas gravitacionais e, recentemente, a equipe do LIGO conseguiram esse objetivo utilizando *um equipamento espetacular*.

pp – A detecção feita pela equipe do LIGO foi possível pois há anos que a ciência estava em busca de uma detecção das ondas gravitacionais.

s – O desenvolvimento científico se dá graças a uma colaboração entre diversos cientistas ao longo de décadas, sendo uma descoberta fruto desses anos todos.

É interessante repararmos aqui como uma mesma pessoa pode evocar dois enunciadores distintos, com perspectivas acerca da ciência também distintas. Ao referir-se a Einstein, Brian Greene apresenta uma visão engrandecedora, mítica, de um gênio acima dos outros, com uma visão individualista do desenvolvimento científico. Já ao falar do trabalho da equipe do LIGO, um desenvolvimento científico mais atual, sua visão altera-se para o caráter coletivo e colaborativo da ciência.

Nessa reportagem, em comparação com as outras já analisadas, possui uma rigorosidade técnica quanto aos termos e analogias utilizadas, mas mesmo assim com uma linguagem acessível. Talvez isso seja decorrente de ter um período maior de produção e por basicamente ser toda apresentada por Brian Greene. Contudo, a imagem mítica de Einstein está presente logo no início da matéria, provavelmente a representação mais mítica dele por nós analisada.

7.6.3 Allan Adams: O que significa a descoberta das ondas gravitacionais [T14]

O último material por nós selecionado para análise é um vídeo disponível na plataforma TED, uma plataforma com diversas palestras acerca de assunto referentes à ciência e tecnologia. Nessa palestra específica, o físico Allan Adams fala sobre as ondas gravitacionais e já obteve mais de dois milhões de visualizações ao redor do mundo, sendo publicada na plataforma em fevereiro de 2016, mesmo mês do anúncio feito pelos cientistas do LIGO⁶¹.

⁶¹ Disponível em: <https://tinyurl.com/ybrrlvht>. Acesso em jun. 2018.

O vídeo tem quase 11 minutos e o nome de Einstein não é citado nenhuma vez. Porém, temos menções à teoria da relatividade geral e queríamos ver um material diferente, já que essa produção não foi pensada para ser televisionada como os outros vídeos até agora analisados.

Referente aos locutores, mais uma vez detectamos os três locutores, [L], [I] e [LI]. Para representar [L], selecionamos o seguinte recorte:

(78) Talvez, de modo especial, sei que há coisas lá fora que nunca vimos, que talvez nunca consigamos ver e que nem sequer tenhamos imaginado; coisas que só descobriremos se escutarmos. E, de fato, mesmo naquele primeiro evento, o LIGO encontrou coisas que não esperávamos (ADAMS, 2016)

O tom da palestra, em alguns momentos, torna-se pessoal, talvez por Allan ter passados anos estudando sobre buracos negros. Outro exemplo disso é o seguinte recorte:

(79) Este é meu grande amigo e colaborador, Scott Hughes, um físico teórico do MIT, que tem estudado ondas gravitacionais de buracos negros e os sinais que eles puderam transmitir em observatórios como LIGO pelos últimos 23 anos (ADAMS, 2016)

Assim, o locutor [L] e [I] nunca estão completamente desvinculados um do outro. Porém, há alguns momentos em que [I] é mais presente.

(80) Muitos acharam que eles eram loucos, mas muitos outros perceberam que eles eram loucos brilhantes cuja ideia a Fundação Nacional de Ciência dos EUA decidiu custear (ADAMS, 2016)

Além disso, em diversos momentos pequenas exemplificações são utilizadas, para explicar algum conceito específico, como nos recortes abaixo.

(81) Quando a onda passa, ela estica o espaço e tudo nele contido em uma direção e o comprime na outra. Isso fez com que vários instrutores da teoria geral da relatividade fizessem uma dancinha boba para explicá-la em suas aulas de relatividade geral. "Ela estica e expande, estica e expande." (ADAMS, 2016)

(82) Em vez disso, usamos o som para ouvir características como altura, tom, ritmo e volume para inferir uma história por trás dos sons. Esta é a Alice falando. Este é o Bob interrompendo. Que bobo esse Bob. Esse sistema vale também para ondas gravitacionais (ADAMS, 2016)

Contudo, o locutor que mais se destaca nesse matéria é o locutor [LI]. Em vários momentos, o discurso científico é evocado para o alcance da impessoalidade, como no início da palestra.

(83) Há 1,3 bilhão de anos, em uma galáxia muito distante, dois buracos negros uniram-se em uma espiral, caindo inexoravelmente na direção um do outro, e colidiram, convertendo matéria proporcional a três Sóis em pura energia em um décimo de segundo. Durante aquele breve momento no tempo, o brilho foi mais intenso que todas as estrelas em todas as galáxias de todo Universo conhecido (ADAMS, 2016)

Além disso, o discurso histórico também está presente nesse locutor:

(84) Então, após décadas de desenvolvimento, construção, imaginação e muito trabalho duro, construíram o seu detector chamado LIGO: Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser. Durante os últimos anos, LIGO tem passado por uma grande expansão em termos de precisão, uma melhoria tremenda na sua habilidade de detecção. Como resultado, agora se chama LIGO avançado (ADAMS, 2016)

Referente aos enunciadores, não detectamos o enunciador [E1], apenas os [E2] e [E3]. Caracterizando [E2], selecionamos o seguinte recorte para análise, que é a parte anterior ao recorte (80):

(85) E há cerca de 25 anos, um grupo particularmente audacioso – Rai Weiss da MIT, Kip Thorne e Ronald Drever da Caltech – decidiram que seria muito legal construir um detector a laser gigantesco para com ele procurar por ondas gravitacionais de coisas como buracos negros em colisão. Muitos acharam que eles eram loucos, mas muitos outros perceberam que eles eram loucos brilhantes cuja ideia a Fundação Nacional de Ciência dos EUA decidiu custear (ADAMS, 2016)

p – Um grupo de cientistas *particularmente audaciosos* resolveram desenvolver um detector a laser *gigantesco*, mas muitos *acharam que eles eram loucos*.

pp – Nem todos dentro da comunidade científica possuem opiniões iguais acerca de quais caminhos a ciência deve seguir.

s – Existem diversos conflitos dentro do desenvolvimento científico, como conflitos de interesses questões de financiamento.

Achamos interessante que esse é um dos únicos materiais por nós selecionado que trata, mesmo que rapidamente, da questão do financiamento necessário para a construção do LIGO. O outro único material que trata dos empecilhos financeiros que algumas vezes precisam ser superados é o texto [T7].

Acerca do enunciador [E3], vamos retomar o recorte (84):

(84) Então, após décadas de desenvolvimento, construção, imaginação e muito trabalho duro, construíram o seu detector chamado LIGO: Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser. Durante os últimos anos, LIGO tem passado por uma grande expansão em termos de precisão, uma melhoria tremenda na sua habilidade de detecção. Como resultado, agora se chama LIGO avançado (ADAMS, 2016)

p – Para a construção do LIGO foram necessário décadas *de desenvolvimento, construção, imaginação e muito trabalho duro*.

pp – O desenvolvimento de aparatos tecnológicos não é algo simples, mas sim que exige anos de planejamento.

s – A construção de aparatos tecnológicos que auxiliam observações científicas é algo que requer décadas de planejamento e são necessárias habilidades que vão além de puro conhecimento acerca da ciência.

Ao invés do imediatismo presente em alguns dos outros materiais já analisados, percebemos nesse uma construção longa acerca do desenvolvimento do LIGO. Nesse vídeo, a imagem de Einstein não aparece em momento algum e, as únicas referências à teoria da relatividade geral são as que estão presentes no recorte (81). Vemos, assim que existe a possibilidade de construir um material acerca da detecção das ondas gravitacionais sem evocar nem o Einstein e pouquíssimo acerca teoria da relatividade geral, mas mesmo assim explicando o que são as ondas gravitacionais, a partir da construção do LIGO.

Contudo, sabemos que esse material é muito diferente quando comparado com os outros que foram analisados. Em comparação com os presentes nesse grupo, ele não foi idealizado para ser transmitido em programas de televisão e, além de tudo, é voltada para um público muito mais específico do que aquele dos outros materiais.

8. Considerações Finais

No início dessa dissertação apresentamos aos leitores o objetivo geral desse trabalho. Queríamos aqui compreender o poder de influência na sociedade que a ciência tem, analisando como ela pode se tornar um discurso ideológico e como a divulgação científica é fundamental para tal. Ao longo dos capítulos, fomos construindo nossa resposta, de maneira até agora difusa. A partir de uma discussão mais ampla que tomou como base o marxismo, fizemos uma grande delimitação em um estudo de caso. Com isso, restringimos nossa análise a como a imagem de Einstein foi veiculada em produções que tratavam da descoberta das ondas gravitacionais, revelando concepções de ciência subjacentes às mesmas. Com isso, nosso objetivo ficou mais delimitando em analisar como alguns elementos característicos de produções intelectuais realizadas no contexto social podem estar presentes em discursos de divulgação científica.

Porém, antes de finalizarmos com o que consideramos ser – ao menos um esboço de – uma resposta, achamos importante lembrarmos alguns pontos que foram cruciais para chegar a ela.

No **Capítulo 1**, iniciamos nossa discussão acerca da divulgação científica, ideologia e sociedade. Analisamos a natureza da formação dos textos de divulgação científica e, a partir disso, percebemos que esses materiais não são transposições simplificadas de ideias complexas para a compreensão de um público leigo, mas sim configuram um discurso próprio, e, assim, encontra-se inserido em uma relação ideológica de classes. Dessa forma, podemos ver até a própria noção de “vão” entre conhecimentos como algo ideológico.

Assim partimos para **Capítulo 2**, onde pretendíamos aprofundar o que entendíamos pelo termo *ideologia*, já que ele apresenta uma pluralidade de significados. Diferentemente do pensamento popular, onde a ideologia pode ser entendida como um ideário, algo pelo qual valha a pena lutar ou combater, partimos para uma análise marxista do termo. Porém, mesmo dentro do marxismo sentimos a necessidade de especificarmos um pouco mais, já que essa corrente filosófica apresenta diversas vertentes.

Dentro do que chamamos de *marxismo ortodoxo*, ou seja, o marxismo de Marx, iniciamos definindo o que Marx considera um processo histórico, ou seja, os cinco momentos que definem a história: 1) satisfação das necessidades primordiais do homem; 2) complexificação das necessidades, que gera a importância de se juntar com iguais; 3) criação

da família, exemplificando as transformações das necessidades humanas; 4) ação dos homens para alterar a natureza, em conjunto com outros homens, numa forma mais inicial e geral da dialética das relações de produção: a relação dos homens com a natureza para transformá-la é ao mesmo tempo a relação dos homens entre si; 5) a consciência, que surge apenas a partir das relações sociais entre os homens e entre o homem e a natureza.

Nos detemos no quarto momento, pois ele é fundamental para a definição de diversos conceitos no marxismo, inclusive o conceito de ideologia. Para Marx e Engels, o conceito de ideologia era claramente um conceito pejorativo, equivalente a uma falsa consciência e uma ilusão. Ao transformar um ideário historicamente construído em ideologia, ele se converte dos interesses de uma classe emergente para os interesses particulares de uma classe dominante, negando os interesses de toda a sociedade.

Porém, é com o trabalho de pensadores marxistas futuros que o conceito se complexifica, como para o autor italiano Antonio Gramsci. Para ele, o conceito de ideologia está fortemente ligado aos conceitos de *hegemonia* e *sociedade civil*. A noção de hegemonia se dá quando uma predominância é obtida através do consentimento, ao invés dos usos dos maquinários coercitivos do Estado. Já a sociedade civil é uma das duas esferas que compõem o Estado, sendo caracterizada por organizações que elaboram e difundem ideologias, sendo incluído nisso organizações de materiais culturais, como revistas e jornais.

Para Gramsci, é dentro do que ele chama de ideologias orgânicas, ideologias que movimentam os homens dentro do terreno ideológico, que a ciência se dá. A ciência para ele também é uma superestrutura que determina a sociedade civil para a manutenção da hegemonia.

Não podemos nos esquecer que a ciência e a sua divulgação estão inseridas em um contexto histórico social, com constantes disputas pela hegemonia. Assim, mesmo evitando modelos deterministas que colocam a ciência e sua divulgação como derivações diretas dos interesses das lutas de classes, é preciso reconhecer que estas produções intelectuais sofrem influência das lógicas sociais nas quais se inserem.

