

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Romulo Ramunch Mourão Silva

A Cosmologia em revista: uma Ciência *SuperInteressante?*

Uberaba

2020

Romulo Ramunch Mourão Silva

A Cosmologia em revista: uma Ciência *SuperInteressante?*

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação, área de concentração Fundamentos Educacionais e Formação de Professores, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Fernando Bovolenta Ovigli

Uberaba

2020

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

R151c Ramunch, Romulo Mourão Silva
A cosmologia em revista: uma ciência superInteressante? /
Romulo Ramunch Mourão Silva. -- 2020.
167 f. : il., fig., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Educação). -- Universidade Federal
do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2020
Orientador: Prof. Dr. Daniel Fernando Bovolenta Ovigli

1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Comunicação na ciência. 3.
Publicações científicas. 4. Educação não-formal. I. Ovigli, Daniel
Fernando Bovolenta. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro.
III. Título.

CDU 5(07)

ROMULO RAMUNCH MOURÃO SILVA

A CIÊNCIA EM REVISTA: UMA COSMOLOGIA SUPERINTERESSANTE?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação área de concentração em **Fundamentos Educacionais e Formação de Professores**, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação**.

Orientador: **Prof. Dr. Daniel Fernando Bovolenta Ovigli**

Uberaba, MG, 18 de fevereiro de 2020

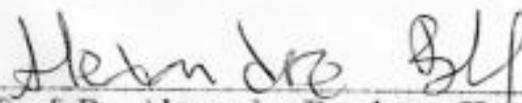
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Daniel Fernando Bovolenta Ovigli
Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM



Prof. Dr. Danilo Seithi Kato
Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM



Prof. Dr. Alexandre Bagdonas Henrique
Universidade Federal de Lavras - UFLA

Dedico esse esforço à vó Nair e vó Jacir, matriarcas de duas famílias brasileiras que formaram a pessoa que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Este esforço – o jeito que gosto de chamar esta dissertação porque representa de muitas maneiras o que ela é – é fruto de um amadurecimento acadêmico, mas que não seria possível sem uma educação que foi constituída no seio de uma família brasileira.

Não por acaso este trabalho é dedicado a duas avós: Dona Nair (*in memoriam*), que me educou delicadamente e muito amorosamente pelo exemplo, e Dona Jacir (*in memoriam*), que me educou sabiamente e serenamente pelas palavras. Sou, por toda a eternidade, grato por construírem com muita fibra e luta a minha família.

À minha Mãe, por toda a sua luta em me criar e trabalhar em um tempo tão difícil. Às minhas tias e tios, em especial tia Gracinha, tio Barbosa (*in memoriam*) e tia Mariane, que sempre me acolheram com amor em suas casas quando precisamos. Ao meu Pai, pela confiança que teve em mim todo esse tempo. À tia Dayse e ao tio Walter (*in memoriam*), que sempre me receberam em sua casa com muito carinho e certamente ampliaram os meus horizontes.

À minha companheira Jocasta, pelo apoio de quem divide há tanto tempo a vida comigo e novamente entendeu as exigências e percalços que tivemos que passar para que eu pudesse escrever e concluir essa etapa da minha formação. Pela sua fibra e garra. Espero que eu possa retribuir tudo isto com o mesmo carinho. À sua família que me acolheu com amor nesta cidade.

Aos meus amigos de Uberaba, da graduação, das escolas, do mestrado, para a vida: Benja, Cleiton, Netinho, pelas conversas e discussões divertidas e controversas. Em especial ao Aennder e à Dani pelas contribuições sobre a história e sobre a natureza da ciência que com atenção e paciência me foram dadas. Aos amigos do Rio, Amanda e Carlos, pelas conversas e risadas juntos.

Ao meu orientador Daniel, que sempre me tranquilizou e me fez refletir a respeito dos rumos deste trabalho. Pelas orientações, conversas. Sempre bem-humorado e muito ativo em nossas discussões. Ao grupo de pesquisa GENFEC por todos os debates e o resultante aprendizado que tudo isso me proporcionou. Aos colegas e professores do mestrado, já com muita saudade de nossas discussões, discordâncias e risadas.

À Nação Brasileira, que por intermédio da CAPES apoiou essa pesquisa. Que todas as dificuldades e desilusões, sejam elas quais forem, não impeçam que busquemos o rumo certo para esse país. Sempre por meio da democracia e do amor ao próximo.

Muito obrigado!

RESUMO

A educação, além de não ser tarefa somente da escola, nunca foi realizada apenas neste ambiente. Diversos atores da sociedade contribuem para a educação dos indivíduos. A divulgação científica, junto com outros meios e instituições, faz parte dessa rede de atores sociais que permeia a sociedade com uma variada quantidade de discursos sobre temas científicos, apresentando visões acerca da ciência. Diante deste contexto, consideramos cabível investigar como a ciência é apresentada em uma revista de divulgação científica que possui mais apelo ao público jovem no Brasil, a SuperInteressante, em sua versão digital, entre os anos de 2010 e 2019. O delineamento da pesquisa se deu entorno de reportagens que tinham como principal tema a cosmologia. A análise das reportagens ocorreu por meio da Análise Textual Discursiva e obtivemos cinco categorias que representam, em nossa percepção, os principais atores do empreendimento científico: (i) o conhecimento científico, (ii) o trabalho científico, (iii) o cientista, (iv) o desenvolvimento científico e (v) as suas influências. Nessas categorias obtivemos uma gama de atributos considerados pertencentes à ciência. Alguns deles fazem parte de concepções errôneas e outros que são considerados adequados sobre a ciência. Discutimos e concluímos sobre as influências que a divulgação científica realizada pela SuperInteressante pode causar na cultura científica, desfavorecendo-a ou promovendo-a, a depender das concepções sobre a ciência que apresenta ao público leitor.

Palavras-Chave: Divulgação Científica. Natureza da Ciência. Cultura Científica. Educação Informal.

ABSTRACT

Education, besides not being only work of schools, has never happened exclusively in this environment. Scientific divulgation, along with other means and institutions, belongs to this network of social actors that go through society with a variety of actions that contribute to the scientific education of individuals. That being said, we consider that it's possible to investigate how science is presented in a magazine of scientific divulgation that has young adults/teenagers as audience: SuperInteressante. We made a documental research seeking content that approached Cosmology both in physical and digital versions between 2010 and 2019. The analysis was made using Textual Discourse Analysis in which we found five categories that represent, in our point of view, the main actors of scientific development: (i) the scientific knowledge, (ii) the scientific work, (iii) the scientist, (iv) the scientific development and (v) it's influences. In these categories we noticed a wide variety of characteristics that we consider belonging to science. From these categories we discussed and concluded that the influence that scientific divulgation in Cosmology of this magazine can impact scientific culture, disfavoring it or promoting it, depending on the conceptions of science presented to the audience.

Keywords: Scientific Divulgation. Nature of Science. Scientific Culture. Informal Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Reprodução da Espiral da cultura científica de Carlos Vogt	29
Figura 2 – Gráfico que apresenta os termos que aparecem em artigos científicos da América Latina em divulgação científica na década de 2010.....	33
Figura 3 – Gráfico do número de trabalhos encontrados por fonte de busca.....	56
Figura 4 – Gráfico das propostas dos trabalhos identificados	57
Figura 5 – Gráfico das décadas que foram abordadas pelos nos trabalhos identificados	60
Figura 6 – Tabela de valores para a temperatura da radiação cósmica de fundo.....	71
Figura 7 – Ilustração do desenvolvimento do universo a partir do modelo de Alan Guth	73
Figura 8 – Diferenças das resoluções de cada um dos experimentos	75
Figura 9 – Frequência com que os entrevistados pela PPCT-2015 utilizam cada modalidade para se informar sobre ciência e tecnologia.	78
Figura 10 – Montagem dos dados disponibilizados pela editora Abril sobre a audiência de seu site	79
Figura 11 – Captura de tela da página de arquivos da revista SuperInteressante online. Em destaque amarelo as opções que possibilitam o acesso a todos os anos da revista	80
Figura 12 – Parte do quadro construído com todas as unidades de análise (UAs) das reportagens analisadas	84
Figura 13 – Processo de unitarização e as fases de leituras dos textos	85
Figura 14 – Processo de categorização sintetizado e a sua relação com a unitarização	87
Figura 15 – Produção do Metatexto e suas relações com a unitarização e categorização.....	89
Figura 16 - Imagens da reportagem N10. À esquerda a foto da cientista Marcelle Soares, em um dos laboratórios em que atua.....	91
Figura 17 – Imagem da reportagem de um “jogo de espelhos” e das cópias contidas nele	94
Figura 18 - Capa da edição 316 da revista SuperInteressante	97
Figura 19 – Quadro da reportagem N8 com diversos modelos cosmológicos	100
Figura 20 – Categorias construídas no processo analítico.....	103
Figura 21 – A árvore de definições para o termo "hipótese". À direita o caminho que pode ter sido tomado pelos autores da reportagem	112
Figura 22 – Passo-a-passo associado a um método científico único	129

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Lista da base de busca utilizada na revisão bibliográfica	55
Quadro 2 – Seleção final de matérias para análise	81
Quadro 3 – Quantitativo das representações do conhecimento científico classificado em subcategorias	105
Quadro 4 – Quantitativo das representações do trabalho científico classificado em subcategorias	119
Quadro 5 – Quantitativo das representações do cientista classificado em subcategorias	132
Quadro 6 – Quantitativo das representações do desenvolvimento científico classificado em subcategorias	139
Quadro 7 – Quantitativo de influências reconhecidas em subcategorias	148

LISTA DE SIGLAS

ATD – Análise Textual Discursiva

BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

CERN – *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*

COBE – *Cosmic Background Explorer*

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

DC – Divulgação Científica

EJA – Educação Jovens e Adultos

ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

GENFEC – Grupo de Pesquisa e Estudos em Educação Não-Formal e Ensino de Ciências

LIGO – *Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*

MAST – Museu de Astronomia e Ciência Afins

NdC – Natureza da Ciência

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PPCT – Pesquisa de Percepção Pública de Ciência e Tecnologia

PPCT-2006 – Pesquisa de Percepção Pública de Ciência e Tecnologia de 2006

PPCT-2015 – Pesquisa de Percepção Pública de Ciência e Tecnologia de 2015

SEE-MG – Secretaria Estadual de Educação do Estado de Minas Gerais

SNEA – Simpósio Nacional de Educação em Astronomia

UAs – Unidades de Análise

UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro

UFTM – Universidade Federal do Triângulo Mineiro

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	13
2	INTRODUÇÃO	17
3	A CIÊNCIA COMO CULTURA E A SUA COMUNICAÇÃO	25
3.1	A CULTURA CIENTÍFICA	28
3.2	O QUE É DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA?	31
4	OS (DIS)SENSOS SOBRE A CIÊNCIA.....	40
4.1	A DIVERSIDADE NO TRABALHO CIENTÍFICO.....	45
4.2	A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO	48
4.3	O CONTEXTO TAMBÉM IMPORTA.....	51
5	A HISTÓRIA DA COSMOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	55
5.1	DAS BASES AOS MODELOS (1910-1930).....	60
5.2	O EMBATE DE TEORIAS (1940-1960).....	66
5.3	OS PROBLEMAS DO BIG BANG (1970-1990).....	71
5.4	NOSSO FUTURO EM ABERTO (2000-2010).....	75
6	AS ESCOLHAS E O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	77
6.1	A PESQUISA DOCUMENTAL DA REVISTA SUPERINTERESSANTE.....	77
6.2	A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA DAS PUBLICAÇÕES	82
7	A COSMOLOGIA EM REVISTA.....	90
7.1	UMA BREVE DESCRIÇÃO DOS TEXTOS.....	91
7.2	AS CONCEPÇÕES SOBRE A CIÊNCIA NA SUPERINTERESSANTE	103
7.2.1	O conhecimento científico	105
7.2.2	O trabalho científico.....	119
7.2.3	O cientista	131
7.2.4	O desenvolvimento científico	139
7.2.5	As influências na ciência.....	148
8	ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES.....	155
	REFERÊNCIAS	159

1 APRESENTAÇÃO

Iniciei minha trajetória acadêmica em 2010, na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), fazendo o curso de Bacharelado em Física. Na época do Ensino Médio, a física não me atraía pelos tópicos que eram ensinados em sala de aula, principalmente pela maneira como eram ensinados, mas também por tudo o que vira e ouvira fora dela. A ficção científica, principalmente em filmes, e assuntos como buracos negros e a origem da vida e do universo aguçavam a minha curiosidade sempre que eram transmitidos na televisão.

Logo quando ingressei na UERJ me encontrava maravilhado com os assuntos da física em palestras de semana acadêmica, mas me sentia desmotivado pela maneira a partir da qual eles eram apresentados. Cursei um ano e meio do Bacharelado e, em meu último semestre na UERJ, resolvi cursar algumas disciplinas da Licenciatura. Em um mês e meio de aulas de Filosofia da Educação descobri que queria ser educador.

Mudei-me para Uberaba em 2012 e permaneci um ano fora da universidade. Ingressei na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) em 2013, refazendo todas as disciplinas que já havia cursado. Concluí a graduação em cinco anos, me ausentado de atividades de sala na universidade apenas em 2013, enquanto trabalhava. Apesar do primeiro ano complicado na UFTM, tive a oportunidade de escrever junto com o Professor Luiz Gustavo D'Carlos Barbosa o meu primeiro trabalho acadêmico que abordaria a divulgação científica.

Na disciplina Tópicos de Ensino de Física I tive contato pela primeira vez com a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a qual me fez acreditar que o caminho que fazia mais sentido para ensinar física era partir do real, do que está no mundo, para os conteúdos. Eu acreditava que uma conexão entre a sala de aula e o mundo deveria acontecer. Disciplinas que tratavam sobre a história e filosofia da ciência passaram a me chamar atenção, pois guardava comigo a concepção de que o ensino de física deveria contribuir para que o aluno compreendesse o que ocorre à sua volta. Aprendendo o que pode ser a ciência, seria possível compreender as distorções que eram propagadas naqueles mesmos documentários e filmes que eu assistia quando era pequeno.

Minha entrada no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência do curso de Licenciatura em Física da UFTM (PIBID) marca, notavelmente, o interesse

que possuo pela academia. No primeiro ano do PIBID desenvolvi, junto com colegas do programa, supervisores e coordenadores, trabalhos nas escolas parceiras com o intuito de desmistificar conceitos e visões de ciência que não se aproximavam do que é “consenso”, partindo de uma abordagem temática que por vezes contaram com o uso de textos de divulgação científica.

Durante a graduação, a partir do contato com a Professora Nilva Lúcia Lombardi Sales, compreendi do que se tratava os tópicos que mais me chamavam atenção na infância: a física moderna e contemporânea. Desde o 5º período passei a me dedicar a compreender e estudar mais esses tópicos. Ainda que em uma leitura que apenas arranhava a superfície, os problemas que a área apontava para o ensino desses tópicos na sala de aula me chamavam a atenção. Assim, ao pensar e elaborar a o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), desenhei como objetivo compreender quais seriam as possibilidades ainda pouco estudadas para o ensino daquele conteúdo. Tendo a física moderna ou contemporânea um caráter histórico marcante e relativamente bem explorado, uma das minhas opções foi olhar para o ensino dela a partir da perspectiva CTS, pouco utilizada como apontou a pesquisa, naquela ocasião.

A partir do trabalho realizado junto com o Professor Luiz Gustavo publiquei o meu primeiro trabalho no XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado em Uberlândia no ano de 2015. Por meio dos trabalhos realizados no PIBID, nesses 4 anos participei de eventos regionais e nacionais como o IX Encontro Mineiro de Física, o VI Encontro Sul Mineiro de Ensino de Física e o XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Metade dos trabalhos publicados tinha elementos de física moderna e contemporânea, de divulgação científica ou de natureza da ciência envolvidos. É curioso perceber que, apesar de a divulgação científica não ter sido o foco principal durante os trabalhos na graduação, excetuando-se o trabalho com o professor Luiz Gustavo, ela sempre esteve presente como coadjuvante em quase todos eles.

Em 2016, ainda sem estar formado na Licenciatura em Física, ingressei na Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais (SEE-MG) como professor designado em física. Atuei nesse primeiro ano na Escola Estadual Minervino Cesarino, na Penitenciária Professor Aloísio Inácio Oliveira, lecionando para a Educação Jovens e Adultos (EJA). Em 2017 fiz parte do corpo docente da Escola Estadual Aloizio Castanheira, na zona rural de Uberaba, onde tive a oportunidade de trabalhar atividades desenvolvidas no PIBID que utilizavam a divulgação científica como

elemento problematizador, além de outras produzidas a partir do trabalho em conjunto com outros professores. Em 2018 retornei à escola, entretanto houve a necessidade de me desligar para ingressar como bolsista no Mestrado em Educação da UFTM.

Ao sair da Graduação me senti satisfeito com a forma e o resultado que o TCC havia tomado, restando poucos tópicos de interesse sobre alguns dos assuntos que foram nele abordados. O eco de discussões sobre alfabetização científica me aguçou a discutir mais a natureza da ciência. A ausência da física moderna e contemporânea na sala de aula me atraiu para onde eu acreditava que ela estaria mais presente: a divulgação científica. É da junção desses três temas, que se tonaram caros a mim, que surgiu o projeto outrora intitulado: “A Natureza da Ciência e o Conhecimento Científico na Divulgação Científica: Relações com a Educação Formal para a Produção de uma Cultura Científica”.

No Mestrado em Educação da UFTM tive a oportunidade de trabalhar com o Professor Daniel Ovigli, que bebe das águas da divulgação científica há muito mais tempo que eu, permitindo um recorte bem específico sobre o tema durante a orientação. Cabe ressaltar que, apesar de talvez ele não se recordar, a primeira vez que sentamos em uma mesa para discutir algum tópico, este foi a natureza da ciência, junto com a Professora Nilva.

Durante o primeiro ano da pós-graduação somos apresentados às variadas possibilidades de metodologia de pesquisa e de análise que o campo da Pesquisa em Educação nos dispõe. Mais do que isto, é o período de tomadas e aprofundamento dos referenciais teóricos e metodológicos que deverão ser adotados para a realização de cada um dos projetos. Nesses momentos de formação enquanto pesquisador tive a oportunidade de refletir mais profundamente as escolhas que foram realizadas para o projeto, adequando-o para o tempo e o que me considerei capaz de executar.

Como mestrando em educação também participo do GENFEC – Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação não formal e Ensino de Ciências. O espaço e o tempo disponibilizados pelo GENFEC para a discussão de diversos pressupostos de pesquisa em educação e em ensino de ciências permitiu um maior aprofundamento sobre questões que dizem respeito às teorias que embasam pesquisas, especificamente no âmbito da educação não-formal e da divulgação científica. Além das teorias, o grupo me permitiu, em parceria com a disciplina de Metodologia da Pesquisa integrante do primeiro semestre do curso de Mestrado, um aprofundamento

a respeito de metodologias de análise que, sem dúvida, ainda que não contribuam diretamente para o momento, tendem a realizar isto em um futuro próximo, acredito.

Foi por meio do GENFEC, especificamente por intermédio do professor Daniel, que tive uma oportunidade única de formação na área de pesquisa em educação não-formal. Em 2018 estive presente por duas semanas no Museu de Astronomia e Ciências Afins, o MAST, localizado no Rio de Janeiro, minha terra natal. De todas as interfaces que discutimos no grupo a componente que menos tive contato durante a graduação fora justamente a que é destaque do grupo, a educação não-formal.

Na disponibilidade do MAST, especificamente pela Coordenação de Educação do museu, tive a oportunidade de conhecer como funciona seu setor educativo, quais os impactos dele sobre os outros setores e quais são algumas das visões e ideias que uma instituição do tamanho do MAST possui a seu próprio respeito. Também me introduziu em discussões sobre a função social que os museus e as comunicações em ciência podem deter. Acompanhada de algumas leituras, me permitiu relacionar referenciais estudados na graduação e outros não tanto.

As leituras realizadas nas disciplinas de Metodologia da Pesquisa, Educação em Espaços Não-Formais e o Ensino de Ciências e as discussões no GENFEC trouxeram contribuições significativas para a formulação desta dissertação. Isto pois, ainda que as metodologias estudadas não tenham sido todas empregadas, permitiram-me uma visão mais ampla e um maior tato sobre como fazer pesquisa. O fato de não poder introduzir todos os estudos realizados sobre educação não-formal e divulgação científica realizados não reduz a capacidade de compreender o campo e o tema de modo mais profundo.

Essas experiências durante a pós-graduação permitiram que o meu horizonte de teorias e métodos se ampliasse em relação ao estado anterior – assim como as dúvidas – o que influenciou na versão final do projeto de pesquisa. As perguntas que estrearam a primeira versão do projeto de pesquisa se modificaram. Acredito que elas ganharam maior precisão e melhor forma com relação ao que realmente buscamos compreender. No ponto atual, as perguntas antigas deram lugar às novas: Como a ciência é apresentada em notícias de cosmologia na revista SuperInteressante? Essa pergunta se tornou a principal a ser respondida neste esforço. Desse modo, o ponto de partida desta dissertação é ela.

2 INTRODUÇÃO

Em documento a Unesco (2005a) revelou a necessidade de uma educação científica com maior qualidade para o Brasil. Segundo a organização, o país tem perdido espaço no que tange à ciência e à educação, combalindo o seu próprio desenvolvimento social. Ressalta a importância da democratização do conhecimento científico para que a população seja capaz de incorporar a cultura científica. Em outro (UNESCO, 2005b), ela ressalta não só a importância do acesso a esse conhecimento, mas também de uma educação científica que preconiza o desenvolvimento humano e uma formação cidadã.

Ambos os documentos (UNESCO, 2005a; 2005b) ressaltam a importância do processo de escolarização para uma educação científica de qualidade. O primeiro revela a precariedade na formação docente do país (UNESCO, 2005a) e outro faz um apontamento importante à sua formação: a necessidade de uma maior aproximação entre estes e os espaços de pesquisa “[...] uma vez que sua tarefa primordial consiste em ensinar uma ciência dinâmica (incompleta, em permanente mudança)” (UNESCO, 2005b, p. 23). Este e outros trechos dos documentos nos dão indícios de que a educação objetivada pelo órgão não prefere o conhecimento científico em detrimento de outros aspectos da educação em ciências. Convergem quanto à ideia de uma educação que vá além dos conceitos científicos, equações e leis.

Em consonância com as ideias dos documentos, Santos (2005a) propõe uma concepção de educação em ciências que se aproxima das indicações realizadas pela declaração de Budapeste (UNESCO, 2005b). Indica a existência de três dimensões do ensino de ciências que devem ser abordadas pela educação científica. A autora compreende que para além da *educação em ciência*, torna-se cada vez mais necessária uma *educação pela e sobre ciência*¹.

Atualmente a *educação em ciência* é que geralmente prevalece nas instituições educacionais. Trata-se do ensino dos conhecimentos científicos como conceitos, leis, equações que são ensinadas em escolas e universidades. Enquanto a *educação sobre ciência*, na qual apresentam-se os conhecimentos sobre o “como” a ciência é feita, abarcando o trabalho dos cientistas, as questões internas do desenvolvimento

¹ Essas dimensões são separadas somente a fim da racionalização necessária à discussão, conforme a própria autora relata (ibid.). Na realidade eles se encontram imbricados, de modo que uma educação *sobre* ciência atinge diretamente na educação *pela* ciência, por exemplo.

científico, a os diversos valores e atores que incidem sobre esse trabalho externamente (vice-versa), tem espaço reduzido dentro da sala de aula.

A outra, que talvez se encontre em situação mais complexa, é a dimensão da *educação pela ciência*. Aquela que faz uso da ciência para promover uma formação cidadã (SANTOS, 1999; 2005a; 2005b). Por si só, essa educação exige um trabalho integrado com a *educação em e sobre ciência*, uma vez que essa formação cidadã exige a capacidade de reconhecer, além dos produtos do desenvolvimento científico, os seus modos de fazer e as suas influências sobre a sociedade e vice-versa. Vislumbra-se, desse modo, a indissociabilidade dessas três dimensões em busca de uma disciplina escolar que exponha a complexidade do conhecimento científico:

Exige um esforço para que a imagem escolar de ciência corresponda, cada vez menos, à imagem escolar canônica de uma disciplina neutral e objectiva, transmitida de geração em geração, que ignora aspectos funcionais e pragmáticos do saber e que surge desligada de questões sociais, filosóficas, políticas, económicas e éticas (SANTOS, 2005a, p. 77).

Outros autores (AULER; DELIZOICOV, 2001; BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2012; CHASSOT, 2003) revelam a necessidade de se alcançar uma educação científica que minimamente permita essa compreensão. Para que esse objetivo seja cumprido, seria necessário que diversas disciplinas que atualmente compõem o ensino de ciências auxiliem, como a filosofia e a história da ciência. Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) destacam a importância da inserção de estudos desses campos para a formação da cidadania, principalmente para os processos de tomada de decisões.

Para os autores, a natureza da ciência é um dos elementos fundamentais para uma formação cidadã, uma vez que promove melhor compreensão das bases e fundamentos da produção científica. Dessa forma, consideramos fundamental uma compreensão de elementos descritos e interpretados por ela para a produção do que apontamos como uma alfabetização científica, que permita um aprendizado mais profundo dos conceitos, mas também sobre outras questões que dizem respeito ao empreendimento humano que é a ciência.

Ainda que a alfabetização científica possua diversas definições (SASSERON; CARVALHO, 2011), a consideramos como sendo o processo pelo qual se promovem melhores compreensões sobre o conhecimento científico, da sua construção e das influências que realiza e que incorrem sobre a ciência. Chamamos de processo pois

acreditamos que, assim como na linguagem², apropriar-se de todas as formas, símbolos, significados, valores e conhecimentos que a ciência possui é um fazer infundável. Esses símbolos, valores e seus significados, por sua vez, são construídos enquanto imersos em um contexto cultural que atravessa desde o ensino de ciências até a produção científica. São construídos, deste modo, imersos, especialmente, em uma cultura científica (VOGT, 2003) que é promovida não por uma única instituição social, mas por diversos atores presentes nela, como a Divulgação Científica.

É demasiado absurdo esperar que a escola seja a única responsável pela educação da sociedade, principalmente quando exigimos uma educação científica em que concorre não uma, mas três dimensões a serem abordadas (*em, sobre e pela ciência*). Muito ao contrário, esperamos que esses diversos atores sociais, como indica o próprio documento da Unesco (2005a), participem ativamente na educação científica dos cidadãos.

Santos (2005a) também indica que o trabalho coletivo educacional deve ir além do ambiente escolar. A educação de um indivíduo deve ser compreendida como uma tarefa não só de instituições educacionais, mas de toda a sociedade, em seus diferentes espaços e tempos, cada qual com a contribuição necessária para uma melhor formação. Quando aborda promoção da cidadania por meio da educação em ciências a autora afirma a necessidade do seu desenvolvimento:

“[...] no seio da família, nas instituições educacionais, nos locais de trabalho, no quadro de organizações profissionais, políticas e não governamentais, nas colectividades locais, através de atividades recreativas e culturais por meio de comunicação social, assim como das atividades de proteção e de melhoria do ambiente natural e construído” (CONSELHO DA EUROPA, 1999, apud SANTOS, 2005a, p. 81).

O coro pela necessidade de que outros espaços e meios atuem sobre a educação dos indivíduos aumenta quando trazemos outros autores para essa discussão (CASCAIS; TERÁN, 2014; FALK; DIERKING, 2010; GASPAR, 1993; 2002). Chamando de utopia, Haynes (2013) acredita na necessidade de uma sociedade educativa, uma vez que os sistemas educacionais não conseguem suprir a alta demanda social por uma educação integral.

² Em Chassot (2003) há uma consideração da ciência como linguagem para compreender o mundo. Essa perspectiva parece nos servir, ao passo que a linguagem também é um produto cultural que, por si só, é parte fundamental das interpretações que elaboramos a respeito do mundo.

Não obstante os problemas estruturais que a escola enfrenta, o corpo de conhecimentos que é transmitido/construído/dialogado na escola restringe por si só a enorme quantidade de possibilidades de temas que poderiam ser tratados no decorrer do seu tempo. Em última possibilidade, essa restrição faz parte de um processo de amadurecimento do próprio conhecimento. Um conhecimento, antes de ser transposto para o currículo escolar precisa, necessariamente, se estabelecer. Gaspar (1992) destaca que:

A escola tem como matéria-prima o conhecimento organizado, sistematizado, o que forçosamente retarda a sua atualização [...] a inclusão de um novo conceito ou de uma nova descoberta nessa sequência exige um certo tempo, não só em função das dificuldades materiais e até mesmo burocráticas, como também da prudência que faz necessário esperar algum tempo até que o novo conceito se consolide. (GASPAR, 1992, p. 159).

Ainda assim existem tópicos da ciência que, mesmo bem estabelecidos, acabam não ocupando os espaços que poderiam ocupar dentro da sala de aula, como é o caso da física moderna e contemporânea (BROCKINGTON, PIETROCOLA, 2005; OSTERMANN; MOREIRA, 2000; 2009). Nesse caso, pode ficar a cargo de outros atores sociais o fornecimento de informação e conhecimento a respeito de tópicos não explorados na escola, seja pela necessidade de consolidação do conhecimento, ou pelos problemas estruturais que dificultam a sua inserção na sala de aula.

Consideramos importante, desse modo, um olhar para como são apresentados estes tópicos, que são pouco presentes dentro da sala de aula, por espaços e meios que não os escolares. Acreditamos que estudos nesse campo permitem a compreensão, além dos conteúdos disseminados, como são representados aspectos importantes do trabalho e do desenvolvimento científico que podem ser interpretados e descritos a partir da natureza da ciência.

Os americanos Falk e Dierking (2010) realizaram um estudo que mostra o tempo que os indivíduos estão fora e dentro do ambiente escolar. Para o contexto por eles descrito, afirmam que a maior parte da ciência é aprendida fora da sala de aula, em atividades de livre escolha (*free-choice learning*) em espaços informais (*informal environments*), como programas de TV, internet, publicações impressas (revistas, livros e jornais), Centros de Ciência e Museus. A esse tipo de educação Gaspar (2002) dá o nome de educação informal e define:

Na educação informal, não há lugar, horários ou currículos. Os conhecimentos são partilhados em meio a interação sociocultural que tem, como única condição necessária e suficiente, existir quem saiba e quem queira ou precise saber. Nela, o ensino e aprendizagem ocorrem espontaneamente, sem que, na maioria das vezes, os próprios participantes do processo deles tenham consciência (GASPAR, 2002, p. 173).

Essa educação pode ocorrer devido às necessidades da própria existência social dos indivíduos, inseridos em um determinado contexto cultural, mas também por escolhas realizadas por eles, nos moldes descritos por Falk e Dierking (2010). A consequência da proposição de Gaspar (2002) é de que todos os espaços e tempos contribuem para a educação. A sociedade tem uma grande parcela de responsabilidade na educação de seus indivíduos, e alguns de seus atores agem mais precisamente no que diz respeito à educação científica, como é o caso da divulgação científica e os espaços de educação não-formal.

É sabido que existem grandes lacunas a serem preenchidas no que tange ao acesso à educação-não formal no Brasil (BRASIL, 2015). Entretanto, o acesso aos meios de comunicação para a obtenção de informação e conhecimento científico no país tem crescido, especialmente por meio da internet (BRASIL, 2006; 2015). Podemos considerar, desse modo, que ao menos uma parcela da população se informa e/ou aprende sobre ciência a partir da divulgação científica e jornalismo científico realizado por esses meios.

Enquanto atividade de livre escolha, a divulgação científica é uma comunicação que possibilita que os conhecimentos científicos e as suas bases sejam mais rapidamente disseminados e popularizados. Isto permite que o seu interlocutor tenha contato com uma ciência que está sendo produzida, a depender da notícia, em simultâneo à sua leitura. Portanto, os textos de divulgação científica permitem que o indivíduo tenha contato mais próximo com o trabalho científico contemporâneo justamente nesse tempo livre em que não se encontra dentro da escola.

O aprendizado que ocorre por meio do contato com a divulgação científica não pode ser mensurado, interpretado ou descrito pelos mesmos parâmetros da educação formal (MARANDINO et al., 2003). Além disso, elas (educação formal, informal e não-formal) realizam um trabalho complementar um ao outro, que não exige intencionalidade de suplantar carências ou evidenciar benefícios de um ou de outro³.

³ Completam-se não por um objetivo, mas por consequência da sua existência. Esta e outras discussões são realizadas frequentemente no GENFEC. As elucubrações teóricas têm nos conduzido

Portanto, pressupomos que a divulgação científica não só informa, mas também forma o cidadão no que diz respeito à sua educação científica, sendo uma das contribuintes para a educação cidadã almejada por Santos (2005a; 2005b).

A divulgação científica detém, sobre outros espaços, a vantagem de manter o cidadão atualizado frente à explosão de informações que podem ser disponibilizadas (MARANDINO et al., 2003). Em “verdade”, há tempos foi papel dessa comunicação a disseminação de informação e conhecimento para uma sociedade carente desses objetos. Data do século XIX estas ações de divulgação científica no território brasileiro que se estendem até hoje, mudando seus objetivos, formas e profissionais que a desenvolvem (MASSARANI; PEDERSOLI, 2017; MARTINS, 2017; FERREIRA, 2014; ROCHA; SILVA, 2013; PINHEIRO, 2009; VALENTE, 2009; JACOBUCCI, 2008; VERGARA, 2008; WELTMAN, 2008; MENDES, 2006; MOREIRA; MASSARANI, 2002; OLIVEIRA, 2002; CAZELLI; MARANDINO; STUDART, 2003; SILVEIRA, 2000; MASSARANI, 1998).

Acreditamos que um olhar específico para essa comunicação é uma das possibilidades para compreender como são apresentados o fazer científico, a figura do cientista e o desenvolvimento científico. Em nosso caso, optamos por investigar uma divulgação científica que possui apelo ao público jovem, a da revista SuperInteressante – versão digital –, e definimos uma temática de física contemporânea que tem chamado atenção devido às recentes notícias em seu campo: a cosmologia (2010-2019).

Desse modo, tornou-se objetivo central desta pesquisa investigar como a ciência é apresentada ao público na Revista SuperInteressante – versão digital – em notícias de cosmologia de 2010 até 2019. Para realizar tal investigação elencamos objetivos específicos que precisam ser cumpridos para que o objetivo principal seja alcançado:

- a) Mapear como é formada a imagem do cientista e do trabalho científico nas notícias;
- b) Investigar quais as considerações que as notícias fazem sobre as influências que a ciência pode sofrer durante seu desenvolvimento;
- c) Analisar quais as visões sobre o conhecimento científico são apresentadas ao público nas notícias;

no sentido de questionar as relações “impostas” entre espaços não-formais e formais, como se um trabalhasse em função do outro.

- d) Desvelar as contribuições e perturbações das concepções sobre a ciência para a cultura científica.

Para apresentar a pesquisa dividimos esta dissertação em seis capítulos os quais, além de apresentarem os referenciais teóricos e metodológicos utilizados para a sua realização, também apresentam resultados e considerações que compreendemos pertinentes.

No primeiro capítulo apresentaremos concepções de cultura científica e a divulgação científica como uma de suas partes integrantes. Apresentamos uma discussão a respeito da ciência enquanto parte da cultura. Em seguida buscamos definições a respeito do termo “Divulgação Científica”, diferenciando-o de outros presentes na área por meio de alguns referenciais.

No segundo capítulo apresentamos o referencial teórico da epistemologia e da natureza da ciência que consideramos serem fundamentais para compreendermos a cultura científica e o trabalho realizado pela revista SuperInteressante em informar e formar sobre ciência. Abordamos quatro filósofos que possuem contribuição para a compreensão da ciência e os discutimos com tópicos a respeito da natureza da ciência.

No terceiro capítulo apresentamos uma revisão bibliográfica sobre a história da cosmologia que é discutida no âmbito do ensino de ciências e o uso de episódios histórico de cosmologia neste contexto. Isto tanto para subsidiar o delineamento e as análises da pesquisa, como para compreender o que já foi feito e falado acerca do tema.

No quarto capítulo apresentaremos o referencial metodológico de pesquisa e de análise. Tendo em vista o seu caráter documental ficou clara a necessidade de considerá-la uma pesquisa documental. Indicamos as opções e os recortes tomados para sua realização e em seguida explicamos como se deu a Análise Textual Discursiva, descrevendo os processos de unitarização, categorização e produção de metatextos.

No quinto capítulo realizamos um breve panorama da revista SuperInteressante a partir desta pesquisa e descrevemos as notícias que foram analisadas neste esforço. Em seguida apresentamos em forma de metatextos os resultados obtidos na análise, apoiando essa discussão nos argumentos e nas explicações das categorias secundárias e finais que os enriquecem

Por fim, no sexto e último capítulo, apresentamos as considerações finais a respeito do trabalho. Também falamos sobre o processo de desenvolvimento da pesquisa como um todo, relatando impressões e possíveis desdobramentos dela.

3 A CIÊNCIA COMO CULTURA E A SUA COMUNICAÇÃO

Em texto transcrito de uma antiga palestra, Snow (2015) aponta a existência de duas culturas diferentes⁴ dentro da sociedade: a científica e a humanística. Em sua obra, os cientistas são considerados os detentores da cultura científica e os artistas, representados por “literatos”, detentores da cultura humanista. Para o autor há um abismo comunicacional entre esses grupos que os impede de compreender um ao outro, produzindo imagens errôneas, principalmente a respeito do trabalho científico.

O afastamento entre as culturas científica e humanística parece ter reflexos diretos sobre a produção cultural humana, empobrecidas de áreas que poderiam enriquecer os trabalhos umas das outras. Isto pois, assim como na arte, trabalhar com ciência exige criatividade e raciocínio (SNOW, 2015). A exemplo disto no uso conceitos científicos em obras de arte contemporâneas⁵:

É estranho como pouca coisa da ciência do século XX foi assimilada pela arte do século XX. Vez por outra costumávamos encontrar poetas que usavam conscientemente expressões científicas, e usavam-nas de forma errada [...] [A ciência] deve ser assimilada juntamente com o conjunto da nossa experiência mental, e como parte integrante dela, e ser utilizada tão naturalmente quanto o resto (SNOW, 2015, p. 11).

Para Snow (2015), os grupos científicos e literatos se apresentam como ignorantes de lados opostos. Textos importantes são ausentes de significados e recorrentemente ignorados por ambos. Revela-se, desse modo, a necessidade de uma reaproximação, principalmente em espaços educacionais, para que seja possível uma formação mais rica intelectualmente (SNOW, 2015) por parte da sociedade.

Na visão do autor, além do problema sobre a falta de riqueza das produções de ambos os lados no que tange aos conhecimentos empreendidos, há também outro: a visão distorcida que a comunidade não-científica possui em relação aos cientistas (SNOW, 2015). Acreditamos que este apontamento seja uma consequência do modo como a ciência é vista por uma (grande) parte da população, que possui pouco

⁴ Nesta palestra, transcrita em obra seguinte (ibid.), o autor também anuncia diferenças entre países em desenvolvimento e desenvolvidos, além de alertar sobre a necessidade de possibilitar que crianças tenham acesso a uma educação que promova o desenvolvimento em ciência e tecnologia.

⁵ Há exemplos dessa maior proximidade em clássicos literários como “A Divina Comédia”, do século XIV, de Dante Alighieri, como revelado por alguns autores (DRIGO FILHO; BABINI, 2016; ARTUSO, 2017).

conhecimento de como é desenvolvido o trabalho científico e acredita em uma ausência do fator humano⁶ nessas produções.

Levy-Leblond (2006) tece críticas à suposição de Snow (2015) sobre a existência de duas culturas na sociedade. Afirma que ele é contraditório quando aborda a cultura no plural: ela é “[...] una e indivisível” (LEVY-LEBLOND, 2006, p. 33). Entretanto, acreditamos que no contexto de sua obra, Snow (2015) aborda a cultura científica de um modo ontologicamente diferente de Levy-Leblond (2006). Nas defesas às críticas sofridas, Snow (2015) revela:

A palavra *cultura* tem um segundo significado, técnico, que indiquei de forma explícita na palestra original. É usada por antropólogos para denotar um grupo de pessoas que vivem no mesmo ambiente, ligadas por hábitos comuns, postulados comuns e um modo de vida comum. E, é *claro*, existem subdivisões e mais subdivisões dentro, digamos, da cultura científica. Os físicos teóricos tendem a conversar somente entre si mesmos, como cabotinos, com Deus (SNOW, 2015, p. 23, grifos do autor).

O autor concebe a existência de diversas culturas dentro de uma cultura geral. Parte de uma perspectiva muito próxima do que descreve Ferri (2012) como modelo contextual de cultura, no qual a cultura é composta por diversos campos que contribuem para a sua formação, como a política, a economia, a ciência, a arte etc. Concordamos com ele a partir do argumento de que basta contrapormos esta dissertação com um livro de literatura brasileira para compreendemos as claras particularidades e diferenças entre um e outro. É claro, para nós, que existirão semelhanças entre os textos. Ainda no exemplo, a língua, o idioma, é um dos objetos culturais que ambos compartilham, entretanto existem diferenças claras quanto ao modo com que os autores operam a língua sobre a folha de papel (JURDANT, 2006).

Todavia, para Levy-Leblond (2006), o que temos atualmente é uma não-cultura científica. Ele aponta o afastamento que a ciência incorreu a partir do século XVII quando se destacou da cultura e alcançou um outro status. Nesse contexto, a forte influência do modelo positivista de produção científica buscou a retirada de qualquer componente de humanidade das ciências. Nessa perspectiva, a ciência deveria assumir um papel asséptico e alheio às produções culturais, afastando-se das humanidades até os dias atuais para se tornar objetiva.

⁶ Nos referimos aqui à presença de toda a complexidade humana: emoções, crenças, valores, desejos etc. O conhecimento, por vezes, é apresentado a um determinado público como surgido de um nascimento espontâneo, ausente de uma construção humana e, por consequência, social.

Há convergências nas ideias de Levy-Leblond (2006) e Snow (2015). Ambos concordam que o cientista, em assuntos que não os seus, sabem tanto quanto o público leigo⁷. Ambos também concebem que existe um afastamento entre a cultura científica e a sociedade. Entretanto, enquanto Snow (2015) ainda inclui a cultura científica em um contexto macrossocial, Levy-Leblond (2006) a coloca como artificialmente afastada dessa cultura, deixando de ser parte dela, uma vez que não partilha integralmente dos mesmos valores e crenças. O último autor acredita que o afastamento sofrido a séculos ocasionou uma ruptura, que ainda permanece, entre a sociedade e a ciência.

Para compreendemos melhor as posições dos autores até agora citados pensamos em um dos experimentos mais simples dos que podem ser feitos: o copo com água e óleo. Se ambos os líquidos foram colocados a um determinado tempo dentro do copo, esperamos observar uma separação bem clara entre o líquido amarelado e o incolor. Vejamos.

Na crítica de Levy-Leblond (2006), o processo de distanciamento assumido pela ciência, fez com que ela obtivesse uma posição superior e separada da cultura. Nesta crítica, a ciência e a cultura são respectivamente óleo e água estáticos, na qual a dinâmica de um afeta o outro, mas não há uma interação direta, a não ser pela sua fronteira. Em nosso experimento o óleo, além de separado, está estabelecido acima da água. De modo equivalente, a ciência se encontra acima de outros conhecimentos da sociedade, em posição privilegiada sobre a cultura.