Assim, no **Capítulo 3** retomamos a questão da formação de um novo discurso juntamente com a discussão acerca da ideologia apresentada no capítulo anterior. Encontramos duas esferas nas quais a ideologia pode se apresentar dentro da divulgação científica. A primeira é a sua própria existência, pois pressupõe que a cultura científica é a única que deve ser disseminada e que a divulgação consegue, de uma maneira neutra, realizar esse objetivo. O

segundo é dentro do conteúdo por ela divulgado, não só pela formação de um discurso novo, mas também pelo próprio desenvolvimento científico, já que a cultura científica, *por ser uma cultura*, não é neutra por si só. Este segundo ponto é particularmente importante por destacar que, ao não ser neutro, o discurso científico também está sujeito a interesses sociais específicos.

Uma ideologia não consegue se manter por longos períodos, isto é, seus discursos são temporais. Ela é constantemente reformulada e dissemina o seu núcleo de valores, crenças e explicações para que a população como um todo a compartilhe, tornando-a assim uma ideologia hegemônica. Para isso é importante que a mesma permeie a maior variedade possível de discursos, fazendo-se presente mesmo em temáticas nas quais os interesses de uma classe não são presentes. Entendemos que este pode ser o caso da divulgação científica, que indiretamente pode carregar mitos que sustentam visões necessárias à manutenção da hegemonia.

Outro aspecto importante abordado nesse capítulo é referente às *utopias*. Considerando que temos as ideologias de um lado legitimando autoridades hegemônicas e utopias de outro tentando subverter essa estrutura, a divulgação científica entra nesse contexto com um importante objetivo: formular e legitimar utopias. Vemos com isso características acerca da divulgação científica que sustentam o objetivo de nosso trabalho, já que ela não é apenas simplificação, mas um discurso próprio que depende das condições na qual é gerado. Essa dependência com o contexto se dá porque tanto a ciência quanto a divulgação são praticadas dentro de uma sociedade e, graças a tal, influenciadas por aparelhos hegemônicos dentro da sociedade civil. A ciência, para Gramsci, também é uma superestrutura que determina a sociedade civil para a manutenção da hegemonia e de uma ideologia hegemônica. Contudo, como afirmamos anteriormente, a ideologia hegemônica não é algo fixo e imutável, mas necessita de constantes reforços para se sustentar e a divulgação científica entra no contexto para dar esse reforço, mesmo que timidamente. Assim, a divulgação científica possui características da ideologia hegemônica presentes nela, além de formular novas utopias, que também legitimam tendências ideológicas, que geram conflitos, embates e movimento dentro do terreno ideológico.

Porém, necessitávamos afunilar sobre o que trataríamos dentro da divulgação científica. Nisso, a partir do **Capítulo 4**, inicia-se a segunda parte da dissertação, realizando uma análise historiográfica acerca de Albert Einstein, já que seu nome e imagem são representações fortemente incrustadas no imaginário popular. Iniciamos analisando o contexto da publicação de *Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie* (a teoria da relatividade geral). Um dos

importantes resultados desse trabalho é que seria possível a realização de testes empíricos que validassem (ou não) a teoria, a partir da deflexão da luz próximo a corpos massivos.

Em seguida, tratamos sobre a questão da Primeira Guerra Mundial e as influências que isso teve para o desenvolvimento da ciência, principalmente a alemã. A guerra, o uso de armas químicas na batalha de Ypres, o Manifesto dos 93 e, principalmente, como a propaganda divulgava os eventos foram decisivos para cortar boa parte dos contatos que os cientistas germânicos possuíam com a comunidade da Tríplice Entente e seus aliados. O físico inglês Arthur Eddington era um dos poucos pesquisadores ingleses que tentava manter contato tanto com pesquisadores de países neutros na guerra quanto com pesquisadores de países rivais ao Reino Unido. Seu contato com os trabalhos de Einstein se deu a partir de Willem de Sitter, físico e matemático holandês que submeteu artigos em 1916 sobre a relatividade geral para a *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

Contudo, o posicionamento de Eddington favorável acerca dos trabalhos de Einstein não era nem de perto unânime. Ele lutava não só devido ao seu posicionamento político pacifista, muito rejeitado à época, mas também era um dos únicos defensores da teoria de Einstein dentro do âmbito inglês, o colocando dentro de uma minoria na comunidade astronômica.

Eddington só conseguiu iniciar o planejamento para uma viagem com o intuito de detectar a deflexão da luz graças a outro astrônomo inglês, Sir Frank Dyson, Astrônomo Real Britânico pelo período de 1910 até 1933, cujas influências se expandiam para além da comunidade científica. O eclipse solar analisado ocorreu no dia 29 de maio de 1919, e ambas as frentes da expedição, uma em Sobral e outra em Ilha do Príncipe, conseguiram fotografar imagens dele, porém com problemas decorrentes das lentes astrográficas de Sobral e do mal tempo em Príncipe.

Mesmo com os problemas, o anúncio acerca do resultado da expedição ocorreu quase seis meses após o eclipse, em uma reunião conjunta entre a Royal Astronomic Society e a Royal Society, no dia 6 de novembro de 1919, presidida por J. J. Thompson. Após essa reunião, começou a divulgação acerca do resultado e, nesse trabalho, analisamos como ela se deu em três lugares distintos: a recepção britânica, estadunidense e alemã.

Antes de analisarmos a recepção popular, observamos como a academia observou esses resultados. De acordo com os trabalhos de Brush, três fatores principais para aceitação da teoria: fatores empíricos, sociais e estéticos, sendo que eles não são independentes entre si. Já Kevles

atribui grande peso à fatores empíricos, como as expedições, para a aceitação da teoria da relatividade geral.

Para que o experimento obtivesse mais credibilidade, era necessário que ele fosse visto, não só pela academia, mas pela população mais ampla, como um experimento crucial. Eddington ajudou, no caso da recepção britânica, a preparar a audiência para receber os resultados da expedição, mostrando a importância de reconhecer as dinâmicas sociais na transmissão do conhecimento científico.

Já no caso dos Estados Unidos, percebemos que a popularidade de Einstein não foi de forma alguma algo inevitável, mas sim uma conjunção de fatores: iniciada pela imprensa britânica como uma forma de validação das expedições de Eddington e da própria teoria da relatividade geral, a propaganda em torno de sua imagem foi reforçada pela utilização dos termos corretos, em um momento de instabilidade entre guerras e com uma visita em um momento em que o interesse geral pela teoria estava iniciando uma queda. Por fim, na Alemanha, percebemos que a imagem de Einstein estava sendo construída mesmo antes das expedições de 1919 e foi influenciada pelas notícias sensacionalistas estrangeiras.

No **Capítulo 5** começamos a nos aprofundar no tema que trataríamos: a detecção das ondas gravitacionais. Nossa análise historiográfica continua, pois precisávamos entender como o conceito se construiu para só posteriormente podermos analisar as notícias acerca dele.

Embora a teoria da relatividade geral tivesse demonstrado o seu valor de diversas formas, como no próprio caso da deflexão de raios de luz na proximidade de corpos massivos, por volta da década de 1950 ela havia se tornado basicamente uma ferramenta para tratar de problemas matemáticos, com os principais cientistas que lidavam com ela vinculados a institutos matemáticos. Dessa forma, a construção de aparatos experimentais para a detecção de ondas gravitacionais demorou algumas décadas para se desenvolver. Estudamos as dificuldades técnicas que Joseph Weber, um dos precursores na busca por ondas gravitacionais, enfrentou no início dos anos 1960 até os anos 1970.

Caminhamos assim para o desenvolvimento do projeto LIGO, que iniciou sua construção no início dos anos 1990 e, com sua configuração avançada, detectou as ondas gravitacionais no dia 14 de setembro de 2015, sendo o anúncio feito no dia 11 de fevereiro de 2016.

Assim caminhamos para o **Capítulo 6**, terceira parte desse trabalho, onde apresentamos nossa metodologia, procedimentos metodológicos e como determinamos os materiais que seriam analisados. Acerca da metodologia e procedimentos metodológicos, apresentamos brevemente alguns elementos da Análise do Discurso, focando nos trabalhos de Pêcheux e Ducrot. Já acerca dos materiais selecionados, nos decidimos por buscas materiais em português – ou facilmente encontrados legendados – veiculados em suporte digital. A forma de pesquisa em todos os portais selecionados foi a mesma: nós queríamos saber quais notícias alguém interessado no tema da detecção encontraria, então pesquisamos por “ondas gravitacionais” na barra de busca e salvamos todos os resultados encontrados cujo tema central fosse as ondas gravitacionais.

No total possuímos 83 materiais para a análise, sendo 78 na forma de texto e 5 na forma de vídeo. Percebemos, assim, que uma seleção mais fina seria necessária e, em uma primeira leitura, selecionamos dezoito materiais para realizarmos a nossa análise. Esses materiais representam tanto a evolução temporal quanto o tipo de grupo que veiculou a notícia.

Separamos esses dezoito materiais em seis grupos de análise: *Folha de São Paulo* e *O Estado de São Paulo*; *Revista Galileu*; *Revista Pesquisa FAPESP*; *Sociedade Brasileira de Física*; *Jornal Nacional*; *Fantástico*, *The Late Night with Stephen Colbert* e *TEDTalk*.

A partir do **Capítulo 7**, iniciamos a análise desses dezoito materiais. No primeiro grupo, formado pelas reportagens da *Folha de São Paulo* e *O Estado de São Paulo*, percebemos uma evolução temporal no uso da imagem de Einstein e de sua teoria: inicialmente, como a primeira notícia da suposta detecção de 2014 estava mais relacionada a ondas primordiais do Big Bang e à teoria inflacionária, seu nome não era tão utilizado; posteriormente, com a detecção de 2016, sua imagem foi evocada constantemente. Avaliamos que isso seja um efeito de dois fatores: o primeiro, o público-alvo dos textos pertencentes a esse grupo; o segundo, a urgência de dar credibilidade à notícia da detecção das ondas gravitacionais. Nestes materiais a figura de Einstein é evocada quando se busca fazer com que o leitor leigo atribua importância à mesma. Com o tempo, após a realização de ampla divulgação, a descoberta já passa a gozar de credibilidade e as referências a Einstein diminuem. Nossa interpretação é que, com isso, não foi mais necessário evocar com tanta frequência a sua imagem.

No segundo grupo, formado pelas notícias da revista *Galileu*, percebemos que elas seguem o padrão temporal acerca da aparição da imagem de Einstein da mesma forma que no primeiro grupo, porém os textos, de certa maneira, apresentam um pouco mais de rigorosidade

técnica. Mesmo assim, se considerarmos os três textos em conjunto, a imagem de Einstein está presente nos três locutores e nos três enunciadores com os quais estamos trabalhando nessas análises.

No próximo grupo, que continham notícias veiculadas pela revista *Pesquisa FAPESP*, percebemos uma maior preocupação quanto a escrita e os termos utilizados na revista. Acerca da imagem de Einstein, ela aparece quase exclusivamente atrelada ao enunciados cuja visão é coerente com a do historiador, com uma maior incidência no texto de 2016 referente à detecção das ondas gravitacionais, mantendo assim o padrão temporal presente nos outros dois grupos já analisados.

No quarto grupo, formado por notas lançadas pela *Sociedade Brasileira de Física*, percebemos uma aparição muito pequena tanto da imagem de Einstein quanto da teoria da relatividade. Embora isso seja uma diferença quando comparado com os outros textos, nós percebemos que os textos presentes nesse grupo de modo geral apresentavam o enunciador cuja visão era do cientista com muito mais frequência. Porém, não é possível, de maneira contrastante com os outros grupos, perceber uma evolução temporal da imagem de Einstein nesses textos, já que ela raramente é evocada. Aparentemente o público alvo destas notícias não torna necessária a evocação da imagem de Einstein.

No sexto grupo, com reportagens veiculadas pelo *Jornal Nacional* nos dias 11 e 12 de fevereiro de 2016, vemos que a maneira como a detecção é anunciada é distinta dos materiais em texto até agora analisados, pois há um caráter sensacionalista na forma como elas são estruturadas, atribuindo uma visão mítica a Einstein, cometendo alguns equívocos físicos e históricos e tentando reforçar como a detecção das ondas gravitacionais poderia ser útil em um futuro distante através de viagens por buracos de minhoca. Isso provavelmente se deve pela forma como essa mídia é consumida, de forma diferente das demais já analisadas.

Nosso último grupo é formado por três notícias distintas, com características peculiares entre si. A primeira notícia, apresentada no dia 14 de fevereiro de 2016 pelo *Fantástico*, vemos uma evolução acerca da imagem de Einstein apresentada quando comparamos com as reportagens apresentadas no *Jornal Nacional*. Embora seu nome seja citado com mais frequência, há uma explicação de sua teoria, o que ela significa, além de mostrar as instalações do LIGO, também explicando o seu funcionamento. Provavelmente, além do tempo extra de produção da reportagem, a possibilidade de realizar uma matéria com uma maior extensão

possibilitou melhores explicações acerca dos conceitos e do desenvolvimento tecnológico envolvido.

A segunda notícia, apresentada pela rede televisiva americana CBS, mas com grande impacto digital, possui uma rigorosidade técnica quanto aos termos e analogias utilizadas, mas mesmo assim com uma linguagem acessível. Talvez isso seja decorrente de ter um período maior de produção e por basicamente ser toda apresentada por Brian Greene. Contudo, a imagem mítica de Einstein está presente logo no início da matéria, provavelmente a representação mais mítica dele por nós analisada.

Nossa última notícia analisada, uma palestra veiculada na plataforma TED, ao invés do imediatismo presente em alguns dos outros materiais já analisados, percebemos uma construção longa acerca do desenvolvimento do LIGO. Nesse vídeo, a imagem de Einstein não aparece em momento algum e pouquíssimas referências à teoria da relatividade geral. Vemos, assim que existe a possibilidade de construir um material acerca da detecção das ondas gravitacionais sem evocar Einstein e pouquíssimo acerca teoria da relatividade geral, mas mesmo assim explicando o que são as ondas gravitacionais, a partir da construção do LIGO. Contudo, sabemos que esse material é muito diferente quando comparado com os outros que foram analisados. Em comparação com os presentes nesse grupo, ele não foi idealizado para ser transmitido em programas de televisão e, além de tudo, é voltada para um público muito mais específico do que aquele dos outros materiais.

Assim, podemos construir nossa conclusão acerca de nossa pergunta inicial. Percebemos que a divulgação científica possui características da ideologia hegemônica presentes nela, além da possibilidade de construção de novas utopias, já que a ciência e a sua divulgação estão inseridas em um contexto histórico social, com constantes disputas pela hegemonia e uma ideologia hegemônica presente que necessita de legitimação.

No caso específico da construção inicial da imagem de Einstein, percebemos que ela é resultado de um conjunto de fatores históricos e sociais, como o contexto da Primeira Guerra Mundial e a maneira como as expedições de 1919 foram conduzidas.

Levando em consideração isso, podemos analisar de forma mais ampla as notícias acerca da detecção das ondas gravitacionais. Como uma ideologia hegemônica precisa ser constantemente reforçada, vemos que sua imagem é evocada de maneiras distintas, dependente do momento de lançamento de uma determinada notícia ou em qual veículo ela será lançada.

Vemos que, quando uma notícia precisa se afirmar como sendo algo relevante para um público amplo, sua imagem é mais aparente, como nas notícias de 2016 do Grupo 1. Porém, notícias da mesma época que visam um público mais específico, como a palestra de Allan Adams no TED, não existe a necessidade de evocar a sua imagem, pois questões acerca da relevância científica da detecção não necessitam ser constantemente reformuladas e disseminadas para este público.

Além dos diferentes tipos de mídias nas quais as notícias foram veiculadas, percebemos também uma evolução temporal após as primeiras notícias de 2016 em um mesmo grupo. De alguma forma, quando a população já estava inserida na ideologia de que a detecção foi importante para o desenvolvimento científico, não havia mais a necessidade de continuar reforçando isso, pois o público amplo já havia concordado com tal. Isso é visível na queda das menções a Einstein nas notícias de 2017 acerca da premiação do Nobel de Física.

Assim, percebemos que a figura de Einstein continua sendo evocada como uma maneira de legitimar determinado conhecimento físico, mantendo assim a continuidade do reforço de uma determinada ideologia hegemônica presente na sociedade civil. Em suma, seu nome é evocado para legitimar a importância do que se busca divulgar e, por meio dele, reforçar ideias de cientificidade. Isto ocorre, pois além do nome do cientista constantemente afirmou-se ideais de ciência que são, ao menos, controversos.

Em muitas notícias encontramos uma aparente “humanização” da ciência quando nos níveis mais aparentes do discurso apresenta-se a ciência como o fruto de um processo histórico, em que diferentes cientistas buscam dar contribuições ao longo do tempo. Contudo, por traz deste discurso, vemos que ideais de progresso e um realismo quase ingênuo se manifestam. A mensagem mais implícita é a de que com o devido tempo a ciência irá superar todas as suas limitações. Este é um dos aspectos ideológicos mais presentes nos textos. Por fim, vale ressaltar que este mesmo elemento é reforçado pela figura de Einstein, pois muitas vezes o que ficava subtendido era a afirmação de que a “verdade” colocada por ele precisou de 100 anos para ser verificada.

Longe de resolver todos os problemas levantados neste trabalho, esta dissertação teve como objetivo principal a tentativa de apontar para debates que julgamos ser necessários. Muitas vezes a discussão sobre concepções de ciência se restringe a um debate epistemológico, como se o cidadão comum fosse naturalmente ingênuo. Consideramos ser necessário trabalhar esta questão com novos olhares, e esta dissertação pode ser considerada um passo nesta direção.

Referências Bibliográficas

- AASI, J. et al. Advanced LIGO. **Classical and Quantum Gravity**, v. 32, n. 7, p. 074001, 2015.
- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. 5 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ABBOTT, B. P. et al. Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger. **Physical Review Letters**, v. 116, n. 6, p. 061102, 2016.
- ABRAMOVICI, A. et al. LIGO: The Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory. **Science**, v. 256, p. 325-333, 1992.
- ADAMS, A. **O que significa a descoberta das ondas gravitacionais**. TED, fev. 2016. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ybrrlvht>>. Acesso em 1 jun. 2018.
- ADE, P. A. R. et al. Joint analysis of BICEP2/Keck Array and Planck data. **Physical Review Letters**, v. 114, n. 10, p. 101301, 2015.
- ADORNO, T.; HORKHEIMER, M. **Dialética do esclarecimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 1985.
- ALMEIDA, M. J. P. M. **Discurso da ciência e da escola: ideologia e leituras possíveis**. 1. ed. Campinas: Mercado de Letras, 2004.
- ARON, R. **O marxismo de Marx**. 1. ed. São Paulo: Arx, 2008.
- AZEVEDO, T. M. Outras vozes na argumentação: atualização da polifonia e reformulação da descrição semântico-argumentativa do discurso. **Letras Hoje**, v. 46, n. 1, p. 64-72, 2011.
- BARROS, T. H. B. Por uma metodologia do discurso: noções e métodos para uma análise discursiva. In: BARROS, T. H. B. **Uma trajetória da Arquivística a partir da Análise do Discurso: inflexões histórico-conceituais**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015, p. 73-95.
- BENSAUDE-VINCENT, B. A genealogy of the increasing gap between science and the public. **Public Understanding of Science**, v. 10, n. 1, p. 99-113, 2001.
- BOURDIEU, P. **Usos sociais da ciência**. São Paulo: Unesp, 2003.
- BRANDÃO, H. H. N. **Introdução à Análise do Discurso**. 2. ed. rev. Campinas: Editora da Unicamp, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, MEC/Semtec, 1999.

_____. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular: Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC, 2015. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ya2tcrb8>>. Acesso em 2 mai. 2018.

BROWN, J. A. C. **Techniques of Persuasion, from propaganda to brainwashing**. Londres: Penguin Books, 1963.

BRUSH, S. G. Why was relativity accepted?. **Physics in perspective**, v. 1, n. 2, p. 184-214, 1999.

CARDOSO, D.; NORONHA, A.; WATANABE, G.; GURGEL, I. Texto jornalístico sobre Ciência: uma análise do discurso sobre a Natureza da Ciência. **Alexandria: Revista de Educação Em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 229-251, 2015.

CAREL, M.; DUCROT, O. Atualização da polifonia. **Revista Desenredo**, v. 6, n. 1, p. 09-21, 2010.

CASTRO, F. Físicos americanos anunciam detecção de ondas gravitacionais. **O Estado de São Paulo**. 11 de fev. 2016. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y7ozl3m4>>. Acesso em 1 jun. 2018.

CHANDRASEKHAR, S. Verifying the Theory of Relativity. **Notes and Records of the Royal Society of London**. v. 30, n. 2, p. 249-260, 1976.

CHAUÍ, M. **O que é ideologia**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2001.

CIANI, G.; FULDA, P. Present and Future Ground-Based Detectors. In: AUGER, G.; PLAGNOL, P. (Eds.). **An Overview of Gravitational Waves: Thory, Sources and Detection**. Singapura: World Scientific, 2017, p. 195-220.

COLLINS, H. **Gravity's Shadow: The Serach for Gravitational Waves**. Chicago: The University of Chicago Press, 2004.

COUTINHO, C. N. **Gramsci: um estudo sobre seu pensamento político**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

CRELINSTEN, J. Einstein, Relativity, and the Press. **The physics teacher**, v. 18, n. 2, p. 115-122, 1980.

DE SITTER, W. On Einstein's Theory of Gravitation and its Astronomical Consequences. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 76, p. 699-728, 1916.

DIRAC, P. A. M. The early years of relativity. In: NOZ, M.; KIM, Y. S. (Eds.). **Special Relativity and Quantum Theory**. Dordrecht: Springer, 1988, p. 17-28.

DUARTE, R. **Adorno/Horkheimer & A Dialética do Esclarecimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

_____. **Teoria Crítica da Indústria Cultural**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.

DUCROT, O. **O dizer e o dito**. Campinas: Pontes, 1987.

EAGLETON, L. **Ideology: An Introduction**. Londres: Verso, 1991.

_____. **Ideology**. Londres: Longman UK, 1994.

EARMAN, J.; GLYMOUR, C. Relativity and eclipses: The British eclipse expeditions of 1919 and their predecessors. **Historical Studies in the Physical Sciences**, v. 11, n. 1, p. 49-85, 1980.

EDDINGTON, A. S. **Space, time and gravitation: an outline of the general relativity theory**. Cambridge: University Press, 1953.

EDGLEY, R. Marxismo dialético. In: BOTTOMORE, T. (Ed.). **Dicionário do pensamento marxista**. 1 ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1988. p. 258-259.

EINSTEIN, A. Zur Elektrodynamik bewegter Körper. **Annalen der physik**, v. 322, n. 10, p. 891-921, 1905.

_____. Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes. **Annalen der Physik**, v. 340, n. 10, p. 898-908, 1911.

_____. Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. **Annalen der Physik**, v. 354, n. 7, p. 769-822, 1916a.

_____. Näherungsweise Integration der Feldgleichungen der Gravitation. **Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften Zu Berlin, Sitzungsberichte**. p. 688-696, 1916b.

_____. Einstein Expounds His New Theory. **The New York Times**, Nova Iorque, p. 19, 3 de Dez. 1919 (1919a). Disponível em: <<https://tinyurl.com/yaobk8z8>>. Acesso em 6 abr. 2018.

_____. [Carta] 27. Set. 1919, Berlin [para] EINSTEIN, P., Lucerna. 1f. In: BUCHWALD, D. K. et al. (Eds.). **The Collected Papers of Albert Einstein, Volume 9: The Berlin Years: Correspondence, January 1919-April 1920**. 1919b, p. 170-171.

_____. Prüfung der allgemeinen Relativitätstheorie. **Naturwissenschaften**, v. 7, n. 42, p. 776-776, 1919c.

_____. Meine Antwort. **Berliner Tageblatt**, Berlin, p. 1, 26. Ago. 1920. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ycm5hc9m>>. Acesso em 6 abr. 2018.

_____. On the Method of Theoretical Physics. **Philosophy of science**, v. 1, n. 2, p. 163-169, 1934.

EINSTEIN, A; ROSEN, N. On gravitational waves. **Journal of the Franklin Institute**, v. 223, n. 1, p. 43-54, 1937.

ELTON, L. Einstein, general relativity, and the German press, 1919-1920. **Isis**, v. 77, n. 1, p. 95-103, 1986.

ENDERLE, R. Sobre a tradução. In: MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã: crítica da mais recente filosofia alemã em seus representantes Feuerbach, B. Bauer e Stirner, e do socialismo alemão em seus diferentes profetas**. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2007, p. 17-19.

FAILLA, Z. **Retratos da leitura no Brasil 4**. Rio de Janeiro: Sextante, 2016.

FANTÁSTICO. Fantástico vai a observatório que detectou as 'ondas gravitacionais'. Rede Globo, 14 de fev. 2016. Programa de TV. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y9s36lr5>>. Acesso em 1 jun. 2018.

FEMIA, J. V. **Gramsci's political thought: hegemony, consciousness, and the revolutionary process**. Oxford: Claredon Press, 1981.