Em Snow (2015) a concepção é outra: o romancista e cientista inglês indica que as porções dos dois líquidos (óleo e água ou água e óleo), são na verdade cultura científica e cultura “literata”, partes integrantes de um todo maior: o copo, a cultura, a sociedade. Há aqui uma transferência de representação. Tudo aquilo que o copo contém o é. Ainda que haja uma separação clara – uma ausência de diálogo entre essas culturas –, a ciência e outras produções humanas estão contidas na cultura. As formas como elas estão organizadas – qual está acima ou abaixo da outra – não diz respeito a questões de importância, já que ambas são fundamentais e inerentes à cultura.

⁷ Ferri (2012) aponta que este fato não é exclusivo de cientistas. Outros campos exigem, se não maiores, níveis equivalentes de especialização por parte da sua comunidade. “Cada esfera é um campo específico de ação social que tem cobrado autonomia e especialização com o passar do tempo, sobre tudo com a chegada da Modernidade” (FERRI, 2012, p. 27).

Assumiríamos uma posição que, em certa medida, está mais próxima de Snow (2015), pois consideramos que a ciência tem, de fato, uma cultura que é particular à sua comunidade, todavia essa existência não exclui a sua presença dentro de outros âmbitos da cultura em geral, seja via objetos materiais, seja via crenças e valores. Neste sentido, ainda que seja parte de uma comunidade que possui uma cultura, o cientista também existe na sociedade, carregando consigo um grande contingente de visões, percepções e interpretações a respeito do mundo que são, elementarmente, culturais.

3.1 A CULTURA CIENTÍFICA

Compreendemos que em sua discussão a respeito da cultura dos cientistas, Snow (2015) abordava especificamente o que Vogt (2003) denomina de **cultura da ciência** (*gerada pela ciência e da própria ciência*), compreendida como aquela institucionalizada no campo de atuação da ciência: no ato laboral do trabalho científico e nos valores e crenças que são estabelecidos pela comunidade. Entretanto, em certa medida, Snow (2015) também tratava sobre a importância de outras duas instâncias: **a cultura para a ciência** e **a cultura pela ciência** (VOGT, 2003). Na vertente assumida por Vogt (2003) estas três atuam uma sobre a outra, sendo elas, instâncias de um conceito uno de cultura científica.

A **cultura pela ciência** é composta pela *cultura por meio da ciência*, na qual é considerado que a própria ciência é promotora de cultura; e a *cultura a favor da ciência*, que se estabelece as condições para a produção científica (VOGT, 2003). Essa instância da cultura científica parece funcionar em uma via de mão dupla. A ciência promove e gera uma determinada cultura, por meio de objetos materiais e simbólicos, enquanto a sociedade realiza uma devolutiva à ciência, estabelecendo condições para a sua produção, sejam elas boas ou ruins.

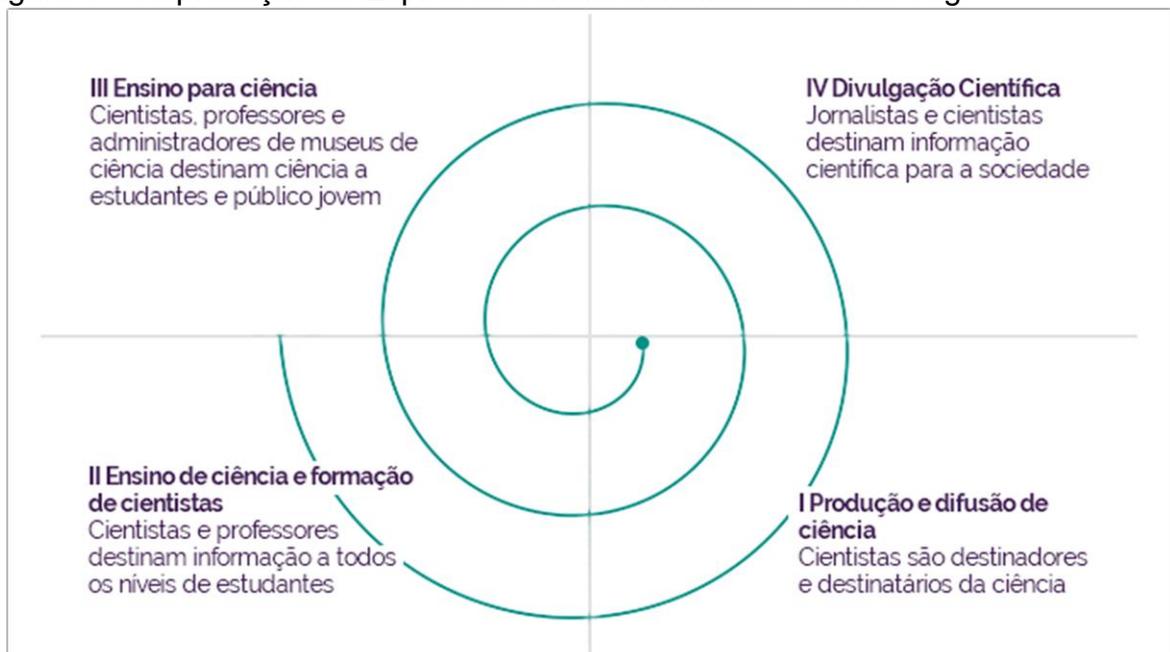
A **cultura para a ciência**, formada pela *cultura voltada para a ciência* e a *cultura voltada para a socialização da ciência* (VOGT, 2003), diz respeito à instância de difusão da informação e do conhecimento científico. Esses processos ocorrem entre os pares da comunidade científica, por meio das comunicações realizadas em congressos, revistas científicas e na formação de novos pesquisadores (*cultura voltada para a socialização da ciência*), bem como na comunicação realizada para o

grande público por meio de ações de divulgação científica, pela educação formal e educação não-formal (*cultura voltada para a socialização da ciência*).

Dessa forma, a ausência ou pouca eficácia do trabalho realizado por uma desses pilares da cultura científica (***cultura da ciência***, ***cultura pela ciência*** e ***cultura para a ciência***) implicaria em uma produção irregular da ciência, em uma ausência de apoio à sua produção ou, ainda, no desconhecimento por parte da população a respeito dos resultados, conhecimentos, métodos e valores da ciência. Em contraponto, um exemplo prático e relativamente linear é o de que uma boa *socialização da ciência* tende a promover uma *cultura em favor da ciência*, permitindo que a sociedade compreenda de modo mais holístico a *cultura da própria ciência*.

Vogt (2003; 2006) acredita que há um movimento cíclico da cultura científica na sociedade, realizado por diversas comunidades e instituições que contribuem e promovem o desenvolvimento dela. Em sua definição, esse movimento cíclico é representado por meio de uma espiral, que apresenta os espaços (d) e contribuições de cada uma das entidades em uma separação de quatro quadrantes, como apresentado na figura abaixo.

Figura 1 – Reprodução da Espiral da cultura científica de Carlos Vogt



Fonte: Site do Galoá Journal. Disponível em: <<https://galoa.com.br/blog/entrevista-carlos-vogt-e-espiral-da-cultura-cientifica>>. Acesso em: 13 dez. 2018.

O movimento espiralado, que avança gradualmente sobre os eixos x e y da figura, representa uma ideia-chave do conceito de cultura científica de Vogt (2003;

2006): uma vez que a cultura científica inicia o movimento, não retorna jamais ao lugar de origem. Para o autor isso representa o avanço que a cultura científica realiza com a contribuição de cada uma das entidades representadas. Ao sair de dentro de uma dessas entidades, tocando um novo eixo, a cultura científica estará sempre um nível acima do que tocou no eixo anterior. Um modo de se compreender esse movimento é:

Tomando-se como ponto de partida a dinâmica da **produção** e da circulação do conhecimento científico entre pares, isto é, da **difusão científica**, a espiral desenha, em sua evolução, um segundo quadrante, o do **ensino da ciência e da formação de cientistas**; caminha, então, para o terceiro quadrante e configura o conjunto de ações e predicados do **ensino para a ciência** e volta, no quarto quadrante, completando o ciclo, ao eixo de partida, para identificar aí as atividades próprias da **divulgação científica**. (VOGT, 2003, p. 5, grifos do autor).

Compreendemos que o plano de fundo e o motor do movimento espiral é a sociedade. É plano de fundo porque o percurso descrito na representação do autor é realizado sobre comunidades e instituições que se encontram dentro dela e para ela. É motor porque todos os processos descritos são empreendidos pelo ser humano, desde a produção científica e a difusão entre os pares até a divulgação da ciência ao grande público. Além disso, é a própria sociedade que exige certas demandas da ciência, fazendo com que a produção avance sobre determinados objetos materiais e simbólicos (AIKENHEAD, 2009; AULER; 2007; SANTOS; MORTIMER, 2002).

A exigência supracitada faz parte de uma via de mão dupla, pois a ciência também exige compromisso da sociedade para com ela. Estabelece-se uma relação de servidão na qual, para além das demandas, as influências que uma inflige sobre a outra transformam a maneira como se vive, como se trabalha e como se pensa (n)o mundo. Neste ponto de nossa discussão é inconcebível considerar a ausência de uma cultura científica na sociedade. Isto posto, que agora partimos do argumento de que a ciência atua sobre a sociedade, de modo que interfere diretamente sobre o seu imaginário a respeito dela e modifica a maneira como vivem os indivíduos.

Em nossa metáfora do copo com água e óleo – favorecida pelo movimento que Vogt (2003) denomina de espiral da cultura científica – é como se uma colher agitasse o seu conteúdo. Há um inerente movimento entre o líquido amarelado e o transparente, se prestarmos atenção, ou seja, se racionalizarmos, veremos, no pequeno turbilhão, os “bolsões” de um no outro. As moléculas de água ainda são de

água e as de óleo ainda são de óleo, mas a dinâmica de um afeta diretamente a dinâmica do outro. Assim, o que nos inquieta não é mais a presença ou não, mas qual cultura científica está estabelecida na sociedade via seus promotores, pois estabelecemos aqui que a ciência, cultura e sociedade estão intimamente relacionadas.

Vogt (2003; 2006) apresenta, na Figura 1, a educação e a divulgação científica⁸ como as promotoras da cultura científica da sociedade. A divulgação científica, em nossa compreensão, realiza um trabalho que se encontra na instância da **cultura para a ciência** que impacta diretamente nas concepções da sociedade a respeito da **cultura da ciência**, estabelecendo uma **cultura pela ciência**, uma vez que tanto os conhecimentos científicos, como questões a respeito da produção científica, são apresentados ao público por meio dela. Ela é um dos potenciais contribuintes para uma cultura científica bem desenvolvida. Resta nos compreender, portanto, o que é a divulgação científica, a partir de suas características, objetivos e premissas. Assim, fazemos a pergunta.

3.2 O QUE É DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA?

Quando o tema divulgação científica (DC) é tratado, existem considerações que são fundamentais a seu respeito. Na literatura atual encontramos termos como “difusão da ciência”, “vulgarização da ciência” e “popularização da ciência”. É possível creditar a esses termos o desenvolvimento de ações de comunicação em ciências, entretanto eles possuem características diferentes que dependem do contexto e das intenções de quem os elabora. Desse modo, existem diferenças sutis a respeito das definições que cada um desses termos carrega. Neste tópico, o objetivo é justamente este: buscar diferenciação e definição de termos recorrentes na academia.

Em uma primeira caracterização, Bueno (1985) apresentou uma diferenciação de três termos que subsidiaram e ainda subsidiam discussões a respeito da comunicação em ciências. Na época, o autor diferenciou três comunicações que seriam realizadas: (i) a difusão, (ii) a disseminação e (iii) a divulgação da ciência. Na sua interpretação, a difusão científica representa toda a comunicação em ciências

⁸ Acreditamos que o autor, nesse contexto, concebe a popularização e a vulgarização da ciência como partes integrantes de um conceito único de divulgação científica.

existente, seja entre pares especializados em um mesmo assunto, entre pares especialistas em assuntos distintos, ou ainda entre cientistas e “público leigo”.

À disseminação e à divulgação científica (DC) sobram os conceitos de uma comunicação própria da comunidade científica e de uma comunicação entre a comunidade científica, ou divulgadores dessa comunidade, e o “público leigo”, respectivamente. Para Bueno (2010), o que chamamos de disseminação da ciência se diferencia da divulgação científica (DC) ao menos em três características: a) pelo público, b) pelos meios e mídias de comunicação e c) pelo discurso.

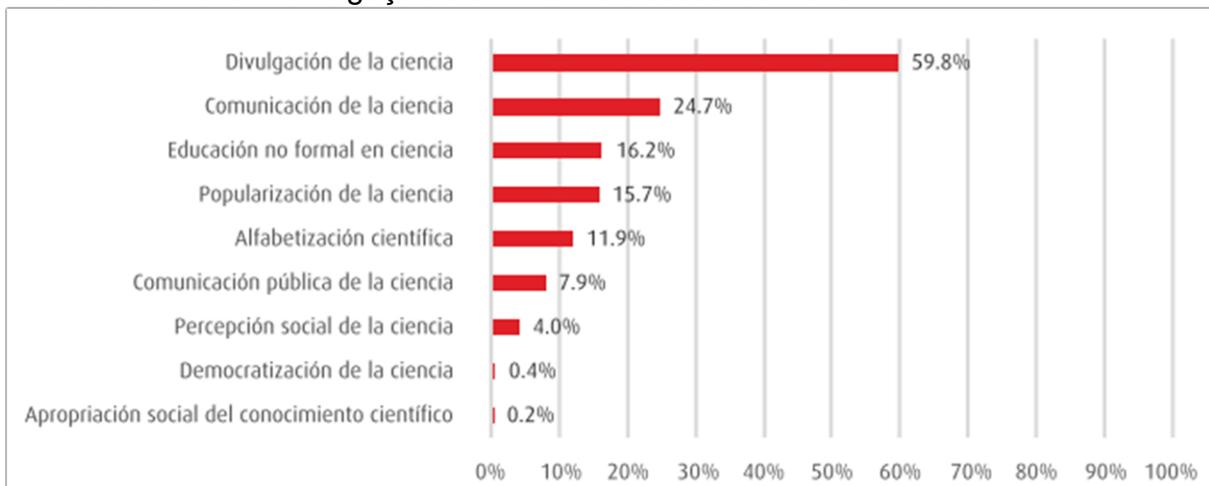
No que tange ao público, Bueno (2010) afirma que na disseminação da ciência são os próprios cientistas, sejam eles pares externos ou internos à área, os alvos da comunicação que é realizada. Esses especialistas possuem um arcabouço de termos, conceitos e jargões que fazem parte da cultura da comunidade científica. Para além, possuem consigo concepções a respeito da **cultura da ciência**, o que permite o fácil trânsito de textos relativamente estáveis em sua comunidade, enquanto o público da DC é variado, e geralmente tende a ter pouco conhecimento a respeito da cultura interna à comunidade científica. Para o autor, isto causa uma série de equívocos a respeito do trabalho científico e da construção desse conhecimento.

Os meios e as mídias de comunicação indicados por Bueno (2010) como os de cada uma das comunicações são: os eventos técnico-científicos e os periódicos científicos, no caso da disseminação científica, e por diversas mídias (imprensa, livros, rádio, televisão, internet etc.), instituições museológicas (Museus, Jardins Botânicos, Bibliotecas, Centros de Ciência etc.) e eventos que compreendem, também, mas não somente, palestras, Semanas de Ciência e Tecnologia, espetáculos de teatro e cinema para a DC. Percebemos que, assim como o público, os espaços e mídias nas quais a DC ocorre é muito diverso, imerso em uma cultura geral, o que exige do divulgador uma capacidade de se comunicar tão ampla quanto o seu público.

Se a cultura é diversa e a necessidade de se comunicar exige uma forma particular, é justamente na caracterização pelo discurso (BUENO, 2010; CUNHA; GIORDAN, 2009) que a DC se diferencia, também, do processo de comunicação científica entre pares. Bueno (2010) indica que a DC “[...] obrigatoriamente requer decodificação ou recodificação do discurso especializado, com a utilização de recursos (metáforas, ilustrações ou infográficos, etc.) que podem penalizar a precisão das informações” (BUENO, 2010, p. 3).

Apesar de toda a caracterização realizada, as definições produzidas por Bueno (1985; 2010) não são suficientes para atender ao universo semântico que a área tem desenvolvido desde sua constituição. Nessas definições, compreendemos que o termo “divulgação científica” engloba uma diversidade de termos que se constituíram em diferentes conceitos de comunicação em ciências e que ampliaram o universo de pressupostos, métodos e objetivos dessas ações. Rocha, Massarani e Perdesoli (2017), nos dão uma boa ideia da variedade de termos que tem aparecido na plural área da DC (fig. 2).

Figura 2 – Gráfico que apresenta os termos que aparecem em artigos científicos da América Latina em divulgação científica na década de 2010



Fonte: Rocha, Massarani e Perdesoli, 2017.

Segundo Massarani (1998), o termo “Divulgação Científica” é utilizado sem discriminação em relação a outros termos que são presentes na literatura da área. Para autora, isto ocorre porque atualmente o termo é considerado sinônimo de outros dois termos: a vulgarização e a popularização da ciência. Acreditamos que esse uso indiscriminado ocasiona a sua maior utilização para representar a comunicação em ciências que é realizada para o grande público (ROCHA; MASSARANI; PEDERSOLI, 2017).

O termo “vulgarização da ciência”, parece ter sido abandonado. Todavia, observamos a sua presença em artigos que realizam estudos históricos (VEGARA, 2008; MASSARANI, 1998) e em trabalhos de autores que permanecem utilizando o termo de modo a associar a DC como sendo um meio de realizar uma “vulgarização do saber” científico (ALMEIDA, 2002 apud GERMANO; KULESZA, 2007). A criação do termo e o conceito de vulgarização da ciência tem data aproximada entre as

décadas de 1860 e 1870 (GERMANO; KULESZA, 2007). No Brasil o seu uso perdurou até o fim da primeira metade do século XX (VERGARA, 2008). Em citação, Massarani (1998) relata o uso do termo:

[...] Tão **vulgarizados** estão hoje os segredos das ciências nas sociedades cultas, tão **populares** se têm tornado os fenômenos do mundo físico; que a nenhum homem, já que não diremos de apurada instrução, mas que saiba ler e compreender o que lê, é dado ignorar o que se passa na terra em que vive, em redor de si e em si mesmo. (Sciencia para o povo, 1881 apud MASSARANI, 1998, p. 36, grifos nossos).

O ato de vulgarizar a ciência parece estar associado, nesse contexto, ao “colocar em linguagem vulgar”, para que o conhecimento se torne acessível a quem “é do povo”. O principal objetivo da vulgarização seria a compreensão, pelo grande público, de que a ciência, a tecnologia e a indústria seriam capazes de fazer o país progredir.

Para Martins (2017), os vulgarizadores brasileiros foram inspirados pelo Iluminismo europeu, que concebia a ciência como única salvadora da obscura ausência de conhecimento. Desse modo, parece-nos que no século XIX a vulgarização científica tinha dois objetivos: imputar a importância do desenvolvimento científico tecnológico para o desenvolvimento da nação brasileira e apresentar o conhecimento técnico e tecnológico, que não era bem desenvolvido pelas escolas e colégios da época, há uma população carente de Educação Básica⁹.

Vergara (2008) ainda destaca que o termo “vulgarização da ciência”¹⁰ possuía um conceito que era compreendido como positivo. Entretanto foi adquirindo, no século seguinte, uma conotação conceitual negativa. A essa conotação negativa, Germano e Kulesza (2007) designam responsabilidade à própria língua portuguesa, na qual a palavra vulgar sustenta uma intenção pejorativa. O termo foi, aos poucos, sendo abandonado devido, também¹¹, a essa conotação carregada de sentidos negativos.

O termo popularização da ciência permanece vivo na literatura acadêmica brasileira. Mesmo que o termo “divulgação científica” seja majoritariamente utilizado

⁹ Martins (2017) apresenta dados estimados pelo IBGE de que existiriam aproximadamente 82% de analfabetos no país no ano de 1872.

¹⁰ A exemplo do uso histórico do termo, em outra oportunidade, a autora destaca um dos títulos da época: “O Vulgarizador” (ibid., p. 3).

¹¹ Vergara (2008) acredita que uma das possíveis influências sobre essa conotação pejorativa e consequente abandono foi possível devido à relação entre democracia e conhecimento científico, que nem sempre foi preocupação da ciência.

na área (ROCHA; MASSARANI; PERDESOLI, 2017), a popularização da ciência tem servido também à área para caracterizar ações que vão além da ideia de difundir conhecimento científico para a sociedade¹² ainda que, em primeira mão, o termo faça menção a uma ideia próxima da vulgarização da ciência em seu contexto de surgimento¹³.

O uso do termo popularização da ciência surge no Brasil nas décadas de 1960 e 1970 (GERMANO; KULESZA, 2007) e na década seguinte permaneceu sendo usado com frequência na academia (33% dos artigos latino-americanos) (ROCHA; MASSARANI; PERDESOLI, 2017). A sua concepção, nesta época, se refere ao desenvolvimento de atividades práticas que promovam uma maior interação entre a sociedade e a ciência (FERREIRA, 2014; ROCHA; MASSARANI; PERDESOLI, 2017), que ficou sob responsabilidade, majoritariamente, dos museus e centros de ciências criados.

Atualmente, o termo popularização da ciência serve à definição de um conceito de comunicação em ciências que assume um caráter político, de promoção de igualdade ao acesso à informação e ao conhecimento científico, a depender dos idealizadores das atividades de comunicação científica das instituições e mídias. Para Germano e Kulesza (2007):

[...] *popularizar* é muito mais do que vulgarizar ou divulgar ciência. É colocá-la no campo da participação popular e sob o crivo do diálogo com os movimentos sociais. É convertê-la ao serviço e às causas das majorias e minorias oprimidas numa ação cultural que, referenciada na dimensão reflexiva da comunicação e no diálogo entre diferentes, oriente suas ações respeitando a vida cotidiana e o universo simbólico do outro (GERMANO; KULESZA, 2007, p. 20).