FERREIRA, W. B. O conceito de diversidade na BNCC: Relações de poder e interesses ocultos. **Retratos da Escola**, v. 9, n. 17, p. 299-319, 2015.

FIORAVANTI, C. Ecos da gravidade. **Pesquisa FAPESP**. Out. 2006. Disponível em: <<https://tinyurl.com/yckoohek>>. Acesso em 1 jun. 2018.

FOLEY, D. Valor de uso. In: BOTTOMORE, T. (Ed.). **Dicionário do pensamento marxista**. 1 ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1988. p. 401-402.

FUSCO, C. Cientistas brasileiros na equipe que encontrou as ondas gravitacionais de Einstein. **Galileu**. 11 de fev. 2016. Disponível em: <<https://tinyurl.com/yabqpr8o>>. Acesso 01 jun. 2018.

GAVROGLU, K. Science popularization, hegemonic ideology and commercialized science. **Journal of History of Science and Technology**, v. 6, p. 85-97, 2012a.

_____. The ideology of popularization and the popularization of ideology: some issues for the History of Science. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 224-231, 2012b.

GERAS, N. Fetichismo. In: BOTTOMORE, T. (Ed.). **Dicionário do pensamento marxista**. 1 ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1988. p. 149-150.

GLICK, T. F. Cultural Issues in the Reception of Relativity. In: GLICK, T. F. (Ed.). **The Comparative Reception of Relativity**. Dordrecht: Springer, 1987, p. 381-400.

GONTIJO, C. M. M. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Comentários Críticos. **Revista Brasileira de Alfabetização**, v. 1, n. 2, p. 174-190, 2015.

GRAMSCI, A. **Cadernos do Cárcere Volume 1: Introdução ao estudo da filosofia. A filosofia de Benedetto Croce**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1999.

GUIMARÃES, M. Detecção de ondas gravitacionais é premiada com Nobel de Física. **Pesquisa FAPESP**. 3 de out. 2017. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ybzc5oq3>>. Acesso em 1 jun. 2018.

HILGARTNER, S. The dominant view of popularization: conceptual problems, political uses. **Social studies of science**, v. 20, n. 3, p. 519-539, 1990.

IACONO, A. M. **The History and Theory of Fetishism**. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2016.

IBGE. **Acesso à Internet e à Televisão e Posse de Telefone Móvel Celular Para Uso Pessoal: Análise dos Resultados**. Brasília: Brasil, 2016. Disponível em: <<https://tinyurl.com/yb5dwvrc>>. Acesso em 23 mai. 2018.

JORNAL NACIONAL. **Cientistas detectam ondas gravitacionais e ouvem universo**. Rede Globo, 11 de fev. 2016 (2016a). Programa de TV. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y8fd79fw>>. Acesso em 1 jun. 2018.

_____. **Descoberta pode ajudar em viagens no espaço mais rápidas que a luz.** Rede Globo, 12 de fev. 2016 (2016b). Programa de TV. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y8uosczb>>. Acesso em 1 jun. 2018.

KENNEFICK, D. Controversies in the history of the radiation reaction problem in general relativity. In: GOENNER, H. et al. (Eds.). **The Expanding Worlds Of General Relativity.** Cambridge: Birkhäuser Boston, 1999, p. 207-234.

_____. **Traveling at the Speed of Thought: Einstein and the Quest for Gravitational Waves.** Princeton: Princeton University Press, 2007.

_____. Not Only Because of Theory: Dyson, Eddington, and the Competing Myths of the 1919 Eclipse Expedition. In: LEHNER, C.; RENN, J.; SCHEMMEL, M. (Eds.). **Einstein and the Changing Worldviews of Physics.** Cambridge: Birkhäuser Boston, 2012, p. 201-232.

KEVLES, D. J. Albert Einstein: Relativity, war, and fame. In: PRINCETON UNIVERSITY PRESS. **A Century in Books Press: Princeton University Press 1905-2005.** Princeton University Press, 2005, p. 115-24.

KONDER, L. **A questão da ideologia.** São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

LICHNEROWICZ, A. Mathematics and general relativity: A recollection. In: EISENSTAEDT, J.; KOX, A. J. (Eds.). **Studies in the history of general relativity**, 1992, v. 3, p. 103-108.

LIGO. Gravitational waves from a binary black hole merger observed by LIGO and Virgo. **News Release.** 27 de set. 2017. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y87z4d7m>>. Acesso em 1 jun. 2018.

LOLE, A. Filosofia da Práxis em Antonio Gramsci. **Revista Virtual En_Fil - ENCONTROS com a FILOSOFIA**, v. 4, p. 1-11, 2015.

LORENTZ, H. A. [Telegrama] 22. Set. 1919, Haia [para] EINSTEIN, A., Berlin. 1f. In: BUCHWALD, D. K. et al. (Eds.). **The Collected Papers of Albert Einstein, Volume 9: The Berlin Years: Correspondence, January 1919-April 1920.** 1919, p. 167.

LÖWY, M. **Ideologias e Ciências Sociais: Elementos para uma análise marxista.** 19ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LUKÁCS, G. **História e Consciência de Classe.** 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

MAGALHÃES, G. **Ciência e ideologia: uma excursão à história em torno da ideia de progresso**. São Paulo: Intermeios, 2017.

MAGGIORE, M. **Gravitational Waves Vol. 1: Theory and Experiments**. Oxford: Oxford University Press, 2008.

MALINOWSKI, B. Myth in Primitive Psychology. In: REDFIELD, R. (Ed.) **Magic, Science and Religion and Other Essays by Bronislaw Malinowski**. Glencoe: The Free Press, 1948, p.72-125.

MANNHEIM, K. **Ideology and Utopia: An Introduction to the Sociology of Knowledge**. Londres: Routledge & Kegan Paul, 1954.

MARQUIS, A. G. Words as weapons: propaganda in Britain and Germany during the First World War. **Journal of Contemporary History**, v. 13, n. 3, p. 467-498, 1978.

MARTINS, I.; CASSAB, M.; ROCHA, M. B. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. **Revista Brasileira de Pesquisa em educação em Ciências**, v. 1, n. 3, 2001.

MARX, K. **Contribuição à Crítica da Economia Política**. 2ª ed. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

_____. **O Capital: crítica da economia política: livro I: o processo de produção do capital**. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2017.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã: crítica da mais recente filosofia alemã em seus representantes Feuerbach, B. Bauer e Stirner, e do socialismo alemão em seus diferentes profetas**. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2007.

MCCOMAS, W. F. The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths of science. In: MACCOMAS, W. F. (Ed.) **The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies**. Kluwer Academic Publishers, 1998, p. 53-70.

MERCIER, A. General Relativity at the Turning Point of Its Renewal. In: EISENSTAEDT, J.; KOX, A. J. (Eds.). **Studies in the history of general relativity**, 1992, v. 3, p. 109-124.

MÉSZÁROS, I. **O poder da ideologia**. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2004.

MISSNER, M. Why Einstein became famous in America. **Social studies of science**, v. 15, n. 2, p. 267-291, 1985.

MORAES, F. T. Nobel de Física vai para cientistas que detectaram ondas gravitacionais. **Folha de São Paulo**. 3 de out. 2017. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y7ruas5o>>. Acesso em 1 jun. 2018.

MOUFFE, C. Hegemony and ideology in Gramsci. In: MOUFFE, C. (Ed.). **Gramsci and Marxist Theory**. Londres: Routledge, 1979, p. 168-204.

MYERS, G. Discourse studies of scientific popularization: Questioning the boundaries. **Discourse studies**, v. 5, n. 2, p. 265-279, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Setting Priorities for Large Research Facility Projects Supported by the National Science Foundation**. Washington: The National Academies Press, 2004.

NICOLAI, G. F. **The biology of war**. Nova Iorque: Century Company, 1918.

NICOLAI, G. F.; EINSTEIN, A.; FÖRSTER, W. Aufruf an die Europäer. In: KLEIN, M. J.; KOX, A. J.; SCHULMAN, R. (Eds.). **The Collected Papers of Albert Einstein, vol. 6. The Berlin Years: 1914-17**. 1998, p. 69-71.

NORONHA, A. B. **Interpretando a relatividade especial: discutindo o debate realismo e antirrealismo científicos no ensino de ciências**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

OLIVEIRA, A. J. Dois buracos negros vão colidir na constelação de Virgem. **Galileu**. 17 de set. 2015. Disponível em: <<https://tinyurl.com/yczr6bfa>>. Acesso 1 jun. 2018.

OLIVEIRA, F. C. M. Língua inglesa em escolas públicas: representações de futuros professores. **BABEL: Revista Eletrônica de Línguas e Literaturas Estrangeiras**, v. 7, n. 1, p. 36-48, 2017.

OVERBY, D. Descoberta clarifica origem do Universo. **Folha de São Paulo**. 8 de abr. 2014. Disponível em < <https://tinyurl.com/y929bpet>>. Acesso em 1 jun. 2018.

PAIS, A. **Subtil é o Senhor: Vida e pensamento de Albert Einstein**. Lisboa: Gradiva, 1993.

PARRA, E. B. Zizek: Conceito de Ideologia e Aparelhos Ideológicos. **3º Encontro de Pesquisa na Graduação em Filosofia as Unesp**, v. 1, n. 1, p. 35-43, 2008.

PÊCHEUX, M. **Semântica e discurso: Uma crítica à afirmação do óbvio**. 1 ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1988.

PÊCHEUX, M.; FUCHS, C. A Propósito da Análise Automática do Discurso: Atualização e Perspectivas. In: GADET, F.; HAK, T. (Orgs.) **Por uma Análise Automática do Discurso: Uma Introdução à Obra de Michel Pêcheux**. 3 ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1997.

PESQUISA FAPESP. **Anuncie**. 20-?. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y8coqf95>>. Acesso em 24 mai. 2018.

QUINO, J. L. **Toda a Mafalda**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

REHMANN, J. **Theories of ideology: The powers of alienation and subjection**. Boston: Brill, 2013.

REVISTA GALILEU. **Midiakit**. 2015. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ycmlxsgg>>. Acesso em 1 jun. 2018.

_____. Nobel de Física vai para cientistas que detectaram as ondas gravitacionais. **Galileu**. 3 de out. 2017. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ydxg9d3d>>. Acesso em 1 jun. 2018.

RICŒUR, P. **Lectures on Ideology and Utopia**. Nova Iorque: Columbia University Press, 1986.

ROSEN, N.; VIRBHADRA, K. S. Energy and Momentum of Cylindrical Gravitational Waves. **General Relativity and Gravitation**, v. 25, n. 4, p. 429-433, 1993.

SBF. Comprovada a existência de ondas gravitacionais e de buracos negros. **Destaques em Física**. 18 de fev. 2016. Disponível em: <<https://tinyurl.com/yd5uekju>>. Acesso em 1 jun. 2018.

_____. LIGO detecta ondas gravitacionais geradas a 3 bilhões de anos-luz. **Destaques em Física**. 22 de jun. 2017 (2017a). Disponível em: <<https://tinyurl.com/yc2al7uh>>. Acesso em 1 jun. 2018.

_____. Ondas gravitacionais, premiadas com Nobel, têm elo brasileiro. **Destaques em Física**. 5 de out. 2017 (2017b). Disponível em: <<https://tinyurl.com/yc7awze6>>. Acesso em 1 jun. 2018.

_____. Primeira detecção de ondas gravitacionais de um par de estrelas de nêutrons. **Destaques em Física**. 19 de out. 2017 (2017c). Disponível em: <<https://tinyurl.com/yb7vtaoj>>. Acesso em 1 jun. 2018.

SILVA, M. R. Currículo, ensino médio e BNCC: Um cenário de disputas. **Retratos da Escola**, v. 9, n. 17, p. 367-379, 2015.

SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, VII, 1987, São Paulo. **Resumos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Física, 1987.

SPONSEL, A. Constructing a ‘revolution in science’: the campaign to promote a favourable reception for the 1919 solar eclipse experiments. **The British journal for the history of science**, v. 35, n. 4, p. 439-467, 2002.

STANLEY, M. “An Expedition to Heal the Wounds of War” The 1919 Eclipse and Eddington as Quaker Adventurer. **Isis**, v. 94, n. 1, p. 57-89, 2003.

STEFANINI, L. A misunderstanding in Soldner’s interpretation of the gravitational deflection of light. **Lettera Matematica**, v. 4, n. 3-4, p. 167-172, 2017.

SUGIMOTO, C. R. et al. Scientists popularizing science: characteristics and impact of TED talk presenters. **PloS one**, v. 8, n. 4, (p. e62403), 2013.

SZINICZ, L. History of chemical and biological warfare agents. **Toxicology**, v. 214, n. 3, p. 167-181, 2005.

THE NEW YORK TIMES. **Lights All Askew In The Heavens**, Nova Iorque, p. 17, 10 de Nov. 1919. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y728gr52>>. Acesso em 6 abr. 2018.

_____. **Psychopathic Relativity**, Nova Iorque, p. 18, 5 de Abr. 1921. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ybzyyexm>>. Acesso em 6 abr. 2018.

THE TIMES. **Revolution in Science**, Londres, p. 12, 7 de Nov. 1919 (1919a). Disponível em: <<https://tinyurl.com/y727ey4x>>. Acesso em 6 abr. 2018.

_____. **Einstein’s Great Discovery**, Londres, p. 03, 8 de Nov. 1919 (1919b). Disponível em: <<https://tinyurl.com/ydalou5s>>. Acesso em 6 abr. 2018.

THOMAS, P. D. **The Gramscian moment: philosophy, hegemony and Marxism**. Boston: Brill, 2009.

THOMSON, J. Joint eclipse meeting of the Royal Society and the Royal Astronomical Society, 6 November 1919. **The Observatory, London**, v. 42, n. 545, p. 389-398, 1919.

THORNE, K. S. Gravitational-wave research: Current status and future prospects. **Reviews of Modern Physics**, v. 52, n. 2, p. 285-297, 1980.

TLSWSC (The Late Show With Stephen Colbert). **Gravitational waves hit the Late Show**. CBS, 24 de fev. 2016. Programa de TV. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ycl3knpr>>. Acesso em 1 jun. 2018.

TOPHAM, J. R. Rethinking the history of science popularization/popular science. In: PAPANELOPOULOU, F.; NIETO-GALAN, A.; PERDIGUERO, E. (Eds.). **Popularizing science and technology in the European periphery, 1800–2000**. Surrey: Ashgate, 2009, p. 1-20.

WALTER, H. G.; SOVERS, O. J. **Astrometry of fundamental catalogues: the evolution from optical to radio reference frames**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2000.

WEBER, J. Detection and Generation of Gravitational Waves. **Physical Review**, v. 117, n. 1, p 306-313, 1960.

_____. Gravitational Radiation. **Physical Review Letters**, v. 18, n. 13, p. 498-501, 1967.

_____. Gravitational-wave-detector Events. **Physical Review Letters**, v. 20, n. 23, p. 1307-1308, 1968.

_____. Anisotropy And Polarization In The Gravitational-Radiation Experiments. **Physical Review Letters**, v. 25, n. 3, p. 180-184, 1970.

WILLIAMS, R. **Cultura e Materialismo**. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

ZAMBONI, L. M. S. **Heterogeneidade e Subjetividade no Discurso da Divulgação Científica**. 1997. Tese (Doutorado em Linguística) - Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ZOLNERKEVIC, I. Mais uma janela para o Universo. **Pesquisa FAPESP**. Mar. 2016. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y9m4lem7>>. Acesso em 1 jun. 2018.

ZUIDERVAART, L. Theodor W. Adorno. In: ZALTA, E. N. (Ed.) **The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2015 Edition)**, 2015. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y8gk9rzy>>. Acesso em 17 mai. 2018.

Anexo 1 – Transcrições dos vídeos

A1.1 Jornal Nacional, 11/02/2015

[William Bonner] Cientistas anunciaram hoje nos Estado Unidos uma conquista fundamental no estudo do universo. Eles conseguiram detectar as ondas gravitacionais existentes no espaço e no tempo.

[Renata Vasconcellos] A importância dessa descoberta, a gente vê na reportagem do correspondente Luís Fernando Silva Pinto.

[David Reitze] We have detected [fala interrompida pelo narrador]

[Narrador] Nós conseguimos.

[DR] We did it.

[N] O entusiasmo do chefe da pesquisa foi evidente quando anunciou que um grupo internacional de cientistas conseguiu detectar as chamadas "ondas gravitacionais".

[DR] So, what LIGO has done [fala interrompida pelo narrador]

[N] Pela primeira vez o universo falou conosco por meio de ondas gravitacionais. Conseguimos ouvi-las, disse David Reitze.

[DR] We were able to hear them.

[N] O grupo conseguiu ouvir o som de um evento catastrófico que aconteceu um bilhão e trezentos milhões de anos atrás, quando a vida na Terra ainda era embrionária. Dois buracos negros muito distantes estavam girando um em torno do outro em órbitas cada vez mais rápidas e se chocaram. Por uma fração mínima de segundo, a colisão produziu o equivalente a cinquenta vezes mais energia do que todas as estrelas do universo juntas. Foi uma explosão tão forte que deformou o espaço e o tempo, espalhando ondas parecidas com ondas sonoras que viajaram o universo em todas as direções. Dia 14 de setembro de 2015 essas ondas, já muito enfraquecidas, foram detectadas por um enorme sistema instalado nos Estados Unidos. O sistema chamado LIGO usa canhões de laser instalados a três mil e oitocentos quilômetros de distância entre si. O Odylio de Aguiar, pesquisador do instituto nacional de pesquisas espaciais, um dos cientistas que contribuíram para a descoberta, prevê o que poderá acontecer num futuro não tão distante.

[Odylio de Aguiar] Isso vai abrir uma perspectiva no futuro enorme de conhecimento pro, do universo, né? Você pode desenhar dois pontos numa folha de papel, né? Dois pontos distantes. Digamos milhões de anos-luz um do outro. E você pode dobrar a folha, juntar os dois pontos, né? E um ficar do lado do outro. E você passar do um pro outro quase que instantaneamente.

[N] Com telescópios o ser humano olha para as estrelas há séculos. Nas últimas décadas, a ciência começou a usar radiotelescópios para captar ondas eletromagnéticas e a nossa visão do universo melhorou muito. Agora, detectando ondas gravitacionais, a astronomia passa a poder ouvir o universo.

[Luís Fernando Silva Pinto (N)] Ouvir o universo é uma perspectiva nova, mas não para o legado de Albert Einstein. Cem anos atrás, logo depois de escrever a teoria geral da relatividade, o físico de família judia nascido na Alemanha, propôs exatamente essa tese: a de que os grandes choques, as grandes explosões do universo, criam ondas gravitacionais e produzem sons. Einstein não tinha a ajuda de instrumentos sofisticados, mas um século depois, continua liderando a ciência.

A1.2 Jornal Nacional, 12/02/2015

[Renata Vasconcellos] Ontem cientistas apresentaram ao planeta uma descoberta espetacular: as ondas gravitacionais, que abrem perspectivas novas no estudo entre as relações entre o espaço e o tempo, e mexem com a imaginação das pessoas. Seria possível viajar no tempo?

[Rogério Corrêa] Essa reportagem no Jornal Nacional começa com uma viagem no tempo, quer ver só?

((som de fita rebobinando))

[William Bonner] Cientistas anunciaram hoje nos Estado Unidos uma conquista fundamental no estudo do universo. Eles conseguiram detectar as ondas gravitacionais existentes no espaço e no tempo.

[RC] Esses estudos são importantíssimos para a ciência, vão ajudar muito nos estudos do universo. Agora falar em viagem no tempo a partir disso já é um pouco demais. Agora viagem no espaço, o deslocamento de entrar num ponto e aparecer no outro sem esse truque de edição nosso, isso começa parecer um pouco mais possível.

[Narrador] Ainda é um sonho, mas esse corredor formado por dois pontos distantes que o homem do futuro poderia criar tem o nome estranho: buraco de minhoca. A ideia é simples. Imagine uma minhoca percorrendo uma maçã. Em vez dela caminhar por toda a casca para chegar ao outro lado, um buraco se abriria no fruto e ela atravessaria mais rapidamente para atingir o objetivo.

[Odylio Aguiar] Eram chamado [fala interrompida pelo narrador]

[N] Para o pesquisador que ajudou nas descobertas sobre ondas gravitacionais, as viagens instantâneas estão distantes. Mas no caminho pra se chegar lá já foi dado o primeiro passo.

[OA] O buraco de minhoca, ele no momento ele é só uma formulação matemática. Só existem equações matemáticas formuladas é... dizendo como a gravidade é em volta dele. Como é que você, o que que aconteceria, que... que forças gravitacionais você sentiria se você entrasse num buraco de minhoca e saísse do outro lado.

[RC] Mas o buraco de minhoca, o que se sabe, ele poderia proporcionar uma viagem no tempo e no espaço?

[OA] É... Ela poderia proporcionar sem dúvida uma viagem no espaço. Você conseguiria se deslocar no espaço com uma... com uma velocidade muito maior do que da luz porque na verdade você pega um atalho... ah... em que... é...une... é... um ponto do universo a outro ponto é... de uma forma é... rápida.

[N] Por enquanto aqui na Terra viagem pra longe pode ser logo ali.

[Senhor 1] Ah, eu iria talvez pra Paris, França, é...

[RC] Chique você, hein?

[S1] Sim, conhecer a torre Eiffel pessoalmente.

[N] Mesmo que pra isso seja preciso encarar um buraco de minhoca.

[Senhor 2] Aí... eu passaria. ((riso do entrevistador)) Passaria no buraco de minhoca, qual que é o problema? ((risos de ambas as partes))

A1.3 Fantástico, 14/02/2016

[Tadeu Schmidt] Essa semana pesquisadores anunciaram uma descoberta fantástica. Fantástica e complicada à beça. Eles detectaram ondulações no tecido que forma o nosso universo.

[Poliana Abritta] É, esse fenômeno foi previsto pelo alemão Albert Einstein há cem anos. E abre uma nova era para astronomia.

((zumbido))

[Narrador] Onze segundos desse som mudaram para sempre a física. O anúncio foi feito quinta-feira passada.

[David Reitze] Ladies and gentlemen [fala interrompida pelo narrador]

[N] Senhoras e senhores

[Falas em conjunto de N e DR]

[N] Detectamos ondas gravitacionais

[DR] We have detected gravitational waves

((aplausos))

[N] Ouvir esse barulhos, segundo os cientistas, é um feito tão importante quanto o dia em que Galileu Galilei apontou um telescópio para o céu e descobriu o que existia além do nosso mundo.

((zumbido))

[N] A detecção das ondas gravitacionais prova que o físico Albert Einstein estava certo na sua explicação sobre como o universo funciona. Uma explicação pensada a exatos cem anos e que batia de frente com as ideias de um outro físico famoso: Isaac Newton.

[José Carlos Garcia] O espaço pro Newton é um espaço plano, rígido e indeformável. O espaço-tempo do Einstein ele é flexível.

[N] Espaço-tempo é como se fosse o tecido que forma o universo. E é exatamente um tecido que vamos usar para explicar essa história.

[ESCRITO NA TELA: UNIVERSO SEGUNDO NEWTON]

[JCG] Universo do Newton, ele é plano, é rígido. Se você colocar um objeto, um planeta nesse espaço, ele tem que ficar parado. Se ele se mover, ele vai tender a se mover em linha reta. Mesmo que seja um objeto muito mais pesado que um planeta, por exemplo uma estrela. Se eu colocar um outro objeto, um planeta, perto do Sol agora, Newton falou o seguinte: O Sol e o planeta vão sofrer uma força de atração gravitacional, é como se houvesse um barbante. Esse barbante é a força gravidade.

[ESCRITO NA TELA: UNIVERSO SEGUNDO EINSTEIN]

[JCG] Isso aqui é o espaço-tempo do Albert Einstein. Se eu pegar um objeto leve e colocar no espaço-tempo, você não vai notar muita diferença. Ela vai andar em linha reta. Perfeito. O que acontece com o espaço-tempo se a gente colocar algo muito pesada, por exemplo uma estrela, um buraco negro, o Sol... no espaço-tempo, ele fica deformado. Se esse objeto, um planeta, estiver se movendo, girando, forma-se a órbita dos planetas em torno do Sol. Isso aqui é a teoria gravitacional do Einstein.

[N] Mas o que os cientistas descobriram?

[Nicolai Gromov] Se nós tivermos um objeto parado no espaço-tempo, a gente já sabe que ele deforma um pouquinho. No entanto, se ele participar de algum evento... ah... impactante, ele conseguirá gerar ondas mais ou menos como essa bolinha. Ao cair, quanto mais impactante é o evento, mais forte é a onda e, portanto, ela pode ser mais facilmente detectada. Foi o que aconteceu. Instrumentos muito delicados, muito precisos, conseguiram detectar as fraquíssimas de dois buracos negros colidindo.

((música))

[N] Imagine que essas bolas azuis são dois buracos negros. Quando elas se chocam, formam-se as ondas gravitacionais. No mundo real, essas ondas foram detectadas nesse observatório, nos Estados Unidos.