Desse modo a popularização da ciência, diferente de outras comunicações em ciências, busca conversar as diversas culturas presentes na sociedade com o

¹² Esta é uma definição assumida e criticada por Silva (2006) sobre o conceito de divulgação científica. Para o autor, nessa definição, a divulgação científica assume uma comunicação de uma única mão: do cientista para o público.

¹³ Realizamos esse apontamento baseado no descrito por Germano e Kulesza (2007), que apresentam citações de autores franceses a respeito da tentativa de substituição de um termo por outro. Além disso, os autores citam o exemplo do livro “Diálogo sobre os dois sistemas máximos do mundo Ptolomaico e Copernicano” (GALILEI, 2004) que traduz, do latim (língua erudita da época) para o italiano (língua popular da época), o conhecimento científico.

conhecimento científico. Deixa de existir uma comunicação vertical¹⁴ e se dá lugar a uma comunicação em que todos os atores contribuem para o desenvolvimento da cultura científica, cada um com seus conhecimentos os quais, por sua vez, são particulares à sua comunidade.

Já a DC, conforme observamos em Bueno (1985), tem o objetivo de difundir informação e conhecimento científico à sociedade. Autor contemporâneo a ele, e um dos pioneiros da área da DC, Reis (2002) define a DC e fala sobre as mudanças que ela vem sofrendo. Para o autor:

É a veiculação em termos simples da ciência como processo, dos princípios nela estabelecidos, das metodologias que emprega. Durante muito tempo, a Divulgação Científica se limitou a contar ao público os encantos e os aspectos interessantes e revolucionários da ciência. Aos poucos, passou a refletir também a necessidade dos problemas sociais implícitos nessa atividade (REIS, 2002, p. 76).

Desse modo, a DC seria o trabalho de transmitir de modo simplificado todos os aspectos do trabalho científico, bem como o conhecimento elaborado por ele. Para além, passou a ser dever desse empreendimento levar o seu interlocutor a determinadas reflexões a respeito do desenvolvimento em ciência e tecnologia do país, na busca por contribuir para a alfabetização científica. Quando comparamos este conceito com o de popularização da ciência percebemos as pequenas nuances que os diferenciam.

A DC, ainda que se preocupe em abordar questões sociais a respeito do desenvolvimento científico, não possui uma preocupação explícita de permitir um diálogo com a cultura interlocutora de sua ação. A popularização da ciência, nos moldes apresentados por Germano e Kulesza (2007), explicita essa intencionalidade, uma vez que considera a necessidade respeitar e utilizar o universo cultural que cerca o interlocutor para abordar o conhecimento científico.

Com relação à vulgarização da ciência, a DC deve se diferenciar notavelmente devido ao tempo histórico em que cada um dos termos se inseriu. No contexto da vulgarização dos conhecimentos científicos, a ideia de comunicar em ciência tinha como principal objetivo uma maior aproximação da comunidade não-científica, pouco

¹⁴ Essa comunicação vertical parece estar pautada em uma concepção de cultura científica próxima do modelo descritivo (FERRI, 2012). Nele, o divulgador é detentor de conhecimento, enquanto o público leigo não tem nada a acrescentar à cultura científica.

instruída para os conhecimentos científicos. Já a DC tem, em tese, uma preocupação em abordar, além dos conhecimentos e métodos do trabalho científico, aspectos de natureza social da produção desse conhecimento.

Uma das possibilidades de compreender mais profundamente a vulgarização, a divulgação e a popularização da ciência é por meio dos modelos de comunicação pública da ciência (CONTIER, 2009; LEWENSTEIN, 2003). Esses modelos são apresentados como formas razoavelmente estáveis de fazer comunicações em ciência. Partem de pressupostos que dizem respeito a como se compreende o público objeto da comunicação e o que se espera de desdobramentos dele a partir das ações realizadas.

Em nossa compreensão, devido ao contexto em que se encontrava, a vulgarização da ciência¹⁵ se aproxima ao **modelo de déficit** (LEWENSTEIN, 2003). Esse modelo concebe que o público que receberá a comunicação é completamente ou parcialmente leigo nos assuntos abordados. Portanto, cabe a um par mais culto cientificamente (o vulgarizador) capacitá-lo. O conhecimento científico, desse modo, é transmitido ao público leigo em uma comunicação vertical que pressupõe a inexistência de contribuições do seu interlocutor. Quando observamos as características conferidas à vulgarização da ciência, percebemos que a visão de seus promotores era justamente a de um país com uma alta taxa de analfabetismo, carente de uma formação básica, logo não-erudito¹⁶.

Um dos principais problemas do modelo de déficit é o destacamento que os conhecimentos e informações difundidos sofriam em relação ao contexto do seu público receptor. Uma opção de comunicação em ciências que de algum modo supera o modelo de déficit é o **modelo contextual** (LEWENSTEIN, 2003), no qual se pressupõe a existências de conhecimentos prévios e o contexto do receptor da mensagem. Segundo Contier (2009), esse modelo também é estruturado por uma comunicação vertical. Ainda que se leve em consideração a contextualização das informações e dos conhecimentos de quem as lê, escuta e/ou assiste, permanece a

¹⁵ Vale lembrar que aqui estamos nos referindo à vulgarização científica realizada historicamente no final do século XIX e início do século XX.

¹⁶ Para nós, é interessante perceber como há amarrações entre os modelos de cultura propostos por Ferri (2012), os modelos de comunicação pública de ciência (LEWENSTEIN, 2003) e os termos canônicos da área da divulgação científica. Neste caso, a forma de enxergar a cultura científica deve se aproximar do modelo descritivo proposto pelo primeiro autor. Há a existência de um erudito e um não-erudito que precisa ser informado.

ausência de uma preocupação com uma real alfabetização científica e com a comunicação de temas caros às comunidades interlocutoras.

A DC parece transitar prioritariamente entre os modelos de déficit e contextual de comunicação pública da ciência (LEWEINSTEIN, 2003). A nossa experiência nos mostra que, ainda que haja espaços para um diálogo com os leitores das revistas¹⁷ (comentários e perguntas dos leitores, em sua maioria), a maior parte da informação e do conhecimento que transita nelas são comunicados de modo vertical: do editorial para o público.

Com o intuito de levar em consideração estas temáticas e, além disso, também aproximar os conhecimentos tradicionais e científicos um do outro, surge o **modelo de expertise leiga** (LEWENSTEIN, 2003). Neste, o conhecimento oriundo da comunidade interlocutora da comunicação científica é considerado de modo a se estabelecer como um dos participantes da própria comunicação. Desse modo, “privilegia o conhecimento local em relação ao conhecimento confiável do mundo natural produzido pelo sistema científico moderno” (LEWENSTEIN, 2003, p. 5, tradução nossa) e, por isso, sofre críticas: corre-se o risco de cair em armadilhas em que conhecimentos pouco sustentados (cientificamente ou não) passam a dialogar com a ciência, prejudicando o desenvolvimento de ações que promoveriam uma melhor apropriação da cultura científica.

Por fim, o **modelo de participação pública** parece o mais democrático dos até agora propostos (LEWENSTEIN, 2003). A ideia desse modelo é de que, além de uma maior quantidade de ações de comunicação, elas sejam mais abertas, que permitam uma maior participação por parte da sociedade, precipitando um diálogo. Segundo Lewenstein (2003), isto poderia ocorrer por meio de júris e outras práticas deliberativas que permitam que a opinião pública seja considerada em processos de tomada de decisão. Entretanto, corre-se o risco de realizar tais práticas com um público muito pequeno, uma vez que um estado mínimo de alfabetização científica é demasiado difícil de alcançar.

A popularização da ciência parece deter uma maior proximidade aos modelos de comunicação pública nos quais a população é mais participativa de suas ações. Ela

¹⁷ O exemplo da revista nos serve devido ao objeto desta pesquisa. Todavia tomamos consciência, a partir da leitura de Bueno (2010), de que a divulgação científica é muito mais abrangente do que somente a imprensa. O autor destaca que à imprensa que tem como objeto de comunicação a informação e conhecimento científico dá-se o nome de jornalismo científico, sendo a divulgação muito mais ampla, como descrevemos em uma das páginas acima.

deve possuir uma intencionalidade de aproximar um público, antes excluído de um processo de construção do conhecimento científico, para dentro dele. Desse modo, essa aproximação não deve ser feita por meio de uma comunicação vertical, presente nos modelos de déficit e contextuais. Germano e Kulesza (2007) defendem que a popularização da ciência tende a uma comunicação mais dialógica, baseada na concepção freiriana de educação (FREIRE, 1987) a qual, somada às afirmações de Contier (2009), corroboram esta idealização.

Consideramos a DC como um espaço intervalar de comunicação entre um campo especializado e a sociedade (GRIGOLLETO, 2005), sendo assim de discurso e público particular. Acreditamos que essa comunicação, a depender do seu modo e de seus objetivos, pode apresentar mais ou menos a respeito do que pode ser a ciência, incorrendo por vezes em visões equivocadas e/ou até fantásticas sobre esse empreendimento. Por isto, acreditamos ser profícua compreender como a ciência é apresentada na revista e para isso consideramos necessários os aportes teóricos que se encontram no próximo capítulo.

4 OS (DIS)SENSOS SOBRE A CIÊNCIA

Quando consideramos a intensa relação entre a sociedade e os campos que compõem a sua cultura, indicamos a influente presença de objetos produzidos por um desses campos: a ciência. Estes objetos podem ser fruto tanto da aplicação direta e material dela, mas também, em um caráter mais simbólico, podem ser visões, concepções, crenças e discussões sobre a própria ciência ou sobre essas aplicações e os seus impactos. Visões, crenças e concepções estas que, enquanto promovidas, seja pela educação formal ou pela DC na espiral proposta por Vogt (2003), são e serão parte integrante da cultura científica promovida na(pela)(para a) sociedade.

A DC enquanto uma das ações produtoras e mediadoras desses símbolos, não é um objeto de pesquisa de simples compreensão e análise, uma vez que ela busca socializar e legitimar a ciência na(para) sociedade (GRIGOLLETO, 2005)¹⁸. Ela tem contato tanto com a ciência em plena construção quanto com a sociedade, que por meio dela obtém informação e conhecimento científico. Aderindo a uma perspectiva que a DC não só informa, mas também forma sobre ciência (JANÉ, 2003), consideramos fundamental a reflexão e a análise sobre este objeto por meio de dois campos diálogo: um que objetiva discutir filosoficamente a construção científica e outro que tem como mote uma discussão educacional desta construção.

No campo filosófico as discussões sobre a ciência e suas particularidades podem ser realizadas pelos domínios da epistemologia da ciência. Ela busca compreender como a ciência (deve) se desenvolve(r), e refletir a respeito de seus métodos, da validade deles, e por consequência dela própria, além do valor que ela possui para a sociedade, por meio de exposições filosóficas, lógicas e históricas (CHALMERS, 1993).

Há de se compreender que a epistemologia da ciência, enquanto campo filosófico, realiza discussões frutíferas para nossa compreensão do mundo e dos conhecimentos, especialmente os científicos, mas é um espaço de constante debate, necessário para essa própria construção. Em 1965 foram reunidos em um colóquio filósofos que possuíam grande contribuição para a área da epistemologia da ciência. Lakatos e Musgrave (1979) tiveram a iniciativa de reunir seus textos – alguns

¹⁸ A autora (ibid.) aborda especificamente o jornalismo científico neste argumento. Estamos considerando que a divulgação científica da revista *Superinteressante* é, também, jornalismo científico, conforme aponta Bueno (2010).

expandidos e reescritos – para que fosse possível uma discussão que atingisse estudantes e professores que se interessassem pela história e filosofia da ciência (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979).

Ao menos quatro desses filósofos, consideramos, resguardam posição canônica nos estudos dessa área. A justificativa pela escolha por eles e não por outros reside, em parte, por essa posição canônica que ocupam (CHALMERS, 1993), mas também na existência do livro do colóquio (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979): eles tiveram a oportunidade de discutir suas ideias, rejeitá-las ou reafirmá-las durante o período no qual as escreviam. Eles são, em certa medida, contemporâneos uns aos outros e tiveram oportunidades de (re)formular suas epistemologias a partir das críticas mútuas que seus trabalhos receberam.

Um deles, Karl Popper, realizou um esforço para se afastar da corrente positivista que imperava na ciência no século XIX (POPPER, 1953; 1980). Ele propôs um novo olhar sobre a construção do conhecimento científico. Para o autor (POPPER, 1953), a lógica do conhecimento deve reconstruir os passos que um cientista realiza para buscar a verdade, mesmo que nunca a alcance, ou seja, deve analisar os passos lógicos dos métodos científicos.

Outro filósofo que contribuiu para a discussão a respeito do desenvolvimento científico é Thomas Kuhn. Entretanto, o autor (KUHN, 1970; 1979a; 1979b) analisa as questões dos métodos em ciências com um olhar diferente ao de seu contemporâneo. Ele compreende, a partir do estudo histórico, que teorias não são facilmente refutadas e possui significativos dissensos com Sir Karl Popper com relação ao lugar do empirismo no trabalho científico e o lugar da história, psicologia e sociologia para o estudo da ciência.

Um livro que certamente marca presença em discussões da perspectiva histórica das metodologias e do desenvolvimento da ciência é o “Contra o Método” (FEYERABEND, 1977). Nele, Paul Feyerabend faz duras críticas às intenções prescritivas que a epistemologia *kuhniana* e *popperiana* possuem. A citação que melhor representa a sua concepção de ciência se encontra logo em suas páginas iniciais:

A ciência é um empreendimento essencialmente anárquico: o anarquismo teórico é mais humanitário e mais suscetível de estimular o progresso do que suas alternativas representadas por ordem e lei. [...] isso é demonstrado seja pelo exame de episódios históricos, seja pela análise da relação entre

idéia e ação. O princípio que não inibe o progresso é: tudo vale (FEYERABEND, 1977, p. 7-17, grifo do autor)

A ideia inicial de sua principal obra é que o livro fosse iniciado com ele, abrindo debates a respeito da ciência que deveriam ser rebatidos por Imre Lakatos. Este, por sua vez, teve uma posição privilegiada ao desenvolver seu trabalho. Foi aluno de Popper, trabalhou sobre a epistemologia em uma época que as ideias de Kuhn se sobressaíram na academia e se correspondia com Feyerabend frequentemente. Lakatos (1978; 1979) realizou uma grande contribuição para a epistemologia. Tenta oferecer uma alternativa que foge das críticas que seu professor sofreu, principalmente de Thomas Kuhn, e faz menção à necessidade do estudo histórico para compreender a ciência.

No âmbito educacional, os aspectos a respeito da ciência podem ser discutidos por meio de questões sobre as diversas características que o trabalho científico detém e incorpora na sua imediata execução, mas também considerando o decorrer de seu desenvolvimento histórico. Conforme já apontado por Santos (2005a), a discussão sobre essas características é inerente ao campo de natureza da ciência (NdC), que pode ser definida como:

[...] um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência. Compreender a natureza da Ciência significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada (MOURA, 2014, p. 33).

Desse modo, enquanto promove a sua contribuição para a educação científica, esse campo do saber se encontra ancorado em discussões anteriores, realizadas justamente, mas não somente, pelos epistemólogos que atuaram no campo da epistemologia. A contribuição da natureza da ciência (NdC) aparece como fundamental, principalmente quando nos encontramos em um mundo no qual ciência e tecnologia influenciam cada vez mais o modo de vida da sociedade, que faz uso constante das aplicações científicas e tecnológicas e que também é amplamente impactada por decisões sócio-científicas tomadas frequentemente (AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2002).

Auler e Delizoicov (2001) chamam a atenção para as construções dogmáticas produzidas em torno da ciência e tecnologia, e que podem ser implantadas no imaginário popular, pelos meios de comunicação, mas também no ambiente escolar.

Esses dogmas têm base em uma imagem deformada e equivalentemente mitológica a respeito do trabalho e do desenvolvimento científico, que apresenta a comunidade científica como neutra, especialmente objetiva e alheia ao seu contexto histórico (GIL-PÉREZ et al., 2001).

A pseudoneutralidade imputada à ciência exige a ignorância de, pelo menos, o financiamento público e privado das pesquisas. Precisa ignorar os contextos de períodos históricos como o da corrida espacial que contribuem diretamente para a produção científica e tecnológica e para alguns feitos da humanidade.

A falsa-posição de superioridade assumida pela ciência a partir dos séculos anteriores (LEVY-LEBLOND, 2006) ainda dá a alguns de seus produtos um status de verdade absoluta que não é experimentada, de fato, no decorrer do desenvolvimento científico. O científico atesta garantia de qualidade e sucesso no mercado, além disso subterfuja outros conhecimentos que constantemente dialogaram com a ciência até mesmo dentro da sua construção (FEYERABEND, 1977). Não há defesa da negociação da ciência com assuntos pós-verdadeiros¹⁹ presentes, principalmente na rede de computadores, mas à admissão de que conhecimentos da tradição²⁰ são tão fundamentais à sociedade quanto os científicos.

Para além disto, defendemos veementemente que a população se aproprie da cultura científica. Isto, no sentido de que ela seja capaz de compreender o uso dos valores e outros objetos que são originários da ciência, a fim de que consiga refletir e/ou questionar o seu papel nesta sociedade. Há a necessidade fundamental de que os jovens se reconheçam como capazes de fazer ciência, (re)aproximando-os desse empreendimento que é tão possível de ser realizado como os de qualquer outro campo, como, por exemplo, a política.

O cenário com vidraria, fumaça e cabelos arrepiados em que os cientistas são apresentados à população indicam a presença de um gênio, capaz de ler a natureza, ou seja, experimentá-la de uma forma que nenhum outro ser humano é capaz. O que contam sobre a maçã que cai na cabeça de Newton ou o grito de “Eureca!” de

¹⁹ Segundo Lima et al. (2019) as pós-verdades são aquelas conhecidas por um movimento no qual deixa de se estabelecer um pensamento prioritariamente racional para discutir temáticas que são fundamentadas objetivamente.

²⁰ Chamamos aqui de conhecimentos da tradição aqueles que têm sua origem na comunidade detentora dele e que contribuem para o desenvolvimento social dessa população. Ao pensarmos na definição de cultura científica que trouxemos e, principalmente, na compreensão de Feyerabend (1977) sobre o desenvolvimento científico, essas contribuições ocorrem o tempo todo, ainda que não sejam percebidas.

Arquimedes fazem parecer que há uma primazia para a experimentação ou pelo acidente no trabalho científico e reforça a ideia de neutralidade genial (GIL-PÉREZ et al., 2001; MARTINS, 2000; 2006). Ao explorar essa narrativa espetacularizada (ALCHIN, 2003; 2004) reforçam mitos científicos (MCCOMAS, 1996; 1998) de autoridade inquestionável.

Além disto, determinados pontos constroem o imaginário de um cientista do hemisfério norte, homem branco e da elite econômica, isto no contexto de um país da América Latina, onde a miscigenação é “fato histórico” e há uma clara desigualdade social e de gênero que impacta e é impactada até na educação, tende a afastar a população da ciência como algo possível de ser discutido e, principalmente, de ser realizado.

Nesse contexto, a NdC se apresenta produtora a uma visão mais clara a respeito da ciência. Seja na escola, por meio de uma sistematização na qual ela é considerada um saber fundamental, ou em outros espaços que, assim como ela, são formadores de(a) cultura, como o museu (VALENTE, 2005), o teatro (MEDINA; BRAGA, 2009; 2010) e o cinema (CASTILHO, 2019; SOUSA, 2016), pois “[...] uma adequada alfabetização exige, precisamente, a imersão dos estudantes numa cultura científica [...] uma imersão que deve ir além da aquisição de ‘pontos de vista sobre a NdC’” (BYBEE, 1997, apud PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007, p. 146).

No âmbito do ensino de ciências, Alters (1997) realizou severas críticas às tentativas das instituições educacionais em realizar uma educação científica que considere a NdC. O autor nos apresenta diversas listas que elencam o que eram considerados princípios básicos para o ensino da NdC que seriam baseadas em consensos entre filósofos acompanhada de sinais da clara discordância que há entre alguns (ALTERS, 1997). Para Smith e colaboradores (1997) isto não é problema algum, uma vez que, na verdade, o que Alters (1997) apresentava era o desacordo sobre os desacordos. Sabedores das divergências, os autores (SMITH et al., 1997) acreditam que há em um nível mínimo de certa concordância a respeito de tópicos importantes a serem tratados de NdC.

Pesquisadores como McComas, Almazroa e Clough (1998) e Gil-Pérez e colaboradores (2001) realizaram um esforço de produzirem novas listas de tópicos que são considerados consensos sobre a NdC. Ainda que de maneiras diferentes, produziram-nas, com uma preocupação: “evitar que algumas árvores nos impeçam de ver a floresta” (GIL-PÉREZ et al., 2001, p. 135).

A seguir pretendemos apresentar brevemente as discussões dos filósofos apresentados acima (LAKATOS, 1978; MUSGRAVE; LAKATOS, 1979; FEYERABEND, 1977; KUHN, 1970; POPPER, 1953), acompanhadas dos tópicos consensuais da NdC para o ensino de ciências (GIL-PÉREZ et al., 2001; MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998), que emergiram de suas discussões e debates. O objetivo disto é que os tópicos sobre a NdC para o ensino de ciências não se tornem tão simplistas como consideram as críticas direcionadas a ela (BAGDONAS; SILVA, 2013; BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2012; IRZIK; NOLA, 2011; 2014; ALTERS, 1997).

4.1 A DIVERSIDADE NO TRABALHO CIENTÍFICO

Iniciamos com a questão que talvez seria mais cara para Feyerabend (1977): o método científico. Ele é um exímio crítico de todas as tentativas de organizar por meio de regras estáticas como se faz ciência. Em meio às discordâncias de quase todos os filósofos, é consenso entre os que aqui estão reunidos que o método empírico-indutivo não é o único modo, quiçá um dos modos, de se fazer ciência.

No entendimento do filósofo, a ciência não progride com regras rígidas e bem delineadas. Na verdade, existem muito mais do que os poucos métodos de se fazer ciência que são ditados pelos metodologistas. Além disto, considera a necessidade de aceitar a vasta gama de abordagens, métodos, ideias e teorias que são extraídas de outros campos, que ele chama de “ciências auxiliares” (FEYERABEND, 1977, p. 89), pela comunidade científica.

Feyerabend (1977) destaca o trabalho que a educação científica presta ao treinar cientistas recém-formados em métodos muito rígidos e uniformes sem que isto seja refletido: uma (de)limitação de suas ações por longos períodos de tempo, tornando suas abordagens imutáveis e escrevendo-as assim na história da ciência como quase únicas a serem seguidas. No seu tom prescritivo questiona o modo como as ciências são ensinadas: “É possível assim, criar uma tradição que se mantém una, ou intacta graças à observância de regras restritas, e que, até certo ponto alcança êxito. Mas será desejável dar apoio a essa tradição, em detrimento de tudo mais?” (FEYERABEND, 1977, p. 21).

Na perspectiva de Kuhn (1970), os paradigmas científicos não são somente modelos bem ajustados para compreender a natureza, mas também podem

determinar como elas mesmas são testadas e apontam novos problemas a serem resolvidos. Nessa concepção os cientistas não parecem questionar esse modo de trabalho e nem sequer necessitam de um conjunto completo de regras para executá-lo, ao passo que é a própria tradição da pesquisa que realizam é suficiente para convencê-los de o fazerem assim.

Entretanto, conforme observamos em sua obra, Kuhn (1970) não concorda com a existência de um único método científico. Em última instância, se cada paradigma estabelece as técnicas que os cientistas irão utilizar para resolver seus respectivos quebra-cabeças depende do próprio paradigma e de quais ferramentas a comunidade detém naquele momento, a escolha dos procedimentos que serão tomados também. A ideia de que o modo como se resolvem os quebra-cabeças é dependente diretamente do paradigma que se encontra a ciência em questão deixa explícita a presença de diversos meios e métodos na produção científica.

Lakatos (1978) descreve períodos muito semelhantes aos de ciência normal, de crise e de revolução científica²¹ de Thomas Kuhn (KUHN, 1970). Compreende que existem movimentos para a manutenção das teorias, mas que os cientistas não necessariamente tratam as anomalias imediatamente, preocupando-se com outros aspectos do programa de investigação no qual trabalham. Esses aspectos são baseados em regras que Lakatos (1978) nos apresenta: “O programa consiste em regras metodológicas: algumas nos dizem os caminhos da investigação que devem ser evitados (*heurística negativa*), e os caminhos que devem ser seguidos (*heurística positiva*)” (LAKATOS, 1978, p. 65, grifos do autor e tradução nossa).

A teoria é o principal ponto do programa de investigação científica. A progressão teórica ou experimental do programa de investigação científica se dá de maneiras diversas: na formulação de modelos matemáticos, no incremento ou mudanças de hipóteses auxiliares, na experimentação ou observação de um fato previsto pela teoria, entre outros. O autor destaca que experimentos e teorias não são necessariamente e imediatamente responsivos uns aos outros. Há uma certa

²¹ A crise, segundo Kuhn (1970), pode ocorrer devido à presença aguda e persistente de anomalias sobre o paradigma estabelecido no período de ciência normal. Nesse período as regras de teste e verificabilidade dos paradigmas passam a ser flexibilizados, caso essas anomalias ou a sua maioria não sejam atendidas, abre-se espaço para um período de ciência extraordinária, no qual alguns cientistas buscam opções para resolvê-las. Caso o paradigma vigente seja abandonado, ocorre o que autor chama de revolução científica (título de sua obra), no qual um novo paradigma se estabelece.

autonomia entre a prática teórica e a prática experimental no programa de investigação *lakatiano*.

No tocante a essa (não-)relação entre as teorias e os experimentos, Karl Popper, em 1953, afirmava o domínio da teoria sobre a observação e o trabalho experimental. Para o filósofo “*não existem observações puras: elas estão impregnadas pelas teorias e são orientadas pelos problemas e acompanhadas pelas teorias*” (POPPER, 1953, p. 120, grifos do autor). Ainda que haja descobertas acidentais, elas são consideradas casos raros nos quais o trabalho científico incorre. O cientista já se encontra munido de teorias – no mínimo predecessoras das suas – quando realiza observações. Quaisquer dados obtidos nelas são escusos no que diz respeito à sua “pureza factual”.

Kuhn (1979a) aponta um ponto de concordância entre ele e Karl Popper: “[...] somos céticos quanto aos esforços para produzir uma linguagem observacional neutra [...]” (KUHN, 1979a, p. 6). Entretanto, para Popper, (1953) a observação mesmo que não imediata, é fundamental para a produção da ciência, de modo que enunciados científicos são corroborados ou refutados a partir de experimentos ou aplicações tecnológicas. A mudança do indutivismo para o falsificacionismo *popperiano* é justamente esta: experimentos são realizados apoiados e utilizados para refutar um determinado enunciado, e não ao contrário.

Para Lakatos (1978) não há possibilidade de se explicar os programas de investigação científica somente com uma reconstrução racional (lógica) pois o cientista, como ser humano, não é totalmente racional. É influenciado no modo como enxerga uma refutação em um experimento, por exemplo. Como já observamos no programa *lakatiano*, testes da teoria não são realizados imediatamente e não necessariamente partem de estudos do seu programa de investigação²².

A concepção de que as observações são neutras também foi, em Feyerabend (1977), superada. O filósofo acrescenta ainda a presença não só de ideias e hipóteses internas a uma única teoria enquanto norteadoras do trabalho científico, mas também a presença de concepções alternativas, inclusive extra-científicas, no seu desenvolvimento. Acredita que existem fatores psicológicos e sociais que afetam

²². Podemos perceber isso pelos exemplos dados tanto por ele (LAKATOS, 1978) como por Kuhn (1970) a respeito das teorias da óptica para as observações realizadas por Galileu. Naquele contexto, a intenção do astrônomo era realizar observações de astros. Assim, era necessária a utilização de lunetas que são aplicações tecnológicas (POPPER, 1953) de uma teoria estabelecida em outro campo da física.

diretamente a maneira como os cientistas enxergam (n) o seu trabalho. Permeia assim, o trabalho científico, muito mais do que apenas o seu contexto interno. Para ele, o que ocorre na sociedade pode influenciar diretamente as investigações científicas em andamento.

As concepções dos filósofos consideram a existência de um trabalho criativo e diversificado e influenciado, realizado pela comunidade científica. No ensino de ciências, através dos tópicos consensuais da NdC, essas discussões podem ecoar em duas questões que consideramos fundamentais para compreender a ciência: a primeira delas é a de que, quaisquer que sejam as condições de trabalho, é inconcebível a existência de um método científico único (GIL-PÉREZ et al., 2001; MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998), ou seja, não há um passo a passo universal que conduza os cientistas em seus empreendimentos (MOURA, 2014).

A segunda é que as observações científicas não são as únicas e quiçá as maiores produtoras de conhecimento científico. Isto nos afasta da concepção indutivista de ciência e também aponta para uma concepção de que o conhecimento científico se encontra também, mas não somente, apoiado em experimentos e observações (MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998) – e isto não diminui o seu valor, muito ao contrário, torna-o ainda mais valioso, tendo em vista a necessidade de diversas construções científicas para que o conhecimento seja produzido no campo da ciência.

4.2 A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Se consideramos que o trabalho científico se encontra imerso em um contexto histórico e que enquanto empreendimento humano tem dele certas características como a criatividade e a divergência, devemos pensar nos produtos que dele derivam como detentores destas mesmas características. Kuhn (1970; 1979a; 1979b) compreende que na ciência normal os cientistas estão preocupados em resolver quebra-cabeças que já possuem todas as suas peças estabelecidas. Desse modo, como surgiriam novas ideias? É de questionamentos como esse que surgem críticas e dissensos à sua proposta (FEYERABEND, 1977; 1979; LAKATOS, 1978; 1979; POPPER, 1979; WATKINS, 1979).

A concepção de Popper (1953) é que a ciência evolui buscando a verdade para perguntas curiosas, abandonando por vezes, uma resposta que considerávamos

suficiente. Neste caso, para garantir a cientificidade de uma teoria é necessário que haja uma regra condutora fundamental: o trabalho científico produzido em torno dela não deve protegê-la do seu falseamento. As teorias científicas são, para esse filósofo, como formas de explicar o mundo em que vivemos, uma interpretação rigorosa e atenciosa.

Teorias que alcançam um sistema muito axiomatizado são aquelas que possuem o maior grau de universalidade. Dos axiomas derivam enunciados universais tal que, se os enunciados universais são falseados, o axioma e a teoria também o são. A escolha por uma e não por outra teoria se dá, para Popper (1953), devido a uma espécie de seleção natural, na qual uma delas sobrevive às falsificações pelas quais todas passam em suas bases empíricas ou por aplicações técnicas e tecnológicas que respaldam.

Para Kuhn (1970) é do reconhecimento do que se espera e das anomalia(s) (não) prevista(s) pela teoria, e devido às mudanças que ocorrem nos trabalhos realizados dentro de um paradigma, é que a ciência normal permite o surgimento de crises, menores ou maiores. Em sua epistemologia, esse processo não é necessariamente simples. O entendimento de que há uma anomalia pode, mas não necessariamente causa, o abandono de um paradigma por outro. Isto pois ele é permeado por uma resistência em favor do paradigma vigente e é justamente dela que a mudança de paradigma extrai um benefício:

Ao assegurar que o paradigma não será facilmente abandonado, a resistência garante que os cientistas não serão perturbados sem razão. Garante ainda que as anomalias que conduzem a uma mudança de paradigma afetarão profundamente os conhecimentos existentes. (KUHN, 1970, p. 92).

As crises *kuhnianas* são apresentadas como períodos que podem levar às mudanças de paradigmas. A incomensurabilidade entre eles representa uma concepção em que as ideias, teorias e outros conhecimentos que antes prevaleciam são abandonados, dando lugar a outros que, mesmo que guardem o vocabulário antigo tem, na novidade, um significado diferente²³.

²³ Kuhn (1970) cita o exemplo dos conceitos de “espaço” e “tempo” ensaiados por Isaac Newton e Albert Einstein como aqueles que podem representar mais claramente o tamanho dessa complexidade. Essa concepção apresenta a competição entre paradigmas como muito mais complexa do que a simples escolha por uma teoria, mas de um sistema que muda o modo como o cientista enxerga o mundo.

Uma das diferenças entre Thomas Kuhn e Imre Lakatos é que, enquanto um acredita que a comunidade científica na ciência normal serve apenas a um paradigma por vez, Lakatos (1978) acredita que existem diversos programas de pesquisa concorrentes. Entretanto, além de Kuhn (1970) e Lakatos (1978) concordarem que há um certo acúmulo em relação a algumas construções científicas da teoria anterior, ambos entendem que ocorrem abandonos completos de certas construções no decorrer do desenvolvimento científico.

Feyerabend (1977; 1979) também acredita que teorias que são concorrentes não podem ser totalmente comparadas logicamente, como Popper acreditava ser possível (CHALMERS, 1993). O autor mergulha mais fundo quando trata sobre os motivos pelos quais uma teoria é escolhida em detrimento de outra. Põe sob uma espécie de subjetivismo os motivos pelos quais os cientistas tomam posição. Crenças pessoais e objetivos profissionais, entre outros, são sobrepostos a razões objetivas e lógicas quando este é o assunto.

Assim como Imre Lakatos, Feyerabend (1977) afirma que Thomas Kuhn não leva em consideração que durante o período de ciência normal os cientistas se encontram ainda realizando trabalhos que permitem a criação de novas ideias. O filósofo acredita que existe um constante debate de teorias no interior da comunidade científica que causam o desenvolvimento da ciência. Neste sentido, existiria um princípio de tenacidade e de proliferação presente na comunidade científica (FEYERABEND, 1979). Um que produziria a manutenção das teorias vigentes e outro que permitiria a difusão e discussão de outras teorias nesta comunidade, respectivamente.

A concepção de que o desenvolvimento científico gera um edifício no qual o conhecimento científico novo é empilhado sobre o que havia antes é algo que a maioria dos filósofos aqui reunidos tendem a discordar. Diz Thomas Kuhn sobre Karl Popper: “Ambos rejeitamos o parecer de que a ciência progride por acumulação, em lugar disso, enfatizamos o processo revolucionário pelo qual uma teoria mais antiga é rejeitada e substituída por uma nova teoria, incompatível com a anterior [...]” (KUHN, 1979b, p. 6).

Neste sentido, ainda que haja dissensos, especialmente aos períodos de ciência normal e revolucionária de Kuhn (1970; 1979a), os filósofos não creem que a ciência se desenvolva de modo linear, por um modo unicamente acumulativo. Nos estudos sobre a NdC para o ensino de ciências, alguns tópicos consensuais são

pautados em ideias semelhantes as discutidas pelos filósofos. O reconhecimento de períodos evolucionários e revolucionários na ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001), que leva em consideração a presença de períodos que a ciência se desenvolve através do desenvolvimento de pesquisas sob a tutela de certos conhecimentos relativamente estáveis, mas que há certos períodos que mudanças ocorrem e que conhecimentos podem ser abandonados, reinterpretados ou incorporados a outras teorias". E também compreendem que a produção do conhecimento científico é realizada em meio a diferentes ideias (MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998), algumas vezes diametralmente opostas, que podem permanecer em divergência ou convergirem a um determinado ponto.

4.3 O CONTEXTO TAMBÉM IMPORTA

Nos aprofundando em questões que dizem respeito aos ambientes internos e externos da pesquisa científica – se é que somos capazes fazer essa diferenciação – , ao menos três dos quatro filósofos destacados aqui pretenderam levar em consideração a relação entre o contexto histórico e a produção científica. Chegaram a conclusões próximas de que a história da humanidade impacta e foi impactada diretamente pelo desenvolvimento científico e tecnológico.

Popper (1953) compreende que algumas questões como externas à ciência, mas que essas questões deveriam ser interessantes para outras áreas do conhecimento, como psicologia da ciência, mas não para a sua Lógica da Pesquisa Científica (POPPER, 1953). Entretanto, ele reconhece a presença desses elementos e os deixa expostos quando afirma que algumas decisões no trabalho científico devem ser tomadas de forma consciente, o que acrescentaria uma nota de subjetividade a essas decisões (CHALMERS, 1993). Chalmers (1993) chama a atenção que, quando analisada pela via histórica, o trabalho de Popper parece não ser coerente, uma vez que teorias não necessariamente foram (totalmente) abandonadas no curso da humanidade quando refutadas.

Este é justamente um dos pontos de críticas para Thomas Kuhn e de Paul Feyerabend. Ambos afirmam que os contextos histórico, social, cultural e político influem diretamente sobre o cientista. São mais incisivos – e talvez polêmicos – ao afirmarem que esses fatores influenciam diretamente sobre as escolhas que são realizadas pela comunidade científica.

Para o primeiro filósofo (KUHN, 1970) uma epistemologia que aborde a construção do conhecimento científico precisa considerar os “fatos históricos” para basear sua defesa. Na análise dos eventos, aponta que existem fatores internos e externos à realização da ciência que a influenciam direta e indiretamente. Essas influências seriam desde a ordem social, política e tecnológica dos países. Ainda no prefácio de sua obra, escreve:

[...] não é preciso ir além de Copérnico e do calendário para descobrir que as condições externas podem ajudar a transformar uma simples anomalia numa fonte de crise aguda. O mesmo exemplo ilustraria a maneira pela qual as condições exteriores às ciências podem influenciar o quadro de alternativas disponíveis àquele que procura acabar com uma crise propondo uma outra reforma revolucionária (KUHN, 1970, p. 15).

Neste caso tecnologia, sociedade e ciência se influenciam mutuamente. Contribuem para processos de mudanças (ou revoluções) que ocorrem em cada uma delas sendo a tecnologia e a sociedade por exemplo, facilitadoras (vantagens) ou dificultadoras (desvantagens) da produção científica em determinados momentos históricos.

Kuhn (1970) e Feyerabend (1977) não acreditam em uma ciência ausente de sujeitos. Apontam como a subjetividade se encontra presente nas escolhas realizadas pela comunidade científica. Essas escolhas, que vão desde a teoria acolhida até os instrumentos utilizados para a realização de uma pesquisa fazem parte de um arcabouço de convenções e de escolhas filosóficas (FEYERABEND, 1977). A proximidade deste último com a história da ciência, entretanto, serve para colocar-lhe interrogações a respeito de posicionamentos como o de Thomas Kuhn frente a ela:

[...] a história da ciência não consiste apenas de fatos e de conclusões retiradas de fatos. Contém a par disso, idéias, interpretações de fatos, problemas criados por interpretações conflitantes, erros, e assim por diante. Análise mais profunda mostra que a ciência não conhece ‘fatos nus’, pois os fatos de que tomamos conhecimento já são vistos sob certo ângulo sendo, em consequência, essencialmente ideativos (FEYERABEND, 1977, p. 20).

Da concepção de Feyerabend (1977) a respeito do trabalho científico realizado tanto pela história quanto pelas outras ciências, podemos indicar dois pontos: O primeiro é o de que o trabalho científico é necessariamente ideológico, pois é um empreendimento humano. O segundo, incorrendo em uma aparente indução ingênua – o que não é –, é que sendo ideológico, o é devido a um contexto social, político,

econômico que rodeia o trabalho da comunidade científica, impactado diretamente por vantagens e desvantagens que esses contextos fornecem.

Buscando um meio termo entre Karl Popper e as discussões históricas realizadas por Thomas Kuhn e Paul Feyerabend, Lakatos (1978) considera que as histórias internas e externas da ciência se complementam, agregando valor por meio do trabalho historiográfico sobre a ciência: “A metodologia dos programas de investigação científica, como qualquer outra teoria da racionalidade científica, deve ser complementada pela história empírico-externa” (LAKATOS, 1978, p. 149)²⁴. Um segundo aspecto a respeito da concepção *lakatiana* dos programas de pesquisa é que dificilmente cientistas trabalham sozinhos, uma vez que o programa de investigação no qual ele atua, ou ainda o paradigma sob qual ele trabalha (KUHN, 1970), estabelece característica de conduzir as atividades a serem realizadas.

Compreendemos que a premissa mais básica de todas as discussões realizadas por esses filósofos é de que a ciência é um empreendimento global. Que, sejam paradigmas *kuhnianos* ou programas de investigação científicas *lakatianos*, essas ideias são variavelmente válidas para uma comunidade que se encontra em todo planeta. Quando observamos essas discussões e olhamos para os tópicos consensuais da NdC no ensino de ciências, percebemos uma relação estreita com ideia de que diversas culturas do mundo contribuem para a ciência (MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998).

Há uma compreensão de que cientistas de todo o mundo contribuem para o desenvolvimento científico e “[...] o trabalho de cada um é orientado pelas linhas de investigação estabelecidas pelo trabalho da equipe que fazem parte [...]” (GIL-PÉREZ et al., 2001, p. 137). A ciência, portanto, é um esforço humano de muitas mãos, diferente da concepção errônea de “gênios solitários” (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Essas discussões também auxiliam na compreensão de outro tópico consensual da NdC para o ensino. A concepção de que os contextos histórico, social e cultural influem diretamente sobre as ideias e sobre o trabalho científico (GIL-PÉREZ et al., 2001; MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998). Isto pois, as influências culturais (GIL-PÉREZ et al., 2001) influenciam diretamente a capacidade e a predisposição de produzir ciência dos países que pretendem realiza-la.

²⁴ Na mesma oportunidade, o autor (ibid.) destacou, para tratar sobre os critérios de demarcação da ciência, episódios históricos como a aceitação da teoria copernicana pela igreja católica e da genética mendeliana por parte do partido comunista na União Soviética.

Consideramos que as discussões filosóficas e a observação delas a partir dos tópicos consensuais da NdC para o ensino de ciências, fundamentais, uma vez que compreendemos que uma retomada deles às suas bases (MOURA, 2014) produtiva e importante à análise. Isto porque, temos agora maior lastro para discutir as visões sobre a ciência apresentadas pela DC. Essa retomada também nos serve para contextualizar diminuir as simplificações do que é considerado consensual (GIL-PÉREZ et al., 2001; MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998). Em nossa análise, os aspectos consensuais (GIL-PÉREZ et al., 2001; MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998) devem nos servir como mote para discussões que deles podem se originar. Utilizamos esse referencial para identificar aquelas apresentações, adequadas e errôneas, e desvelar as possíveis influências delas sobre a cultura científica (VOGT, 2003).

5 A HISTÓRIA DA COSMOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A fim de compreender como está situada a temática escolhida para delinear o objeto de pesquisa desta dissertação, optamos por realizar uma revisão bibliográfica que englobasse o que é abordado da história da cosmologia no ensino de ciências. Assim, empreendemos uma busca em diversas fontes que consideramos relevantes para o ensino de ciências, especialmente de física.

Para cumprir este objetivo optamos por realizar as nossas buscas em revistas A1, A2, B1 e B2 (quadriênio 2013-2016), nas atas dos Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPECs), dos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (EPEFs) e dos Simpósios Nacionais de Educação em Astronomia (SNEAs), além do acervo disponível na Biblioteca Digital Brasileira de Dissertações e Teses (BDTD). A base de busca utilizada se encontra no quadro abaixo.