[Luís Fernando Silva Pinto (N)] Esse túnel de concreto pode parecer comum, mas ele é bem feito até demais. É absolutamente reto. Não tem a menor variação, e foi construído nesse lugar isolado, na costa oeste dos Estados Unidos, distante de tudo que pode produzir ruído ou vibração. Dentro do túnel, há um tubo longo, de quatro quilômetros de extensão. Na base, o tubo é conectado com um outro, idêntico, que sai naquela direção. Os dois tubos formam um ângulo reto. Assim. Esse túnel que parece comum por fora é o que protege o instrumento de medição mais preciso que o ser humano já construiu.

[N] O cientista chefe Mike Landry nos leva para ver o LIGO, a sigla em inglês para observatório de ondas gravitacionais por interferometria laser. Temos que cobrir os sapatos e o cabelo para não deixar partículas no ar. O funcionamento do LIGO não é complicado. O que faz a diferença é a precisão. Raios lasers gerados aqui são divididos nas duas direções por um vidro polarizado e percorrem o interior de cada tubo. Quatro quilômetros a diante, espelhos superpolidos refletem os lasers de volta. Os espelhos nunca se mexem. São os objetos mais estáveis da Terra.

[LFSP] Quando o LIGO está funcionando, o resultado normalmente é nenhum. Os lasers percorrem os tubos, são refletidos pelos espelhos e retornam exatamente na mesma frequência. Nada mais acontece. Mas tudo isso muda quando o equilíbrio é alterado por uma onda de força passando pela Terra. Mesmo que a onda seja tão fraca que produz uma vibração ínfima. Um bilhão de vezes menor do que o diâmetro de um átomo. E foi exatamente isso que o LIGO conseguiu detectar.

[N] Uma onda gravitacional causada pela colisão de buracos negros. Fred Raab, o diretor do LIGO, trabalhou durante décadas para comprovar a teoria de Einstein. Para ele, a onda gravitacional que foi detectada é apenas o passo inicial.

[FALA DE FRED RAAB SENDO TRADUZIDA]

[N] Se estivéssemos escutando o que acontece em uma floresta, esses dois buracos negros que colidiram, seriam animais pequenos. No centro de galáxias existem buracos negros bilhões de vezes maiores. São os elefantes do universo

[Fred Raab] ... the celestial elephants.

[N] Um dia, ele diz, vamos ouvir o som dessas imensas energias.

[FALA DE FRED RAAB SENDO TRADUZIDA]

[N] Em pouco tempo os cientistas vão contar com mais uma ajuda na detecção de ondas gravitacionais.

((música))

[N] A sonda espacial LISA PATHFINDER, que foi lançada no fim do ano passado, deve começar a operar em março. Mas o que isso significa? Será que dá pra dizer que em breve viajaremos pelo espaço num piscar de olhos? Pelo tempo? Não. Isso ainda é fantasia.

[Odylio Aguiar] Se existisse máquina do tempo, hoje poderiam tá aqui nesse hall, é, turistas do futuro.

[N] O físico Odylio Aguiar, que participou do projeto ao lado de outros seis brasileiros, explica. Por enquanto, o impacto da descoberta atinge apenas cientistas. É uma nova era da astronomia.

[OA] É o início da astronomia de ondas gravitacionais e a gente vai começar a escutar o universo.

[N] Fred Raab diz que éramos como uma pessoa surda, vendo uma banda tocar e gente dançar, sem conseguir ouvir som nenhum. Imagine se essa pessoa de repente conseguisse ouvir tudo. Imagine a diferença.

A1.4 Gravitational waves hit the Late Show, 24/02/2016

[LEGENDAS EMBUTIDAS NO VÍDEO] (Expressões entre parênteses foram adicionadas pela autora)

[Stephen Colbert] Bem-vindo novamente, pessoal! Meu próximo convidado é um professor de Física e Matemática da Universidade de Columbia, autor do best-seller e um cara que sabe tudo. Ele está aqui para nos dizer sobre a descoberta das ondas gravitacionais e porque é uma grande coisa. Boas vindas ao nosso amigo, Brian Greene. Brian, muito obrigado por vir aqui. (Okay, ahn...) Você é co-diretor do Instituto Columbia de Cordas, Cosmologia e Física de Astropartículas?

[Brian Greene] Sim.

[SC] Essa é uma introdução muito boa.

((risos))

[SC] Desde a última vez em que estivemos juntos, os cientistas detectaram as ondas gravitacionais. (ahm...) Pelo que eu entendo, isso é algo que Einstein previu.

[BG] Sim.

[SC] Há quanto tempo?

[BG] (Yeah,) Há 100 anos, este ano, 1916. Esta é uma grande descoberta, não apenas confirmando as ideias de Einstein, mas também abrindo toda uma nova forma de explorar o Universo.

[SC] Ele parece ainda mais inteligente agora do que costumava ser?

[BG] Ele está tão por cima, que não há como ficar mais inteligente. É como o infinito, está (SC: but you guys...) mais ao norte do que o Pólo (sic) Norte.

[SC] Os cientistas ainda estão fazendo seu dever de casa de 100 anos atrás.

((risos))

[BG] Sim, ele nos deu um legado incrivelmente rico que buscamos, sim, por 100 anos. Tudo o que fiz em minha própria carreira realmente, em certo sentido, foi tentar avançar no caminho que ele abriu.

[SC] Agora, o que é uma onda gravitacional, e como isso (ahn...) meio que muda tudo?

[BG] As ondas gravitacionais são na verdade ondulações no tecido do espaço. Sabe quando você joga uma pedra em um lago, a água ondula, certo? Agora, esta é uma ondulação, mas não com água, é no próprio espaço.

[SC] Você está fundindo minha mente novamente.

((risos))

[SC] Então, o que estamos olhando aqui?

[BG] Essa é a Relatividade Geral que Einstein descobriu em 1915, um ano antes, e a ideia essencial aqui, é que ele descobriu que a gravidade vem da dobra e da curvatura do tecido do espaço. O Sol deforma o espaço e mantém a Terra em órbita, como se rolasse ao longo de um vale.

[SC] Como uma bola de boliche em uma cama elástica.

[BG] Cama elástica, exatamente correto. O que aconteceu foi, isto foi em 1915, ele não parou, ele continuou, e um ano depois ele percebeu que se o espaço é como uma cama elástica, então imagine crianças brincando em uma cama elástica, elas enviarão ondas na superfície. Então, ele diz que o mesmo deve ser verdade para o tecido do espaço. Se você tem duas estrelas orbitando rapidamente, estrelas de nêutrons ou buracos negros, sua matemática prevê que eles gerarão uma constante marcha de ondulações no tecido do espaço. Essas são as ondas gravitacionais que ele previu matematicamente.

[SC] E agora elas foram detectadas?

[BG] Sim.

[SC] O que aconteceu que nos permitiu fazer isso?

[BG] Sim, sua matemática também mostra, enquanto vamos daqui para a próxima sequência, sua matemática mostra que quando uma onda gravitacional ondula um qualquer coisa, ela vai esticá-la e comprimi-la. Veja isso acontecendo.

[SC] Como a Terra.

[BG] Como a Terra, bem aqui.

((risos))

[SC] Porque fazemos parte do tecido do espaço-tempo. Você, eu e a Terra estamos esticando e comprimindo junto com as ondulações do espaço-tempo.

[BG] Isto está exatamente correto. Só uma coisa, isso está um pouco exagerado.

[SC] Espero que sim.

(risos)

[SC] Espero que sim, espero que sim.

[BG] As ondulações realmente fariam a Terra esticar e comprimir em menos de um diâmetro atômico.

[SC] Como se mede isso?

[BG] Como se mede isso?

[SC] Sim. Foi o que eu disse.

[BG] Sim.

((risos))

[BG] Sim, isso é o que pessoas, milhares de cientistas têm trabalhado por 40, 50 anos. Esta equipe surpreendente de pesquisadores do LIGO, Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser, duas semanas atrás, eles anunciaram a primeira detecção dessas ondas gravitacionais usando um equipamento espetacular. Na verdade, há dois deles, um em Louisiana e outro no estado de Washington.

[SC] E eu entendo que isso envolve lasers.

[BG] Lasers. Na verdade, temos uma pequena versão dele aqui se você quiser verificar.

((aplausos))

[BG] Neste dispositivo aqui, de fato, se apagarmos as luzes será mais fácil de ver. Temos um laser, bem aqui, que está enviando um feixe que esse dispositivo aqui divide em dois. E você pode ver que vão nessa direção para a direita, a nossa direita, em direção ao palco.

[SC] Em qual ponto coloco um Pink Floyd?

((risos))

[BG] Vamos fazer isso agora!

[SC] Certo, tudo bem.

[BG] No experimento real, ele atinge um espelho que está 4 quilômetros (two and a half miles) de distância.

[SC] Como uma tubulação de 4 quilômetros ou algo assim?

[BG] Uma tubulação a vácuo com 4 quilômetros, exatamente. E quando o laser volta, ele é recombinado, bem aqui, meio que mistura os dois feixes, e quando eles se misturam, criam um padrão muito interessante. Não sei se você consegue ver, bem aqui. Esse é um padrão de interferência.

[SC] Aqui está.

[BG] Você tem áreas brilhantes. É aí que os dois feixes trabalham juntos. As áreas escuras são onde os feixes se cancelam.

[SC] (Aham...)

[BG] E esse padrão de interferência é absolutamente fundamental. Agora, deixe-me mostrar a vocês, se você bloquear um desses feixes bem aqui, você vê como o padrão de interferência desaparece. Eles não se misturam mais.

[SC] (Right...)

[BG] Se eu soltá-lo, agora você vê que eles estão trabalhando juntos para criar esse padrão.

[SC] Tudo bem.

[BG] Mas o essencial é que esse padrão é altamente dependente da distância que o raio laser viaja.

[SC] (Aham...)

[BG] Portanto, se uma onda gravitacional passar e esticar uma distância em relação a outra...

[SC] Mesmo apenas na distância do diâmetro de um átomo.

[BG] Isso mesmo. É por isso que é um equipamento incrível, o de verdade, é claro, que está lá, isso é apenas um modelo.

[SC] Qualquer movimento nesse feixe faz o padrão mudar.

[BG] Sim, obviamente, não podemos fazer isso aqui com as ondas gravitacionais, mas podemos tentar, se você quiser, uma experiência com ondas de som.

[SC] Claro.

[BG] Você pode tentar.

[SC] É só gritar para isso?

[BG] É só gritar, e olhe para o padrão, vamos tentar ver se ele muda.

[SC] CIÊNCIA!

[BG] Viu só?

((risos e aplausos))

[SC] CIÊNCIA!

[BG] Muito bem!

[SC] CIÊNCIA! Então, o que podemos fazer? Agora que sabemos que as ondas gravitacionais dobram o espaço-tempo desse jeito, como isso nos deixa ver o Universo de um modo diferente?

[BG] Você sabe, a luz pode ser bloqueada, certo? Se eu cobrir meu rosto, você não me verá mais porque estou bloqueando a luz.

[SC] Isso é bem assustador.

((risos))

[BG] Você não pode bloquear a gravidade, o que significa que a gravidade pode ir a lugares no Universo que a luz não consegue penetrar.

[SC] O quê?

[BG] Sim.

((risos))

[BG] Como você bloqueia a gravidade? Você sempre sente a gravidade da Terra não importa onde você vá.

[SC] (Right...)

[BG] Então, ao usar essas perturbações gravitacionais, podemos estudar coisas como buracos negros se combinam e podemos ser capazes de estudar o próprio Big Bang.

[SC] Da mesma forma que você pode acionar uma bomba de um lado da Terra você pode usar um sismógrafo para eco mapear o interior do planeta, da mesma forma que as ondas gravitacionais pelo Universo, podem nos ajudar a mapear coisas que não podemos ver?

[BG] Isto está exatamente correto. O dispositivo só é sensível a ondas de gravidade. Ele está protegido de influências ambientais comuns.

[SC] Uau!

[BG] E, na verdade, você pode realmente em certo sentido, ouvir as ondas gravitacionais. Eles vibram em uma frequência que se você transformar em som o ouvido humano pode ouvir.

[SC] Então, literalmente, estas ondas podem ser transformadas em som.

[BG] Podem. E são os sons mais espetaculares do ponto de vista que anuncia uma revolução em nossa compreensão do Universo.

[SC] (Okay) Você trouxe esse som com você?

[BG] Sim, sim, trouxe.

[SC] E isso é o som do quê? O que vamos escutar?

[BG] Esse é o som de dois buracos negros em colisão.