Quadro 1 – Lista da base de busca utilizada na revisão bibliográfica

Base da busca
Biblioteca Digital Brasileira de Dissertações e Teses (BDTD)
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)
Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)
Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA)
Caderno CEDES
Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas)
Cadernos de Saúde Pública
Educação & Sociedade: Revista de Ciência da Educação
Educação e Pesquisa: Revista da Faculdade de Educação USP
História, Ciência e Saúde (Manguinhos)
Kriterion: Revista de Filosofia
Revista Brasileira de Educação
Revista Brasileira de História da Ciência*
Revista Brasileira de Informática na Educação
Revista Ciência e Ensino**
Revista de Ensino de Engenharia
Revista Educação & Realidade
Revista Experiências em Ensino de Ciências
Revista Pesquisa em Educação Ambiental
Revista pro-posições
Revista Química Nova na Escola

Revista Zetetiké
Revista Acta Scientiae
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia
Revista Ciência e Cultura
Caderno Brasileiro de Ensino de Física
Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências
Revista Alexandria: Educação em Ciência e Tecnologia
Revista Brasileira de Ensino de Física
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
Revista Ciência & Educação
Revista Investigações em Ensino de Ciências

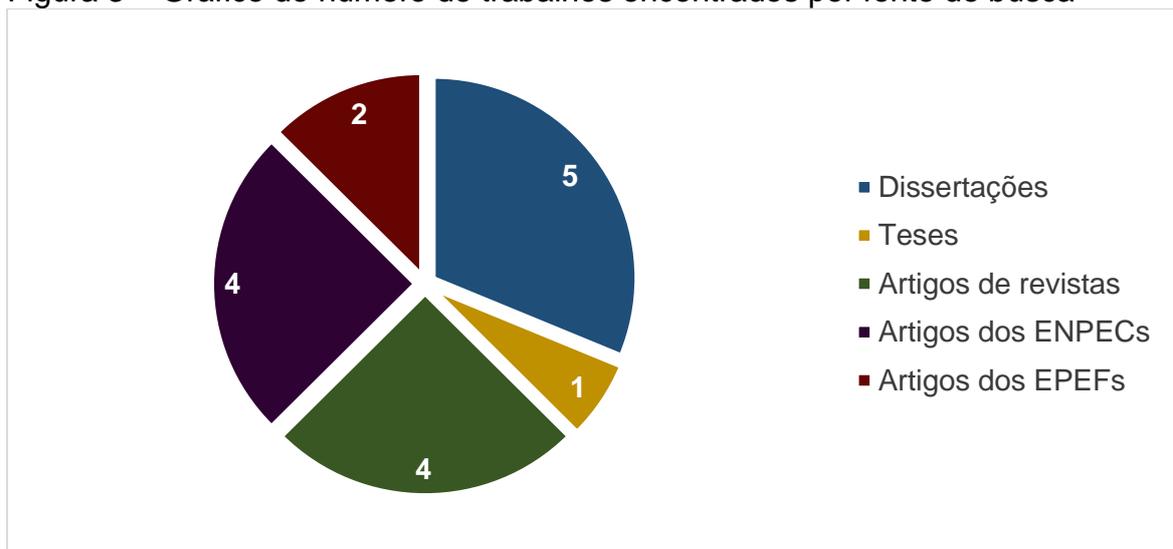
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

* A Revista Brasileira de História da Ciência não possuía indexador de busca;

** A Revista Ciência & Ensino estava com seu *site* fora do ar.

Para realizar a busca pelos trabalhos nesta base utilizamos os termos que consideramos chave para encontrá-los, como “cosmologia”, “astrofísica”, “astronomia”, “história da ciência” e “episódio(s) histórico(s)”. Neste levantamento encontramos dezesseis trabalhos. Deste total, quatro são artigos encontrados em atas dos ENPECs, dois são trabalhos apresentados nos EPEFs, outros quatro são artigos de revista, cinco são dissertações e apenas um dos trabalhos é tese. Não encontramos trabalho apresentado e disponível em atas dos SNEAs.

Figura 3 – Gráfico do número de trabalhos encontrados por fonte de busca



Fonte: Do autor, 2019.

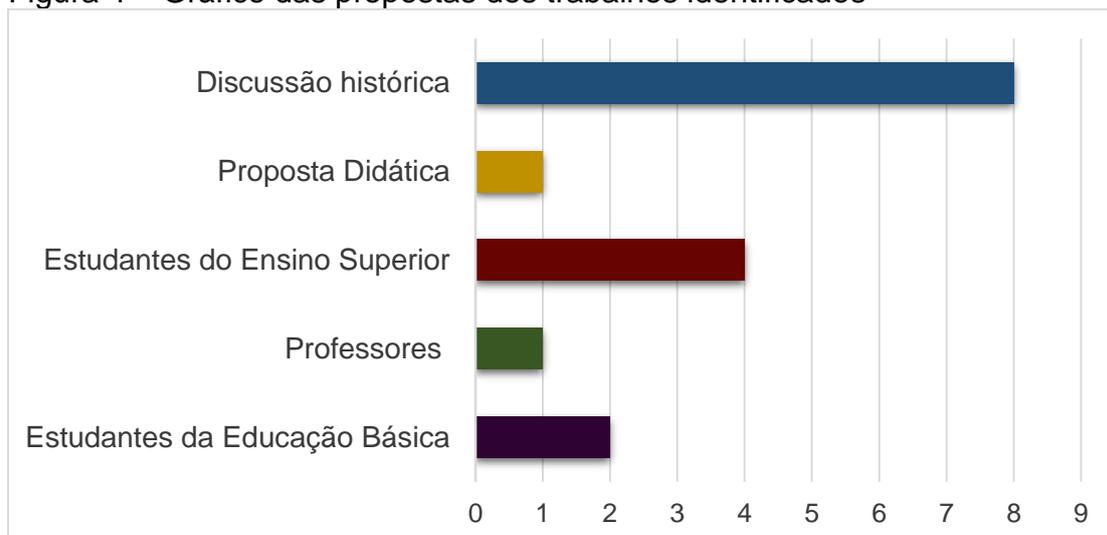
Percebemos que esse número se dá, em parte, devido a trabalhos publicados em revistas e nos ENPECs que parecem ser desdobramentos, partes ou prévias de

pesquisas mais amplas desenvolvidas em âmbito de pós-graduação (ARTHURY, 2009; 2010; ARTHURY; PEDUZZI, 2013; HENRIQUE, 2011; HENRIQUE; SILVA, 2009).

A maioria dos trabalhos (oito)²⁵ foi de natureza teórica. Buscaram apresentar e discutir determinados episódios históricos da cosmologia e em seguida apresentar possibilidades para o ensino de ciências. Em destaque, um dos trabalhos buscou fazer reflexões acerca de contextos de integração da educação não-formal com a educação formal (KANTO, 2012) e outro abordou o contexto de professores em atuação (SKOLIMOSKI, 2014). Um trabalho, além de discutir o episódio histórico, apresentou proposta de sequência didática para o Ensino Médio, baseada no período discutido (GURGEL et al., 2013).

Trabalhos que buscaram a aplicação efetiva de alguma proposta didática foram encontrados em maior quantidade no contexto da formação inicial de professores em cursos de licenciatura e/ou bacharelado em física (ARTHURY, 2010; ARTHURY; PEDUZZI, 2013; HENRIQUE, 2011; HENRIQUE; SILVA, 2010) e na formação continuada, por meio de um curso de pós-graduação *stricto-sensu* (NEVES et al., 2005). Somente dois dos dezesseis trabalhos encontrados utilizou um episódio histórico no contexto da Educação Básica (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2014; 2018), conforme verificamos no gráfico abaixo.

Figura 4 – Gráfico das propostas dos trabalhos identificados



Fonte: Do autor, 2019.

²⁵ Trabalhos que objetivaram discutir historicamente a cosmologia para o contexto educacional: Arthurly (2009); Bagodonas, Zanetic e Gurgel (2017); Henrique e Silva (2009); Kantor (2012); Prediger (2018); Ramos e Bagdonas (2014); Skolimoski (2014); Strehl (1996).

A identificação de uma maioria de trabalhos focados em discutir a história da cosmologia para apresentar possibilidades no ensino de ciências pode dar indícios da posição dessa área com relação aos seus objetos de pesquisa, contida na esfera teórica. No fichamento dos trabalhos percebemos que em diversos deles temos a repetição recorrente de autores (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2014; 2017; 2018; GURGEL et al., 2013; HENRIQUE, 2011; HENRIQUE; SILVA, 2009; 2010)²⁶, o que pode indicar uma exploração restrita da temática na área de ensino de ciências, uma vez que os trabalhos têm se concentrado em um grupo relativamente pequeno de pesquisadores no país.

Este cenário (re)integra as considerações já realizadas por diversos autores em preocupação da ausência de tópicos de física moderna e contemporânea no Ensino Médio (OSTERMANN; MOREIRA, 2000; 2009). Uma maior quantidade de trabalhos na formação de professores, quando somadas à inicial e continuada (Estudantes do Ensino Superior e Professores), indica a preocupação da área em possibilitar formações de qualidade que tratem essa temática para que ela possa ser apresentada nas salas de aula da Educação Básica.

Arthur (2009) percebeu que os alunos de graduação, participantes de sua pesquisa, tiveram pouco contato com temas da cosmologia durante a sua formação, apesar do grande nível de interesse que apresentaram durante a disciplina de História da Ciência. Essa percepção tende a reforçar nossa primeira impressão, a respeito da chegada da física moderna e contemporânea ao Ensino Médio, uma vez que as chances de um professor implementar em sala de aula assuntos que não teve ou teve pouco contato com em sua formação é reduzida.

Na proposta desenvolvida no primeiro ano do Ensino Médio, de Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2018), os autores abordaram o papel dos erros no desenvolvimento científico com estudantes. Eles realizaram a proposta por meio de um jogo didático e uma das justificativas para abordar a questão do erro na ciência é a de que:

Até mesmo a história da física encontrada nos livros didáticos mais tradicionais, que não incorporam as críticas de pesquisadores interessados na contribuição da história e filosofia da ciência para o ensino de física,

²⁶ Os sobrenomes “Henrique” e “Bagdonas” são do Professor Doutor Alexandre Bagdonas Henrique. A diferença entre as referências das obras aqui identificadas se dá devido à sua apresentação nos referidos trabalhos. Lattes disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/5909226757389275>>. Acesso em 15 ago. 2019.

reforça uma visão ingênua de que os cientistas são gênios infalíveis, de que há um método científico a ser seguido pelos cientistas em direção a verdade, além de outros mitos que estão associados à visão de uma ciência neutra, algorítmica e dogmática [...]” (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2018, p. 99).

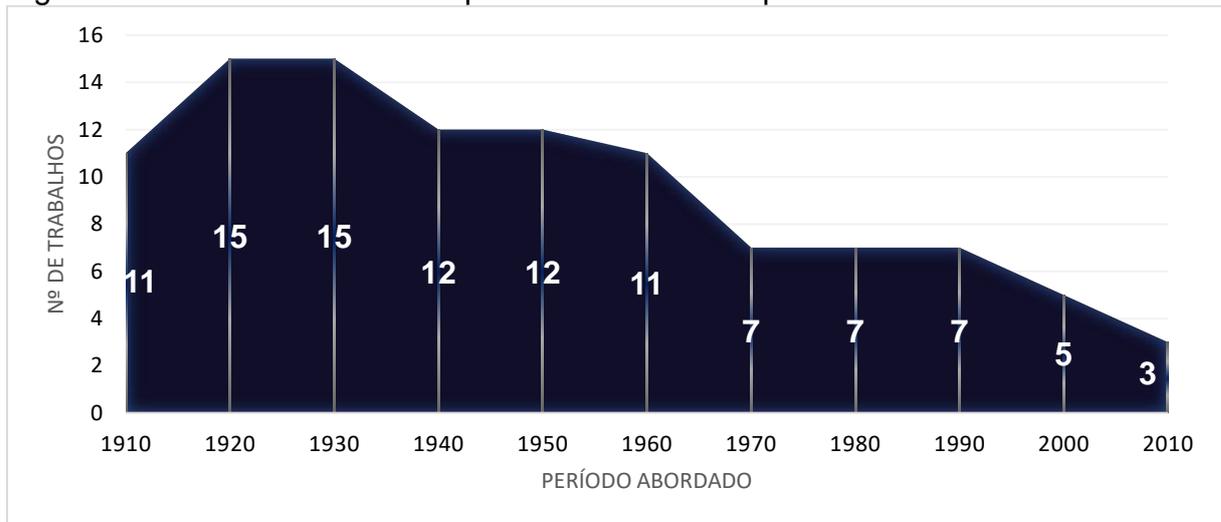
Para os autores, a abordagem contextualizada, que incluiu outros campos sociais como a política da época, além da religião, permitiu o reconhecimento de variações que as visões dos alunos sofrem quando apresentam como a ciência é e como ela deveria ser, ou seja, a descrição e a prescrição da ciência (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2018). Para Arthury (2009) esse tipo de abordagem torna a ciência mais humana e isto pode permitir uma maior aproximação entre a sociedade e as discussões que envolvem o campo científico.

Entretanto, uma das dificuldades de se implementar a cosmologia na Educação Básica, segundo Henrique e Silva (2011), é que ela não pode ser pensada no contexto educacional por uma perspectiva utilitarista, na qual o seu ensino terá desdobramento práticos no cotidiano das pessoas, mas tende a ser fascinante, permitindo uma visão de mundo por meio do conhecimento científico. O afastamento que ocorre em não olhar pro céu, é muito mais “uma lacuna cultural, como uma perda da herança civilizatória” (KANTOR, 2012, p. 10).

A cosmologia busca respostas para perguntas fundamentais que o ser humano tem feito desde os primórdios da sociedade (SKOLIMOSKI, 2014). Para Arthury (2010) o céu detém um espaço especial no desenvolvimento humano. É a partir de reflexões a respeito do universo - sejam filosóficas e/ou científicas – que o homem tem se perguntado sobre a sua própria existência. Segundo Henrique (2011), essas perguntas são consideradas fundamentais porque tocam no âmago da nossa existência, do porquê, do como e de onde existimos.

Para compreender o que da história da cosmologia tem sido utilizado no ensino de ciências, levantamos inicialmente quais as décadas desse desenvolvimento são apresentadas nos trabalhos revisados (fig. 5). Em seguida dissertamos um breve panorama dos eventos históricos que foram abordados nos trabalhos identificados, bem como os personagens, problemas e respostas dados em seus respectivos contextos.

Figura 5 – Gráfico das décadas que foram abordadas pelos nos trabalhos identificados



Fonte: Do autor, 2019.

Os trabalhos revisados abordaram onze décadas de desenvolvimento da cosmologia moderna. No gráfico acima podemos observar que quase todos abordam as décadas de 1920 e 1930, a primeira é considerada década do surgimento do campo de estudo e a segunda da efervescência dos constantes debates que viriam a seguir. Outro dado importante é a gradual redução da quantidade de abordagens conforme nos aproximamos da contemporaneidade, chegando à década atual com apenas três trabalhos. A partir de agora, buscamos resumir de forma sintética os episódios discutidos e/ou analisados pelos autores dos trabalhos aqui revisados

5.1 DAS BASES AOS MODELOS (1910-1930)

Segundo Kantor (2012) a cosmologia moderna se desenvolveu, em grande parte, a partir das contribuições dos estudos da teoria da relatividade geral, que estabeleceu novas bases teóricas para reinterpretarmos fenômenos relacionados à gravidade e à compreensão do universo. Skolimowski (2014) destaca que a primeira cosmologia relativística é oriunda do próprio sintetizador da Relatividade Geral, Albert Einstein (1879-1955) e que,

[...] o começo do século XX foi um dos períodos mais importantes para a cosmologia, já que muitos cientistas voltaram a sua atenção para o tema, o que fez surgir diversas teorias para tentar explicar o universo. Isso ocorreu em um rico contexto histórico, cheio de intrigas, discórdias, teorias rivais e incríveis descobertas (SKOLIMOSKI, 2014, p. 95).

Na teoria da relatividade geral, a gravidade que antes era considerada uma ação à distância, passa a ser entendida como uma deformação no espaço-tempo causada por características intrínsecas da matéria presente no universo. Entretanto, conforme aponta Henrique (2011), para o modelo cosmológico de Einstein, essa deformação descrita pela teoria resultaria em um problema já conhecido pelos seus antecessores: o da estabilidade do universo. No suposto problema, a presença de matéria causaria colapso em um determinado ponto do universo, uma vez que a matéria implica uma influência gravitacional entre todos os corpos presentes nele (ARTHURY, 2010).

Para contrabalancear o curvamento do espaço devido à gravidade e resolver o seu eminente colapso teórico, Einstein propôs em sua cosmologia um termo conhecido como *constante cosmológica*, representada por λ (*lambda*). Na sua proposição, essa constante representaria uma repulsão da gravidade, que manteria o universo em equilíbrio (PREDIGER, 2018). Desse modo, o universo proposto por Einstein possuía uma estrutura estática e finita, mas ilimitada (HENRIQUE, 2011).

Naquele contexto, conforme Skolimoski (2014), o físico gostaria de preservar o princípio de Mach que “[...] trata a inércia de um corpo não como uma característica própria, mas como resultado da interação desse corpo com toda a massa que existe no universo” (SKOLIMOSKI, 2014, p. 97). Entretanto, Henrique (2011) destaca que essa inclusão “providencial”²⁷ de um termo que mantivera um modelo de universo estático não foi muito bem aceita pelos cosmólogos de sua época. Isto, ainda que um universo aparentemente estático exigisse, em certa medida, que essa constante fosse considerada para uma adequada interpretação.

Em determinados trabalhos aqui revisados aparece a afirmação de que Einstein considerou a inserção da constante cosmológica como o maior erro de sua vida (SKOLIMOSKI, 2014; STREHL, 1996). Entretanto, para Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2018) o personagem que relatou essa afirmação, George Gamow, pode ter exagerado nos termos que utilizou. Eles afirmam que não há nenhum documento que possa corroborar com essa declaração. Além disto, os autores destacam que a constante cosmológica se manteve como algo a ser investigado e considerado por ele e por outros cientistas.

²⁷ Para Arthury (2010), em uma perspectiva *lakatiana*, esse é um clássico exemplo da utilização de hipóteses *ad-hoc*, evitando ataques direto ao núcleo firme de uma teoria, mantendo-a imune a contradições e divergências.

Segundo Henrique (2011), um ano após Einstein publicar a sua cosmologia, Willem de Sitter (1872-1934) sugeriu outra interpretação. O autor destaca que no modelo do cientista holandês, o universo é estático e finito, mas sem matéria. Isto porque nessa interpretação ele considerou a densidade do universo muito pequena, tendendo a zero. O físico propôs a manutenção de um universo estático por meio da constante cosmológica, porém apresentou a ideia de que quando espalhadas aleatoriamente no universo, as partículas teriam uma velocidade de afastamento que aumentaria com a distância.

Esse fenômeno ficou conhecido como *efeito de Sitter*. No entanto, ele não interpretou esse efeito como se os corpos estivessem realmente se afastando por causa da expansão do espaço. Para ele isso era um resultado particular da métrica do espaço-tempo descrevendo esse tipo de universo (HENRIQUE, 2011, p. 74, grifo do autor)

Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2017) relatam que Willem de Sitter teria sido um dos primeiros cientistas a utilizar observações astronômicas no estudo de modelos cosmológicos. Segundo os autores, o efeito de Sitter possibilitava a interpretação dos desvios espectrais para o vermelho que eram identificados nas nebulosas estudadas. Se as partículas, soltas aleatoriamente no universo deveriam se espalhar, se esperava que devido ao efeito Doppler as linhas do espectro dos elementos químicos que compunham esses sistemas se deslocassem para o vermelho, resultando em uma velocidade de afastamento.

Essa cosmologia, ainda que considerasse uma estrutura estática para o universo, devido ao “espalhamento” e “ausência” da matéria não foi muito apreciada pelos cientistas. No contexto da Primeira Guerra Mundial, Willem de Sitter foi fundamental na disseminação da teoria da relatividade geral para os países de língua inglesa, uma vez que ele tinha prestígio na comunidade científica da época (KRAGH 1996 apud HENRIQUE, 2011). Devido à guerra, os estudos da Relatividade Geral ficaram limitados principalmente à Alemanha, onde Einstein se encontrava na época.

Na década de 1920, com o fim da Primeira Guerra Mundial e o reconhecimento da Relatividade Geral por países da Europa, outros cientistas como Alexander Friedmann (1888-1925), Georges-Henri Lemaître (1894-1966), Arthur Eddington (1882-1944), Howard Robertson (1903-1961) e Richard Tolman (1881-1948) propuseram modelos que consideravam o universo como dinâmico (ARTHURY, 2010; HENRIQUE, 2011). Segundo Skolimoski (2014), os estudos de Friedmann eram mais

matemáticos do que propriamente físicos e seu principal objetivo era explorar a variedade de possibilidades que a constante cosmológica permitia²⁸. Na sua concepção a densidade do universo na equação de Einstein da constante cosmológica tinha caráter fundamental para entender o seu destino e a sua estrutura. Em suma:

1. Se a densidade for alta, a atração gravitacional é muito forte, de forma que a expansão é interrompida e o universo aumenta de tamanho até um ponto máximo. Então volta a contrair e o raio tende a zero novamente. Esse tipo de universo é chamado *fechado e finito*.
2. Se a densidade for baixa, a expansão continua indefinidamente e o universo é *aberto e infinito*.
3. O estado intermediário entre esses dois regimes é chamado *universo crítico*. Ele se expande cada vez mais lentamente, até atingir uma velocidade marginal. No limite, a uma distância infinita, a velocidade de expansão seria nula. Esse tipo de universo é chamado *marginalmente aberto* (HENRIQUE, 2011, p. 76-77, grifo do autor).

No caso de um universo fechado e finito, ainda existiria a possibilidade de um dinamismo cíclico, em que o universo se expandiria e se contrairia repetidas vezes em uma espécie de vai-e-vem. Apesar dessa variedade de interpretações sobre o universo, segundo Prediger (2018), Friedmann publicou somente um de seus modelos, o de um *universo crítico*.

Segundo Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2018), Einstein teria sido o avaliador do trabalho de Friedmann e o criticou, tendo afirmado que havia erros matemáticos nele. Entretanto, após uma carta escrita por Friedmann corrigindo alguns aspectos e por conversas com o cientista Yuri Krutkov em pelo menos duas oportunidades, ele publicou uma nova nota, agora de aprovação ao seu trabalho, ainda que considerasse não haver interpretação física ao que estava sendo proposto.

Determinados trabalhos relataram que, de forma curiosa, em paralelo aos trabalhos de Friedmann, o cientista e padre belga Georges-Henri Lemaître também propôs um modelo de universo em expansão, sem tomar conhecimento dos trabalhos

²⁸ Durante a banca de defesa desta dissertação o prof. Dr. Alexandre Bagdonas Henrique relatou que, no artigo aceito para publicação na revista *Historical Studies of Natural Sciences*, "Space-Time, Death-Resurrection, and the Russian Revolution", o historiador da física Alexei Kojevnikov menciona que a tendência de muitos historiadores e cosmólogos de apresentar a contribuição de Friedmann como meramente matemática, e não como uma contribuição como físico para entender o universo real é um erro historiográfico, que ele vem tentando corrigir em publicações recentes. O professor Alexandre Bagdonas teve acesso a este artigo antes da publicação porque colaborou com o professor Kojevnikov como professor visitante na University of British Columbia em estudos sobre a cosmologia de George Gamow.

do cientista soviético (ARTHURY, 2009; 2010; BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2017; HENRIQUE, 2011; KANTOR, 2012;). Fez isto após ter estudado nos Estados Unidos com cientistas que viriam a dar contribuições importantes para a astrofísica e a cosmologia, principalmente no campo observacional a partir do estudo de nebulosas (HENRIQUE, 2011).

Vale aqui ressaltar que esses trabalhos observacionais ainda investigavam a natureza de nebulosas. Na época, a comunidade científica chegou à conclusão de que algumas delas, especialmente as em espiral, eram sistemas estelares que passaram a ser denominadas como galáxias (KANTOR, 2016). Essa época é fundamental ao desenvolvimento de modelos mais bem fundamentados sobre o universo. Isto também se deve à aproximação entre a comunidade de astrônomos que realizavam trabalhos observacionais e os físicos e matemáticos que realizavam trabalhos específicos sobre a Relatividade Geral, antes afastados (HENRIQUE, 2011).

Durante toda a década de 1920 o efeito de Sitter foi estudado e experimentos dos desvios espectrais para o vermelho foram realizados para medir e modelar, a partir de diversos métodos matemáticos, seus resultados. Lemaître estudou com astrônomos como Edwin Hubble (1889-1953), Harlow Shapley (1885-1972) nos Estados Unidos, mas em outras oportunidades manteve contato com outros astrônomos como Ludwig Silberstein (1872-948) e Vesto Slipher (1875-1969), que certamente inspiraram seus trabalhos e contribuíram na atribuição de um “sentido físico” neles (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2017).

Ainda que Hubble tenha sido considerado por muitos o descobridor da expansão do universo, antes de publicar o artigo de 1929 que possivelmente deu a ele este “título”, já havia trabalhos que analisavam a relação entre a velocidade e a distância de galáxias (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2017). A proposta de Hubble e de seu colaborador Milton Humason (1891-1972) era, enquanto realizava as suas observações²⁹, traçar relações das velocidades de galáxias e a sua distância em relação a nós. Segundo Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2017), no referido artigo que ele apresentou ao público constavam resultados que indicavam grande maioria de

²⁹ Segundo Henrique e Silva (2009), Hubble utilizou o método de uma cientista americana chamada Henrietta Leavitt. Esse método permitiu estabelecer uma relação entre a magnitude absoluta e o período de variação do brilho de cefeidas. Cefeidas são estrelas que possuem um período bem definido de variação de sua luminosidade.

nebulosas espirais com desvios espectrais para o vermelho. O desvio crescia conforme a distância para nós aumentava.

O primeiro modelo proposto por Lemaître, em 1925, foi baseado e reinterpretado a partir dos trabalhos de Willem de Sitter, mas considerando uma quantidade de matéria não-nula e um universo finito (HENRIQUE, 2011). Dois anos após a publicação do seu primeiro modelo, Lemaître propôs outro, baseado nos trabalhos cosmológicos de Einstein, no qual o universo estaria em expansão e que explicava fisicamente o desvio espectral de galáxias e distância delas. Professor e orientador britânico de Lemaître, Arthur Eddington apoiou o seu modelo que ficou famoso entre os cientistas da época devido à interpretação dos resultados obtidos nas observações de Edwin Hubble. Apresentado por Strehl (1996) como “Eddington-Lemaître” o trabalho é,

[...] um modelo que não leva em conta o Big-Bang e inclui a constante cosmológica. O grande problema desse modelo, foi a tentativa de levar em conta a expansão do Universo dentro do Universo estático. Eddington acreditava que, quando a matéria começasse a se condensar em galáxias, uma força de repulsão forçaria o Universo a se expandir (STREHL, 1996, p. 55).³⁰

O apoio de um físico renomado como Eddington, segundo Skolimoski (2014), impulsionou a sua apreciação por parte da comunidade científica. Ainda segundo a autora, esse apoio era filosoficamente motivado pela repulsa que ele tinha à ideia de uma “criação do universo”. Entretanto, esse apoio não durou muito tempo (HENRIQUE, 2011). Isto pois, enquanto padre, Lemaître teria visto as implicações de seu trabalho da não-existência de um Criador para o universo, propondo assim um novo modelo em 1931³¹ (SKOLIMOSKI, 2014). Em suas palavras:

Eu estou inclinado a pensar que o estado atual da teoria quântica sugere um começo do mundo bem diferente da atual ordem da natureza. (...) podemos conceber o universo na forma de um único átomo, cujo peso atômico é dado pela massa total do universo. Este átomo altamente instável, teria começado a se dividir, fragmentado em pedaços cada vez menores numa espécie de

³⁰ Vale ressaltar que segundo Skolimoski (2014), em nenhum dos trabalhos até agora citados consta o termo Big-Bang. Essa apropriação do termo por parte de Strehl (1996), acreditamos, seja para facilitar o entendimento do leitor na diferenciação dos modelos apresentados por ele.

³¹ Lemaître teria obtido eco na igreja católica pois, segundo Henrique e Silva (2010), o Papa Pio XII na década de 1950 foi fortemente influenciado por ele. O Papa teria realizado palestras que buscavam discutir os resultados da ciência como evidências para a existência de um criador do universo (HENRIQUE; SILVA, 2010).

super processo radioativo (LEMAÎTRE, 1931, apud HENRIQUE; SILVA, 2010, p. 8).

Segundo Arthur (2010), Lemaître denominou o seu novo modelo como o do “átomo primordial”³² e essa denominação foi possivelmente influenciada pelos trabalhos desenvolvidos na mecânica quântica, o que tende a se confirmar quando analisamos uma das citações destacadas por Henrique e Silva (2010) em seu trabalho – logo acima.

As contribuições de Hubble, ainda que tenham sido cautelosas em relação à interpretação de seus resultados, permitiram que na década de 1930 a ideia de um universo em expansão fosse mais aceita pela comunidade científica (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2017). Alguns dos autores que abordaram os trabalhos e contribuições de Alexander Friedmann e Georges Lemaître consideram que o primeiro propôs a possibilidade de “um universo em expansão”, enquanto o segundo propôs “a expansão do universo” sendo, deste modo, um dos precursores da teoria do *Big Bang* como conhecemos hoje (ARTHURY, 2010; HENRIQUE, 2011).

Vislumbramos que naquele momento havia uma série de debates de várias ordens que implicavam na concepção do universo. Para Kantor (2012), em um posicionamento mais “objetivo” a escolha entre os modelos dependia do conhecimento de características que naquela época eram pouco precisas sobre o universo. Desse modo, se faz perceptível que a aproximação entre as áreas da cosmologia, da astrofísica e astronomia promoveram uma melhor orientação dos trabalhos desenvolvidos, uma vez que permitiram evidências que corroboraram determinados modelos cosmológicos. Essa aproximação também ocorreria nas décadas seguintes, entre a física quântica e a cosmologia.

5.2 O EMBATE DE TEORIAS (1940-1960)

A ideia de um universo em expansão, discutida principalmente nas décadas de 1920 e 1930 tem novas contribuições, agora oriundas da física de partículas a partir dos estudos cosmológicos do bem-humorado cientista (RAMOS; BAGDONAS, 2014),

³² Henrique (2011) chama a atenção para a existência de versões alternativas a respeito dessa influência religiosa de Lemaître. Há relatos de que ele assumia uma posição de que ciência e religião serviam a propósitos diferentes e que não se complementavam, por exemplo.

George Gamow (1904-1968). Enquanto o modelo de Lemaître é considerado um dos precursores da teoria do *Big Bang*, o modelo de Gamow é considerado um dos primeiros que ganharam esse nome³³. Além dele, entre as décadas de 1940 até 1960 outros modelos conhecidos como do Estado Estacionário também foram propostos por cientistas como Fred Hoyle (1915-2001)

Skolimoski (2014) e Henrique (2011) descrevem que para Gamow, o universo teve um início muito quente e denso, no qual toda a matéria estava comprimida em algo como um gás de nêutrons e fótons. Conforme houve expansão, os nêutrons teriam dado origem a prótons e elétrons devido ao decaimento beta dessa partícula. Em um determinado estágio ainda precoce, os fótons, muito energéticos, não permitiam a criação de uma matéria mais “elaborada”, como os átomos. Isto pois, quando elétrons e prótons se aproximavam os fótons interagiriam com os elétrons, impedindo a sua formação (SKOLIMOSKI, 2014; HENRIQUE, 2011). Com o tempo, esse “gás” se expandiu, se tornou menos quente e denso permitindo essas formações. Para Henrique (2011):

O modelo de Gamow tinha muitos aspectos em comum ao modelo do átomo primordial de Lemaître: um universo primordial muito pequeno, quente e denso, que passou a se expandir e esfriar. No instante inicial o volume seria nulo, o que caracteriza a chamada singularidade inicial: toda a matéria existente estava concentrada em um ponto, cuja densidade é infinita (HENRIQUE, 2011, p. 85).

Esse modelo propunha que núcleos atômicos foram se formando pela fusão de partículas subatômicas e depois deram origem a elementos químicos como o Hidrogênio que, por fusão, poderiam produzir átomos de Hélio, criando a maior quantidade de matéria “visível” do universo (SKOLIMOSKI, 2014). No final da década de 1940 Gamow e seu colaborador Ralph Alpher (1921-2007) publicaram junto com Hans Bethe (1906-2005) o artigo alfabético (RAMOS; BAGDONAS, 2014)³⁴, em que apresentavam esse modelo cosmológico (ARTHURY, 2010). Para Skolimoski (2014), ainda que esse modelo permitisse a explicação da existência de Hidrogênio e Hélio

³³ Os trabalhos aqui revisados relatam que o nome da teoria do universo em expansão proposta por Gamow ganhou esse nome, “*Big Bang*”, devido aos comentários irônicos de Fred Hoyle, que tinha o intuito de depreciar a teoria (HENRIQUE, 2011; KANTOR, 2016; SKOLIMOSKI, 2014).

³⁴ Segundo os autores (ibid.), Gamow teria convidado Alpher para publicar os resultados de sua tese em formato curto em parceria com Bethe que já o havia ajudado no passado. Assim o artigo teve como autores Alpher, Bethe e Gamow – algo parecido com “ α , β , γ ”.

em abundância, existia uma variedade de elementos químicos que não foi abarcada pela referida teoria.

Logo em seguida Alpher, junto com Robert Herman (1914-1997), propuseram, a partir dos estudos de Friedmann, uma possível radiação resquício do processo de expansão do universo e formação dos primeiros átomos: algo equivalente a um corpo negro de temperatura de 5 K (ARTHURY; PEDUZZI, 2013). Entretanto, além do problema dos elementos químicos pesados, esse modelo enfrentava outro que possuía um argumento simples: o universo não pode ser mais novo que algo que está contido nele. Segundo Henrique (2011) era exatamente esse problema que os modelos de Gamow e de Lemaître enfrentavam, porque com o valor da constante de Hubble em sua época estimava-se um valor para a idade do universo em torno dos 2 bilhões de anos e a Terra teria pelo menos o dobro disso.

Ainda segundo Henrique (2011), Gamow sugeriu uma solução de Lemaître para esse problema, que configuraria o modelo cosmológico com uma espécie de aceleração da expansão. Outra opção, dada pelo próprio Gamow, seria a escolha pela “teoria rival” à sua. Essa teoria, rival do *Big Bang*, é a do Estado Estacionário, publicada em 1948. Kantor (2016) afirma que ela foi criada por um trio de pesquisadores de Cambridge, na Inglaterra: Fred Hoyle, Hermann Bondi (1919-2005) e Thomas Gold (1920-2004). Henrique (2011) complementa que existiram diversos modelos de um universo em Estado Estacionário, mas este foi o que ficou mais famoso – separado em dois artigos, um de Hoyle e outro de Bondi e Gold.

A teoria do Estado Estacionário mantinha a ideia de um universo em expansão, mas tendo ele uma aparência relativamente igual, não importando para onde nós olhássemos, deveria haver um fator que preservasse a uniformidade experimentada nas observações feitas pelos astrônomos. Assim,

Este modelo, para explicar a expansão do Universo – o que já naquela época era muito difícil de se refutar – sem considerar uma grande explosão inicial, precisava que continuamente matéria fosse criada, preenchendo assim o espaço esvaziado pela expansão. Dessa forma, o Universo apresentaria sempre a mesma aparência. A criação contínua de matéria faria com que houvesse uma pressão sobre a matéria já existente, forçando o Universo a se expandir (STREHL, 1996, p. 51).

Tanto a teoria do *Big Bang* quanto a teoria do Estado Estacionário fazem uso de um pressuposto conhecido como *princípio cosmológico*. A partir dele, considera-se que o universo não tem lugar especial quando pensamos em grandes escalas. O

universo deve ser homogêneo, ou seja, a sua distribuição de matéria, sua densidade média é igual em toda a sua extensão. Além disto, ele também deve ser isotrópico, não importa a direção em que se olhe, observa-se uma aparência semelhante. Entretanto, a teoria do Estado Estacionário vai além, considerando um princípio cosmológico perfeito (HENRIQUE, 2011), ou seja, o universo **sempre**³⁵ foi isotrópico e homogêneo, ele sempre foi como está hoje

Segundo Henrique (2011), o princípio cosmológico perfeito fora admitido pelos cientistas por questões filosóficas, tendo em vista que o universo não poderia mudar sem que se alterassem as leis da física. Prediger (2018) destaca que a teoria do Estado Estacionário e outras também surgiram pela não aceitação de um início para o universo que tem em si uma questão filosófica. Pela teoria do *Big Bang*, nós nunca poderíamos acessar informações sobre a origem do tempo, além da possibilidade de morte do universo (SKOLIMOSKI, 2014). Um universo eterno, sem começo e fim, parecia uma ideia mais aceitável para alguns dos cientistas³⁶.

Skolimoski (2014) afirma que as obras de Eddington possivelmente inspiraram “Os Três de Cambridge” na confecção de seu modelo cosmológico. Henrique (2011) apresenta relatos que indicam possíveis origens para as ideias do trio da universidade britânica, desde uma analogia com um filme que era dividido em quatro partes, no qual o final era igual ao começo, até a busca por um objeto pequeno enquanto tomavam chá à beira de uma fogueira. Ainda que elas não tenham sido relatadas nos artigos escritos pelos cientistas, essas histórias, segundo o autor, podem mostrar

[...] que no processo de criação de modelos cosmológicos, os autores foram influenciados por diversos fatores usualmente considerados não-científicos, como sonhos, insights, delírios, inspirações. Contudo, no contexto da justificativa, a comunidade científica seria mais seletiva e buscaria minimizar a influência desses critérios, considerados “não-científicos” (HENRIQUE, 2011, p. 90).

As teorias do *Big Bang* e do Estado Estacionário foram debatidas durante toda a década de 1950 e 1960. A teoria do *Big Bang* poderia explicar a existência de Hidrogênio, abundante no universo, mas não alcançava a criação de elementos muito

³⁵ Desse modo, adiciona-se homogeneidade e isotropia do tempo. Não há lugar nem tempo especial do universo.

³⁶ Hoyle, especialmente, não concordava com modelos que pretendiam um início para o tempo. Acreditava que visões religiosas sobre a criação do universo servem somente a pessoas dependentes de explicações divinas para a existência do universo (HENRIQUE; SILVA, 2010).

pesados³⁷. A teoria do Estado Estacionário era capaz de explicar essa produção – feita em estrelas –, mas precisou de ajustes para não violar a lei da conservação de energia com a ideia de criação contínua de matéria.

Arthurury (2010) descreve que no começo da década de 1960 um físico chamado Robert Dicke (1916-1997) liderava uma equipe que montava uma antena para realizar medições daquela radiação prevista por Alpher e Herman. Segundo o autor, a previsão da temperatura que ele esperava encontrar por meio dessas detecções tiveram seu valor alterado de 5K para 3K, devido aos cálculos da época. Entretanto, dois radioastrônomos, sem querer, se adiantaram ao trabalho da equipe liderada pelo físico americano e detectaram um ruído de fundo que chegava a uma antena não importasse a direção em que eles apontassem (KANTOR, 2016).

Naquele contexto, os radioastrônomos Arno Penzias (1933-) e Robert Wilson (1936-) trabalhavam numa empresa de telecomunicações quando detectaram essa radiação na faixa das micro-ondas em torno de 3 K (ARTHURY, 2010). Em Arthurury (2010) há uma descrição de que os dois físicos foram aconselhados por um colega de trabalho, Bernard Burke, a procurar Dicke. Isto pois, ele acreditava que esse ruído tinha uma origem cosmológica³⁸. Henrique (2011) descreve que depois de procurar Dicke, Penzias e Wilson publicaram em 1965 um artigo com físicos de Princeton sobre o que haviam detectado e em seguida Dicke e o físico canadense James Peebles (1935-) realizaram a interpretação cosmológica daquilo que seria conhecido como “radiação cósmica de fundo”.

A detecção daquela temperatura, para Arthurury e Peduzzi (2013), foi um duro golpe na teoria do Estado Estacionário pois, nela não havia previsão alguma de existência desse tipo de fenômeno. Entretanto, em Henrique e Silva (2009), os autores apontam que a teoria do Estado Estacionário previa a radiação cósmica de fundo e as previsões realizadas por cientistas que trabalhavam em seu domínio eram mais próximas do valor encontrado ($3,5 \text{ K} \pm 1 \text{ K}$) (HENRIQUE, 2011) do que os dos colaboradores da teoria do *Big Bang*. Conforme apresentado na tabela abaixo,

³⁷ Não acrescentamos aqui o problema da idade do universo porque em 1952, conforme em Henrique (2011), o cientista alemão Walter Baade percebera erros no trabalho de Hubble, mudando o valor da constante. Essa alteração admitiu uma idade maior para o universo, o que resolveu parcialmente o problema.

³⁸ Segundo o autor (ibid.) Burke assistira uma palestra de um colega de Dicke, James Peebles sobre cosmologia em uma oportunidade anterior.

temperaturas dessa radiação de fundo haviam sido previstas por diversos cientistas no decorrer do desenvolvimento da cosmologia.

Figura 6 – Tabela de valores para a temperatura da radiação cósmica de fundo

A no	Universo Estacionário	<i>Big Bang</i>	Temperatura
1926	Eddington		3,2 K
1933	Regener		2,8 K
1937	Nernst		2,8 K
1949		Alpher e Herman	$T \geq 5 \text{ K}$
1953		Gamow	7 K
1954	Finlay-Freundlich		$1,9 \text{ K} \leq T \leq 6,0 \text{ K}$
1961		Gamow	50 K

Fonte: Assis, 1995 (apud Skolimoski, 2014).

Apesar de ser a previsão mais bem ajustada da teoria do Estado Estacionário, segundo Skolimoski (2014), a interpretação feita do ruído de fundo foi imediatamente favorável à teoria do *Big Bang*. A autora explica que a interpretação feita foi de que esse ruído era um resquício da criação do universo, e nós conseguimos detectá-la porque ela permeia todo o espaço-tempo de modo que, em essência, tanto ela como nós “estávamos lá”³⁹ desde a sua criação. Neste sentido, ela não é algo que passa por ele e sim é parte dele (SKOLIMOSKI, 2014).

5.3 OS PROBLEMAS DO BIG BANG (1970-1990)

A década de 1970 nos parece de busca observacional incessante por informações provindas do cosmos. É a década em que menos se tem referências a propostas teóricas nos trabalhos levantados. Três trabalhos (ARTHURY; 2009; 2010; STREHL, 1996) discutem os problemas dessa época. A radiação cósmica de fundo, que fora interpretada na década de 1960 como uma evidência que corroborava com

³⁹ No sentido de que a matéria que compõe nosso corpo tem sua origem nessa mesma “criação”.

a teoria do *Big Bang* tinha, naquele momento, a necessidade de ser estudada mais a fundo.

Segundo Arthury (2010), essa década e outras que viriam a seguir foram tempo de “[...] se concentrar em equipamentos cada vez mais precisos e sensíveis como o intuito de verificar as pequenas variações previstas para a radiação, resultado de diminutas dobras na estrutura do espaço-tempo do universo primevo” (ARTHURY, 2010, p. 79). A teoria do *Big Bang* previa regiões do universo mais densas que foram berços de galáxias e aglomerados estelares no momento em que essa radiação foi liberada (STREHL, 1996). Desse modo, deveria haver variações que não tinham sido observadas até então pelas antenas projetadas. Passaram-se mais de vinte anos, com cientistas, aporte financeiro e tecnológico envolvidos, até que fosse possível a detecção de flutuações no sinal da criação do universo.