[SC] Isso é realmente uma renderização computadorizada de ondas gravitacionais em sons.

[BG] Isso é uma simulação, mas os dados concordam com a simulação.

[SC] É assim que o som pareceria.

[BG] É assim que soaria.

[SC] Então, rufem os tambores, por favor.

((tambores))

((Som da simulação))

((risos))

[SC] Deus é o Pernalonga? O que foi isso?

((risos))

[BG] Coisas grandes vêm em embalagens pequenas. Esses sons estão realmente nos dizendo coisas sobre o Universo que não temos outra maneira de discernir. Esses tipos de sons são o futuro do estudo do Cosmos.

[SC] Bom, obrigado por nos trazer o futuro esta noite. Brian Greene, que prazer!

((música))

[SC] Ondas de gravidade! Brian Greene! CIÊNCIA!

A1.5 Allan Adams: O que significa a descoberta das ondas gravitacionais, fevereiro/2016

[Allan Adams] Há 1,3 bilhão de anos, em uma galáxia muito distante, dois buracos negros uniram-se em uma espiral, caindo inexoravelmente na direção um do outro, e colidiram, convertendo matéria proporcional a três Sóis em pura energia em um décimo de segundo. Durante aquele breve momento no tempo, o brilho foi mais intenso que todas as estrelas em todas as galáxias de todo Universo conhecido. Foi um grande Big Bang. Mas eles não liberaram sua energia em forma de luz. Afinal, são buracos negros, não é mesmo? E toda aquela energia foi bombeada para o tecido do próprio espaço-tempo, preenchendo o Universo com ondas gravitacionais. Permitam-me situá-los no tempo: 1,3 bilhão de anos atrás, a vida multicelular

na Terra havia se desenvolvido há pouco tempo. Desde então, a Terra criou e evoluiu corais, peixes, plantas, dinossauros, pessoas e – Deus nos salve – a Internet. E há cerca de 25 anos, um grupo particularmente audacioso – Rai Weiss da MIT, Kip Thorne e Ronald Drever da Caltech – decidiram que seria muito legal construir um detector a laser gigantesco para com ele procurar por ondas gravitacionais de coisas como buracos negros em colisão. Muitos acharam que eles eram loucos, mas muitos outros perceberam que eles eram loucos brilhantes cuja ideia a Fundação Nacional de Ciência dos EUA decidiu custear. Então, após décadas de desenvolvimento, construção, imaginação e muito trabalho duro, construíram o seu detector chamado LIGO: Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser. Durante os últimos anos, LIGO tem passado por uma grande expansão em termos de precisão, uma melhoria tremenda na sua habilidade de detecção. Como resultado, agora se chama LIGO avançado. No começo de setembro de 2015, LIGO foi ligado para um teste final enquanto alguns detalhes restantes eram ajustados. E em 14 de setembro de 2015, poucos dias após o detector ter sido ligado, as ondas gravitacionais daqueles buracos negros que colidiram passaram pela Terra. E passaram por mim e você. E passaram pelo detector.

[Áudio de Scott Hughes] Há dois momentos na minha vida mais emocionalmente intensos que este: um deles foi o nascimento da minha filha; o outro foi quando tive de me despedir de meu pai que tinha uma doença terminal. Sabem, foi basicamente a recompensa da minha carreira. Todo meu trabalho até então não era mais ficção científica!

((risos))

[AA] Este é meu grande amigo e colaborador, Scott Hughes, um físico teórico do MIT, que tem estudado ondas gravitacionais de buracos negros e os sinais que eles puderam transmitir em observatórios como LIGO pelos últimos 23 anos. Então permitam-me explicar o que quero dizer com ondas gravitacionais. Uma onda gravitacional é uma pequena ondulação na forma do espaço-tempo. Quando a onda passa, ela estica o espaço e tudo nele contido em uma direção e o comprime na outra. Isso fez com que vários instrutores da teoria geral da relatividade fizessem uma dancinha boba para explicá-la em suas aulas de relatividade geral. "Ela estica e expande, estica e expande." O problema com as ondas gravitacionais é que são muito fracas, absurdamente fracas. Por exemplo, as ondas que nos atingiram em 14 de setembro – e sim, cada um de vocês esticou e comprimiu sob o efeito da onda – quando as ondas nos atingiram, esticaram as pessoas por uma parte em 10 elevada a 21ª potência. Isso é uma casa decimal, 20 zeros, e um 1. Por isso todos pensaram que a equipe LIGO era louca. Mesmo com um detector

laser de 5 km de comprimento – e isto já é loucura – eles teriam de medir o comprimento daqueles detectores para menos de um milésimo do raio do núcleo de um átomo. E isto é absurdo. Então, próximo ao final de seu texto clássico sobre gravidade, o cofundador do LIGO, Kip Thorne, descreveu a caça às ondas gravitacionais da seguinte maneira: "As dificuldades técnicas a serem vencidas ao construir tais detectores são enormes. Mas os físicos são engenhosos e, como o apoio de um grande público leigo, todos obstáculos certamente serão superados." Thorne publicou este texto em 1973, 42 anos antes de ter êxito. Voltando para o LIGO, Scott gosta de dizer que o LIGO funciona mais como uma orelha do que funciona como um olho. Quero explicar o que isto significa. A luz visível tem um comprimento de onda, um tamanho, que é muito menor que as coisas ao redor de vocês, que os traços nos rostos das pessoas, o tamanho do seu celular. E isso é muito útil, porque permite criar uma imagem ou mapa das coisas ao seu redor, olhando a luz vinda de diferentes pontos nesta cena sobre você. O som é diferente. Um som audível tem um comprimento de onda que chegar a ter 15, 20 metros. E isto torna muito difícil – impossível no aspecto prático – criar uma imagem de algo com que você se importa muito. O rosto do seu filho. Em vez disso, usamos o som para ouvir características como altura, tom, ritmo e volume para inferir uma história por trás dos sons. Esta é a Alice falando. Este é o Bob interrompendo. Que bobo esse Bob. Esse sistema vale também para ondas gravitacionais. Não podemos utilizá-las para criar imagens simples de coisas Universo afora. Mas ao ouvirmos mudanças na amplitude e frequência dessas ondas, conseguimos ouvir a história que essas ondas estão contando. E, ao menos para o LIGO, as frequências que consegue ouvir se encontram na faixa audível. Se convertermos os padrões de onda em ondas de pressão e ar, em som, literalmente poderemos ouvir o Universo falando conosco. Por exemplo, ouvir a gravidade, só dessa maneira, pode nos dizer muito sobre a colisão de dois buracos negros, algo em que meu colega Scott passou muitíssimo tempo pensando.

[Áudio de SH] Se os dois buracos negros não são giratórios, temos um ruído bem simples: "whoop!" Se ambos os corpos estão girando muito rapidamente, terei o mesmo ruído, porém com uma modulação sobre ele, algo como: "whir, whir, whir!" É meio que o vocabulário de um giro gravado nesta forma de onda.

[AA] Então, no dia 14 de setembro de 2015, uma data que definitivamente permanecerá em minha memória, o LIGO captou isto:

((zumbido))

[AA] Se você souber escutar, este é o som de...

[Áudio de SH] ...dois buracos negros, cada um com cerca de 30 vezes a massa solar, que rodopiavam em um ritmo comparável ao do seu liquidificador.

[AA] Vale a pena pausar aqui para pensar sobre o que isto significa. Dois buracos negros, as coisas mais densas do Universo, um com a massa de 29 Sóis e outro com a massa de 36 Sóis, girando um em torno do outro 100 vezes por segundo antes de colidirem. Só imaginem o poder disto. É fantástico. E sabemos disso porque ouvimos. Esta é a importância duradoura do LIGO. É um modo inteiramente novo de observar o Universo, que nunca antes tivemos. É algo que nos permite ouvir o Universo e o invisível. E há muito lá fora que não conseguimos ouvir – na prática ou mesmo na teoria. Uma supernova, por exemplo. Adoraria saber porque estrelas gigantes explodem em supernovas. Elas são muito úteis; aprendemos muito sobre o Universo a partir delas. A questão é que toda física interessante acontece no núcleo, e o núcleo está escondido atrás de milhares de quilômetros de ferro, carbono e silício. Nunca veremos através dele, porque é opaco à luz. Ondas gravitacionais passam através do ferro como se este fosse vidro; totalmente transparente. O Big Bang: adoraria poder explorar os primeiros momentos do Universo, mas nunca os veremos, porque o Big Bang em si é obscurecido pelo seu próprio brilho. Com as ondas gravitacionais, talvez conseguiremos ver o início de tudo. Talvez, de modo especial, sei que há coisas lá fora que nunca vimos, que talvez nunca consigamos ver e que nem sequer tenhamos imaginado; coisas que só descobriremos se escutarmos. E, de fato, mesmo naquele primeiro evento, O LIGO encontrou coisas que não esperávamos. Aqui está meu colega e membro-chave do projeto LIGO, Matt Evans, meu colega no MIT, falando exatamente sobre isso:

[Áudio de Matt Evans] Os tipos de estrela que produzem buracos negros que observamos aqui são os dinossauros do Universo. São esses gigantes antigos, dos tempos pré-históricos, e os buracos negros são algo como ossos de dinossauro com os quais fazemos nossa arqueologia. Isto nos fornece uma perspectiva completamente nova sobre o que há Universo afora, como as estrelas passaram a existir e, claro, como nós pudemos nos desenvolver nessa grande bagunça.

[AA] Nosso desafio agora é sermos tão audaciosos quanto for possível. Graças ao LIGO, sabemos como construir detectores refinados que conseguem escutar o Universo, o burburinho e os ruídos do cosmos. Nosso trabalho é sonhar e construir novos observatórios – uma geração

totalmente nova de observatórios – no solo, no espaço. O que seria mais glorioso do que ouvir o próprio Big Bang? Nosso trabalho agora é sonhar grande. Sonhem conosco. Obrigado.

((aplausos))

Anexo 2 – Materiais selecionados

Tipo	Fonte	Título	Autor	Data de publicação	Endereço**
Ciência	Estado de São Paulo	Detector europeu inicia busca por ondas gravitacionais	Agência Estado	26/06/2006	https://tinyurl.com/y74xmoll
Ciência	Estado de São Paulo	Cientistas detectam pela 1ª vez as ondas gravitacionais geradas após o Big Bang	EFE	17/03/2014	https://tinyurl.com/y8khmxb1
Ciência	Estado de São Paulo	Descoberta de ondas gravitacionais é publicada com dados 'empoeirados'	Herton Escobar	19/06/2014	https://tinyurl.com/y7zkbzcd
Acervo	Estado de São Paulo	'Estado' noticiou a busca pelas ondas gravitacionais	Estadão Acervo	11/02/2016	https://tinyurl.com/y9dp24sz
Ciência	Estado de São Paulo	Físicos americanos anunciam detecção de ondas gravitacionais	Fábio de Castro	11/02/2016	https://tinyurl.com/y7ozl3m4
Ciência	Estado de São Paulo	5 perguntas e respostas sobre as ondas gravitacionais	O Estado de S. Paulo / EFE	11/02/2016	https://tinyurl.com/ycgmgu8r
Colunista	Estado de São Paulo	Além	Luis Fernando Verissimo	18/02/2016	https://tinyurl.com/ycltulqo
Educação	Estado de São Paulo	Descobertas das ondas gravitacionais	Henrique Giannini	01/03/2016	https://tinyurl.com/ybr4u2eb
Educação	Estado de São Paulo	Teoria de Einstein agita o Clube da Ciência Rio Branco	Colégio Rio Branco	03/03/2016	https://tinyurl.com/y9eu2qms
Ciência	Estado de São Paulo	'Foi inesperado', diz cientista da Unesp que ajudou a detectar ondas	Fábio de Castro	12/06/2016	https://tinyurl.com/ycqy339d

Aliás	Estado de São Paulo	A trilha sonora do universo: 'Hoje podemos gravar sons que tocam desde o Big Bang', diz física	Lúcia Guimarães	01/10/2016	https://tinyurl.com/y9rk68m7
Ciência	Estado de São Paulo	Astronomia de ondas gravitacionais ganha Prêmio Princesa das Astúrias 2017	O Estado de S. Paulo / EFE	17/06/2017	https://tinyurl.com/yb242lqy
Ciência	Estado de São Paulo	Após EUA, Itália detecta ondas gravitacionais pela primeira vez	O Estado de S. Paulo / ANSA	27/09/2017	https://tinyurl.com/ydb2jjpa
Ciência	Estado de São Paulo	Nobel da Física vai para ondas gravitacionais	Fábio de Castro	03/10/2017	https://tinyurl.com/yc4j9w2l
Ciência	Estado de São Paulo	Um dia de ouro para a Astronomia	Gustavo Rojas	16/10/2017	https://tinyurl.com/y8ojd6tw
Ciência	Estado de São Paulo	Cientistas veem pela primeira vez colisão de estrelas de nêutrons	Fábio de Castro	16/10/2017	https://tinyurl.com/y9np8m8g
Educação	Estado de São Paulo	Tempo e Espaço na sala de aula	Colégio Santa Maria	17/03/2018	https://tinyurl.com/y8dh7kjf
Ciência	Folha de São Paulo	Detector de ondas gravitacionais pode revelar infância do Universo	Salvador Nogueira	19/02/2003	https://tinyurl.com/ycujrw92
Ciência	Folha de São Paulo	Detector brasileiro entra na corrida por onda gravitacional	Salvador Nogueira	28/04/2004	https://tinyurl.com/y7e6tolu
Ciência	Folha de São Paulo	Começa a funcionar detector brasileiro que comprovaria ondas gravitacionais	Folha Online	10/10/2006	https://tinyurl.com/y9452pg6
Ciência	Folha de São Paulo	Observatório na Itália começa busca por ondas gravitacionais	France Presse	24/05/2007	https://tinyurl.com/y8cr7wnm
Ciência	Folha de São Paulo	Nasa e ESA se aliam para descobrir segredos dos buracos negros	Agência EFE	25/06/2008	https://tinyurl.com/ycw8rgbp
Colunista	Folha de São Paulo	Ecos da Criação	Marcelo Gleiser	23/03/2014	https://tinyurl.com/yb6u2ebp

Ciência	Folha de São Paulo	Descoberta clarifica origem do Universo	Dennis Overby (The New York Times)	08/04/2014	https://tinyurl.com/y929bpct
Ciência	Folha de São Paulo	Físicos que confirmaram expansão abrupta do Universo reconhecem possível interferência no estudo	The New York Times	19/06/2014	https://tinyurl.com/yc55ubw4
Blog	Folha de São Paulo	HISTÓRICO: Físicos nos Estados Unidos anunciam a primeira detecção de ondas gravitacionais	Salvador Nogueira	11/02/2016	https://tinyurl.com/y9g2nhgg
Ciência	Folha de São Paulo	Entenda as ondas gravitacionais: Sete perguntas e respostas	The Guardian	11/02/2016	https://tinyurl.com/y8ohqamo
Ciência	Folha de São Paulo	Há muitas mais detecções por vir', diz pesquisadora das ondas gravitacionais	Marcelo Leite	12/02/2016	https://tinyurl.com/y8mb9nz8
Ciência	Folha de São Paulo	Cientistas detectam ondas gravitacionais no Universo	Salvador Nogueira	12/02/2016	https://tinyurl.com/y6wr8hqf
Opinião	Folha de São Paulo	Um novo Universo	Editorial	13/02/2016	https://tinyurl.com/ydd268dc
Ciência	Folha de São Paulo	Está inaugurada a novíssima era da astronomia de ondas gravitacionais	Odylio Denys Aguiar	17/02/2016	https://tinyurl.com/ybva45as
Ciência	Folha de São Paulo	Após 1ª detecção, começou a corrida para achar mais ondas gravitacionais	Salvador Nogueira	17/02/2016	https://tinyurl.com/ycncnuo7
Blog	Folha de São Paulo	Telescópio da Nasa pode ter detectado sinal de luz vindo das fontes de ondas gravitacionais	Salvador Nogueira	24/02/2016	https://tinyurl.com/y7tsscv
Colunista	Folha de São Paulo	Receitas einsteinianas	Nina Horta	24/02/2016	https://tinyurl.com/ybr9geca
Ciência	Folha de São Paulo	Foi sofrido guardar segredo sobre as ondas gravitacionais, diz brasileiro	Gabriel Alves	14/03/2016	https://tinyurl.com/ycorfz7s

Ciência	Folha de São Paulo	'Science' elege ondas gravitacionais como a descoberta do ano	Deutsche Welle	24/12/2016	https://tinyurl.com/y77gj2rl
Ciência	Folha de São Paulo	Cientistas observam onda de gravidade gigantesca em Vênus	BBC Brasil	17/01/2017	https://tinyurl.com/y9yrpaut
Ciência	Folha de São Paulo	Nobel de Física vai para cientistas que detectaram ondas gravitacionais	Fernando Tadeu Moraes	03/10/2017	https://tinyurl.com/y7ruas5o
Opinião	Folha de São Paulo	A onda do Nobel	Editorial	06/10/2017	https://tinyurl.com/ycuao2j2
Colunista	Folha de São Paulo	Da teoria à observação: Nobel de Física celebra ondas gravitacionais	Marcelo Gleiser	19/10/2017	https://tinyurl.com/ycs2f3mh
Colunista	Folha de São Paulo	Uma nova era na astronomia	Marcelo Gleiser	22/10/2017	https://tinyurl.com/yct4r7so
Ciência	Folha de São Paulo	A visão inspiradora de Stephen Hawking na última entrevista à BBC	Pallab Ghosh	27/03/2018	https://tinyurl.com/ybv6c52w
Ciência/Espaço	Galileu	Tudo o que você precisa saber sobre as ondas gravitacionais causadas pelo Big Bang	Luciana Galastri	19/03/2014	https://tinyurl.com/y76lv8rv
Galileu/Revista/Ondas Gravitacionais	Galileu	Ondulações no espaço	Marcelo Gleiser	27/05/2014	https://tinyurl.com/y7b9xu55
Ciência/Espaço/Buraco Negro	Galileu	Dois buracos negros vão colidir na constelação de Virgem	André Jorge de Oliveira	17/09/2015	https://tinyurl.com/yczr6bfa
Galileu/Ciência	Galileu	Cientistas brasileiros na equipe que encontrou as ondas gravitacionais de Einstein	Cláudia Fusco	11/02/2016	https://tinyurl.com/yabqpr8o
Galileu/Revista/Ondas Gravitacionais	Galileu	O que muda agora que podemos ouvir as ondas gravitacionais?	André Jorge de Oliveira	29/04/2016	https://tinyurl.com/yc5nr79g
Galileu/Ciência	Galileu	Físicos detectam novas ondas gravitacionais	Isabela Moreira	15/06/2016	https://tinyurl.com/y78tbysf

Ciência/Espaço	Galileu	Astrônomos afirmam que existem mais buracos negros do que pensávamos	Nathan Fernandes	24/06/2016	https://tinyurl.com/ycqyy93f
Ciência/Espaço/Astronomia	Galileu	Astrônomos pensam ter descoberto matéria escura por acidente	Nathan Fernandes	01/07/2016	https://tinyurl.com/yaldak6j
Galileu/Revista	Galileu	Conheça os bastidores da busca pelas ondas gravitacionais	Thiago de Araujo	04/11/2016	https://tinyurl.com/y8y2xvbe
Galileu/Ciência/Ondas Gravitacionais	Galileu	Cientistas descobrem novas características de ondas gravitacionais	Redação Galileu	23/05/2017	https://tinyurl.com/y7qlwpz2
Galileu/Ciência/Astronomia	Galileu	Ondas gravitacionais são detectadas pela terceira vez	Redação Galileu	01/06/2017	https://tinyurl.com/ycklpynt
Galileu/Revista	Galileu	Por que as ondas gravitacionais têm muito a dizer para os cientistas	André Jorge de Oliveira	16/08/2017	https://tinyurl.com/yd8ty5et
Galileu/Ciência/LIGO	Galileu	Astrônomos fazem melhor detecção de ondas gravitacionais até agora	Redação Galileu	27/09/2017	https://tinyurl.com/y8gsn2ca
Galileu/Ciência	Galileu	Nobel de Física vai para cientistas que detectaram as ondas gravitacionais	Redação Galileu	03/10/2017	https://tinyurl.com/ydxg9d3d
Ciência/Espaço/Astronomia	Galileu	Fusão de estrelas de nêutrons é observada em luz e ondas gravitacionais	André Jorge de Oliveira e Nathan Fernandes	16/10/2017	https://tinyurl.com/ybvepbep
Ciência/Espaço/LIGO	Galileu	Virou rotina: novas ondas gravitacionais são detectadas por astrônomos	Redação Galileu	17/11/2017	https://tinyurl.com/y8frz24p
Galileu/Revista	Galileu	“Danos na ciência terão impacto negativo por anos na comunidade acadêmica”	A. J. Oliveira	10/04/2018	https://tinyurl.com/y8vqh8er
Ed 61 - Ciência	Revista Fapesp	Na onda do Gráviton		01/01/2001*	https://tinyurl.com/yat6gqrh

Ed 128 - Ciência	Revista Fapesp	Ecos da gravidade	Carlos Foravanti	01/10/2006*	https://tinyurl.com/yckoohek
Online	Revista Fapesp	Projeto pesquisará interação gravitacional no espaço	José Tadeu Arantes	07/02/2013	https://tinyurl.com/yb6cgh4y
Ed 218 - Tecnologia	Revista Fapesp	Tremores do Big Bang		01/04/2014*	https://tinyurl.com/ycqrew4g
Online	Revista Fapesp	Experimento detecta ondas gravitacionais	Igor Zolnerkevic	12/02/2016	https://tinyurl.com/y9ktw86r
Ed 241 - Ciência	Revista Fapesp	Mais uma janela para o Universo	Igor Zolnerkevic	01/03/2016*	https://tinyurl.com/y9m4lem7
Ed 250 - Ciência	Revista Fapesp	Gabriela González: Quando o espaço se curva	Marcos Pivetta Ricardo Zorzetto	01/12/2016*	https://tinyurl.com/ycumbycb
Ed 253 - Notas	Revista Fapesp	A nova geração do Virgo		01/03/2017*	https://tinyurl.com/ycquz373
Online	Revista Fapesp	Nova detecção de ondas gravitacionais amplia o conhecimento sobre o lado escuro do Universo	Ricardo Zorzetto	01/06/2017	https://tinyurl.com/ya8rvwnx
Ed 259 - Notas	Revista Fapesp	Uma nova fonte de ondas gravitacionais?		01/09/2017*	https://tinyurl.com/y8ax7qqm
Ed 260 - Notas	Revista Fapesp	Ondas gravitacionais premiadas		01/10/2017*	https://tinyurl.com/ycsbdhrn
Online	Revista Fapesp	Detecção de ondas gravitacionais é premiada com Nobel de Física	Maria Guimarães	03/10/2017	https://tinyurl.com/ybzc5oq3
Online	Revista Fapesp	Detectada pela primeira vez, colisão de estrelas de nêutrons inaugura nova era na astronomia	Igor Zolnerkevic	16/10/2017	https://tinyurl.com/ybwf8fhy

Ed 261 - Capa	Revista Fapesp	Marcelle Soares-Santos: Caçadora de colisões	Ricardo Zorzetto	01/11/2017*	https://tinyurl.com/ybezkesq
Ed 261 - Capa	Revista Fapesp	Cataclismo cósmico	Ricardo Zorzetto e Igor Zolnerkevic	01/11/2017*	https://tinyurl.com/yavgpe6t
Digital	SBF	Comprovada a existência de ondas gravitacionais e de buracos negros		18/02/2016	https://tinyurl.com/yd5uekju
Digital	SBF	LIGO detecta ondas gravitacionais geradas a 3 bilhões de anos-luz		22/06/2017	https://tinyurl.com/yc2al7uh
Digital	SBF	Ondas gravitacionais, premiadas com Nobel, têm elo brasileiro		05/10/2017	https://tinyurl.com/yc7awze6
Digital	SBF	Primeira detecção de ondas gravitacionais de um par de estrelas de nêutrons		19/10/2017	https://tinyurl.com/yb7vtaoj
Vídeo	Rede Globo	Reportagem do Jornal Nacional		11/02/2016	https://tinyurl.com/y8fd79fw
Vídeo	Rede Globo	Reportagem do Jornal Nacional		12/02/2016	https://tinyurl.com/y8uosczb
Vídeo	Rede Globo	Reportagem do Fantástico		14/02/2016	https://tinyurl.com/y9s36lr5
Vídeo	CBS	Gravitational Waves hit the Late Show		24/02/2016	https://tinyurl.com/ycl3knpr
Vídeo	TED	Allan Adams: O que significa a descoberta das ondas gravitacionais		01/02/2016*	https://tinyurl.com/ybrrlvht

* Apenas o mês e ano de publicação disponível. Dia inserido por questões de organização da tabela.

** Todos os endereços originais foram encurtados para facilitar no caso da leitura da dissertação em suporte impresso. Todos os endereços foram revisados e acessados em 01/06/2018.