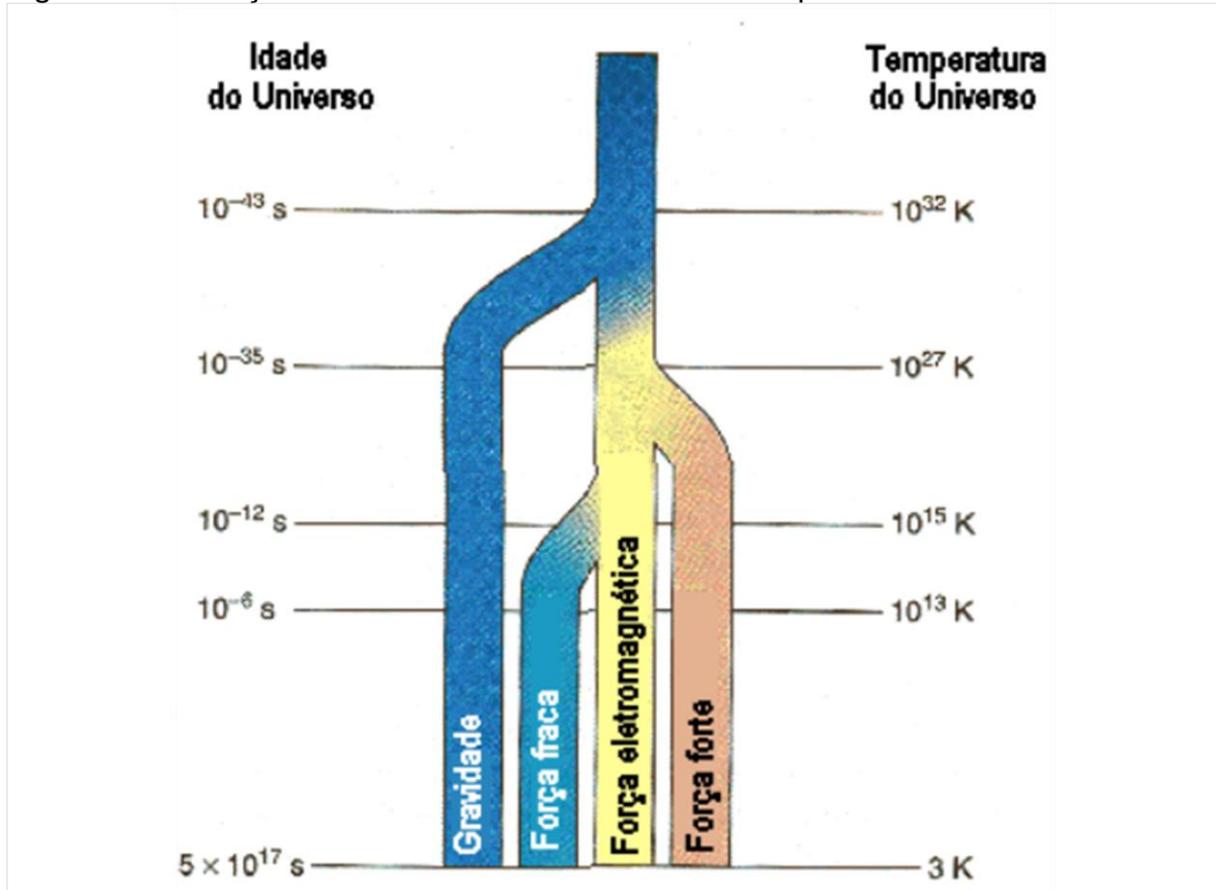
No meio tempo disto, conforme descreve Kantor (2016), o cientista Alan Guth (1947-) propôs a teoria do Universo Inflacionário. O físico americano, em 1981, tinha como base a ideia de que não só o espaço passou a existir a partir da expansão, mas também a matéria. Mais detalhadamente:

Segundo esse modelo, no início, toda a matéria e energia do universo estavam concentradas em um minúsculo ponto, sem volume e com todo universo dentro dele. Isto é o que se chama, em física, de singularidade. Então, não só o espaço-tempo começou a existir na singularidade, mas também toda a matéria-energia do universo (KANTOR, 2016, p. 108).

Nesta teoria, de forma semelhante à do *Big Bang*, após o resfriamento do universo apareceram situações mais favoráveis à formação de matéria em formas mais complexas como os átomos que, por sua vez, se agruparam em nuvens dando origem a galáxias e outros astros menores (KANTOR, 2016).

Segundo Skolimoski (2014), ele partira inicialmente de discussões a respeito de uma partícula hipotética, o monopólio magnético, que teve sua origem, segundo a teoria da Grande Unificação, em uma situação qual as forças eletromagnéticas, nuclear forte e fraca, e a gravidade estavam unificadas no início do universo (fig. 7). Em resumo, o universo inflacionário seria menor que o proposto pela teoria do *Big Bang* de forma que a luz pudesse interagir com todas as suas partes. Depois passou por uma expansão seguida de uma superexpansão, nas quais a luz já não conseguiria mais interagir com toda a matéria, as forças se separaram e o universo se resfriou (SKOLIMOSKI, 2014).

Figura 7 – Ilustração do desenvolvimento do universo a partir do modelo de Alan Guth



Fonte: Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/univ/univ.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2020. Retirado de Skolimoski, 2014.

A radiação cósmica de fundo era explicada por esse modelo de forma que também justificava a existência de grandes estruturas como as galáxias e o universo heterogêneo. Skolimoski (2014) explica que Guth se baseou no princípio da incerteza de Heisenberg para sugerir que em um universo cheio de partículas elementares, haveria pequenas flutuações quânticas que depois da expansão ganhariam proporções galácticas, “[...] formando uma espécie de topografia universal, onde posteriormente a massa se aglomerou para dar origem a megaestruturas” (SKOLIMOSKI, 2014, p. 136).

Os autores (ARTHURY, 2009; 2010; HENRIQUE, 2011; SKOLIMOSKI, 2014; STREHL, 1996) relatam que somente no início da década de 1990 foram detectadas as variações da radiação cósmica de fundo. Para isto, foi necessário o lançamento de um satélite à órbita da Terra, carregando um espectrômetro para detectar essas variações (STREHL, 1996). Os resultados dessas medições foram apresentados em

1992, pelos cientistas americanos George Smoot (1945-) e John Mather (1946-) (HENRIQUE, 2011).

[...] Fred Hoyle afirmou certa vez que a teoria do big-bang era falha porque não podia explicar a formação primordial das galáxias. Os resultados do COBE [(Cosmic Background Explorer)] provam que ele estava errado. A existência das dobras no tempo, como vemos nos mostra que a teoria do big-bang, incorporando o efeito da gravidade, pode explicar não só a formação primitiva das galáxias, mas também a agregação, nesses 15 bilhões de anos, de estruturas massivas que sabemos estar presentes no universo de hoje, o que é um triunfo para a teoria e para a observação (SMOOT, 1995 apud ARTHURY, 2010, p. 81).

No final da década de 1990 uma nova entidade física foi “apresentada” à comunidade científica: a energia escura. As sucessivas observações de estruturas do universo, como as supernovas, sugeriam, na interpretação de alguns cientistas, que a expansão do universo estava acelerando (KANTOR, 2016). Para explicar essa aceleração, em 1998 foi proposta a energia escura. Ela, assim como a matéria escura, não interagiria com a luz. Entretanto em vez de ter uma ação gravitacional comum, teria uma interação repulsiva.

Vale destacar: Henrique (2011) explica que a grande euforia de alguns cosmólogos não garante fator de prova experimental às medidas realizadas pelo COBE e por outros experimentos. Arthury e Peduzzi (2013) destacam que essa ideia de prova, enquanto algo que encerra uma discussão, não é o que se deseja, mas que as observações feitas tanto nessas décadas como nas sucessoras, são possivelmente corroborações da teoria, que dão confiança para a comunidade continuar o seu trabalho sob a tutela de determinado domínio.

Além disso, em 1993 Fred Hoyle, em conjunto com outros dois cientistas, Geoffrey Burbidge (1925-2010) e Jayant Narlikar (1938-), reformularam o modelo do Estado Estacionário para outro, Quase Estacionário, explicando de forma diferente a criação de matéria e a interpretação da radiação cósmica de fundo. Haveria criação de matéria de forma brusca, em uma espécie de pequenos *Big Bangs*, impulsionando a expansão do universo⁴⁰ no qual, o que compensaria essa criação espontânea

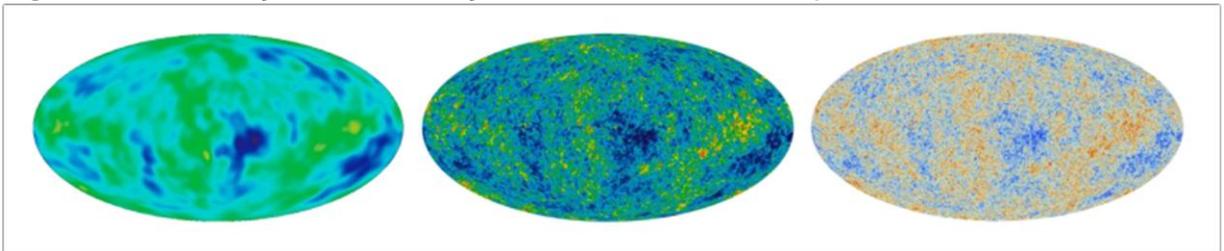
⁴⁰ Também há um processo de contração que ocorreria quando o ciclo de expansão acabasse (20 bilhões de anos). Neste caso, a própria criação da matéria tornar-se-ia difícil, uma vez que o campo de energia negativa diminuiria, fazendo com que a gravidade dos corpos já existentes superasse a expansão promovida pelos poucos *mini Big Bangs* que ainda ocorreriam (ibid.).

seriam campos de energia negativa conservando, assim, a energia dele (SKOLIMOSKI, 2014).

5.4 NOSSO FUTURO EM ABERTO (2000-2010)

Segundo Arthury e Peduzzi (2013), logo no começo dos anos 2000, mais precisamente em 2003 e em 2006, dados obtidos por meio de outro satélite, o WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*), ofereceram mais sustentação ao modelo do *Big Bang*. Para Arthury (2009) essa nova contribuição “ao menos nos regozija em saber o quão perto podemos chegar, com nossas teorias, de um efetivo entendimento do universo” (ARTHURY, 2009, p. 10). Além desse, em 2009 a sonda espacial “Planck” foi enviada para realizar mais experimentos que durariam até o ano de 2011.

Figura 8 – Diferenças das resoluções de cada um dos experimentos



Fonte: Disponível em: <<https://astronomy.as.virginia.edu/>>. Acesso em: 15 mar. 2020. Retirado de Skolimoski, 2014.

Enquanto o satélite WMAP teve como principal objetivo verificar polarizações na radiação cósmica de fundo, a sonda Planck foi construída com o objetivo de melhorar a precisão das medidas do universo (ARTHURY, 2010). Skolimoski (2014) descreve que além dessa melhor precisão, os estudos realizados a partir dos dados da sonda indicaram valores percentuais para a matéria e a energia escuras: 28,6% e 68,3% sendo, portanto, somente 4,9% do universo passível de observação com a tecnologia atual.

Tanto a energia quanto a matéria escura continuam sendo entidades a serem estudadas mais a fundo. Para além, no que chamamos atualmente de modelo cosmológico ela, ainda que pouco conhecida, é peça importante. Isto pois, reconhecemos que o universo se encontra em acelerada expansão.

Inclusive, o modelo padrão da cosmologia atual, que denominamos por Big Bang, é conhecido entre os pesquisadores por “modelo inflacionário lambda

de matéria escura fria”. Particularmente interessante é esse termo “lambda”, que se refere à energia escura ou, pasmem, à constante cosmológica. Esta denominação do que conhecemos mais popularmente por teoria do Big Bang é derivada de seus três componentes mais importantes: o processo de inflação, a quantidade denominada constante cosmológica, simbolizada pela letra grega lambda, e partículas invisíveis chamadas de matéria escura fria (STARKMAN; SCHWARZ, 2005 apud ARTHURY, 2010, p. 84).

Essa teoria do *Big Bang* passou a ser a mais aceita pela comunidade científica para explicar a criação e o desenvolvimento do universo. Segundo Skolimoski (2014), atualmente não há tantos questionamentos sobre a ocorrência ou não de um momento singular de “criação”. Nele, o universo teve início há aproximadamente 14 bilhões de anos, expandiu-se lentamente, depois rapidamente, e a gravidade organizou as megaestruturas devido às flutuações quânticas de seu estado inicial. Entretanto, existem problemas ainda em aberto no modelo cosmológico padrão que tem origem décadas atrás, além disso há também outras teorias que interpretam as observações das décadas passadas de outro modo.

Um exemplo foi descrito pela própria autora (SKOLIMOSKI, 2014) quando destacou a presença do modelo Quase Estacionário como outro concorrente à interpretação da criação e ao desenvolvimento do universo. Segundo ela, ainda que a teoria não tenha uma quantidade elevada de apoiadores atualmente, ela se vale de inconsistências da teoria do *Big Bang*, além de não precisar justificar a presença de energia escura, tendo em vista que a própria criação da matéria faria com que a expansão ocorresse.

Deste modo, nosso futuro permanece em aberto ao menos em dois sentidos ontologicamente diferentes, mas ainda sim intimamente relacionados. A cosmologia, enquanto uma ciência em pleno desenvolvimento, ainda terá períodos evolucionários e revolucionários pela frente. Neste sentido, mesmo que as pesquisas caminhem em certa direção, sob o domínio de um determinado modelo padrão, jamais arriscaríamos afirmar que esse modelo perdurará ileso, *ad eternum*. Pouco podemos prever a respeito do próximo modelo vigente. Em outro sentido – causa direta do primeiro – devido à essência de qualquer estudo humano, pautado pela interpretação e criatividade, consideramos que jamais saberemos, **em verdade**, o futuro que nos espera. Ainda que ele já tenha sido traçado no curso natural do cosmos ele permanecerá eternamente em aberto para nós.

6 AS ESCOLHAS E O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para responder as perguntas e cumprir o objetivo de investigar como a ciência é apresentada ao público na Revista SuperInteressante em sua versão digital, optamos por uma pesquisa qualitativa (TRIVIÑOS, 1987). O referencial metodológico de análise escolhido (MORAES; GALIAZZI, 2016) foi tomado como norte à escolha da abordagem qualitativa, sendo ele: (i) essencialmente descritiva (e interpretativa), (ii) preferencialmente indutiva em sua forma de análise, (iii) aberta aos múltiplos significados que a linguagem permite e, (iv) preocupada com a construção do todo do objeto; características que não só Triviños (1987), mas também Lüdke e André (1986) atribuem a esta abordagem de pesquisa. Sem delongas, nos tópicos a seguir estão ambos os referenciais (pesquisa e análise) que escolhemos frente ao problema lançado logo no começo deste documento.

Neste capítulo apresentamos como foi realizada a pesquisa documental (LÜDKE; ANDRÉ, 1986), detalhando os passos executados e entregando as suas respectivas justificativas. Em seguida tratamos o método de análise, a Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2016) e descrevemos como foram seguidas as etapas indicadas pelo seu referencial.

6.1 A PESQUISA DOCUMENTAL DA REVISTA SUPERINTERESSANTE

Consideramos que esta pesquisa é do tipo documental, uma vez a revista SuperInteressante pode ser considerada um documento histórico que apresenta uma das formas contemporâneas de se comunicar a ciência. Esse tipo de pesquisa pode incidir sobre documentos de texto que vão desde memorandos até diários pessoais, passando por jornais, revistas, livros e roteiros de teatro, filmes, rádio e televisão (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Sentimo-nos, deste modo, contemplados pela escolha deste referencial metodológico de pesquisa, salientando que neste caso ela é realizada sobre um material instrucional (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

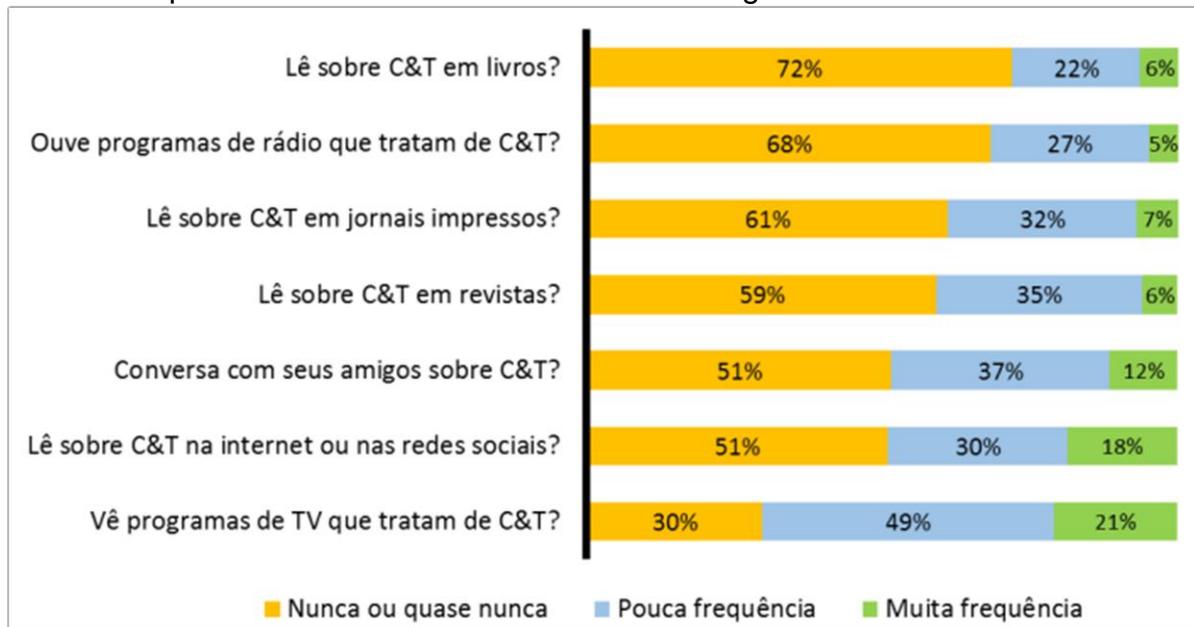
Escolhemos uma revista, e não outro meio de comunicação que poderia atingir mais pessoas e mais imediatamente (canais do YouTube, *podcasts*⁴¹, *sites* ou páginas

⁴¹ Conteúdo auditivo temático que tem sua interlocução sobre demanda e que se encontra geralmente *online* (BOTTENTUIT JUNIOR; COUTINHO, 2007).

em redes sociais), porque ela possui um editorial próprio e relativamente estável que desenvolve o trabalho de DC. Para além deste aspecto, espera-se que esse editorial tenha boas condições para executar um trabalho de divulgação que abarque mais informações que outros sites poderiam obter.

Para abrandar as perdas de acessibilidade e público que a escolha por uma revista que é paga (por assinatura ou por compra avulsa) acarretam, optamos por analisar as notícias disponíveis na modalidade online da SuperInteressante. Isto pois os dados da Pesquisa de Percepção Pública de Ciência e Tecnologia de 2015 (PPCT-2015) (BRASIL, 2015) indicam que a modalidade impressa é utilizada com pouca frequência pelo público brasileiro (fig. 9). Quando o assunto é se inteirar sobre ciência, o uso de sites e das redes sociais para buscar informações sobre ciência e tecnologia dobrou quando comparadas a PPCT-2006 (BRASIL, 2006). Sites de revista e jornais são o segundo mais acessado na modalidade online, por um público que é majoritariamente jovem⁴² (BRASIL, 2015).

Figura 9 – Frequência com que os entrevistados pela PPCT-2015 utilizam cada modalidade para se informar sobre ciência e tecnologia.



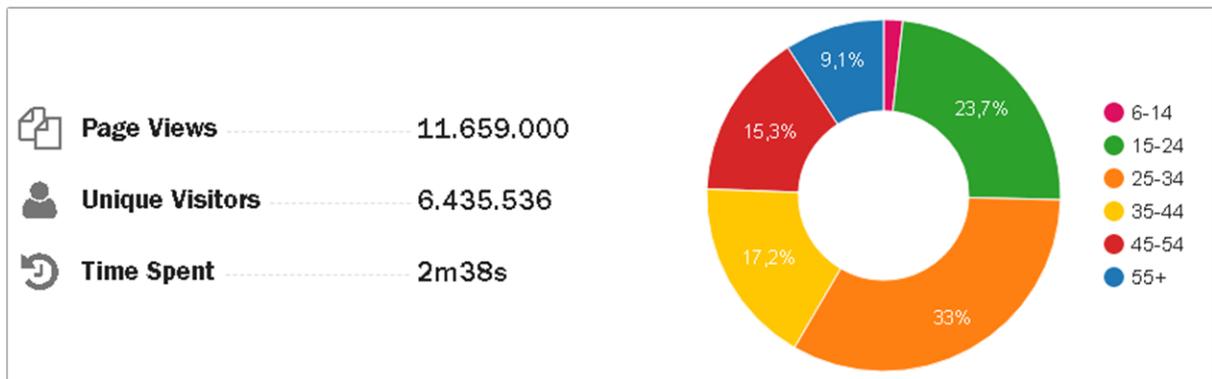
Fonte: BRASIL, 2015.

A escolha pela revista SuperInteressante ocorreu porque ela possui uma quantidade considerável de acessos ao seu site. Uma pesquisa consolidada em abril

⁴² De acordo com o Estatuto da Juventude (BRASIL, 2013), “jovem” é considerada a pessoa que possui entre 15 e 29 anos de idade.

de 2018 aponta mais de 11,5 milhões de visualizações do site em quase 6,5 milhões de computadores diferentes⁴³. Em outra pesquisa, consolidada em Janeiro de 2018, os dados apontam que a maior parcela dos leitores da revista está entre os 15 e 34 anos⁴⁴ (fig. 10). Para além disso, o seu editorial parece buscar uma aproximação com esse público, principalmente quando observamos o trabalho visual da revista. Deste modo, hipotetizamos que a parcela majoritária de jovens (entre 15 e 29 anos) que acessa a internet em busca de informação e/ou conhecimento sobre ciência e tecnologia, tem relevante contato com a revista SuperInteressante em sua versão digital.

Figura 10 – Montagem dos dados disponibilizados pela editora Abril sobre a audiência de seu site



Fonte: Site da editora Abril. Disponível em:

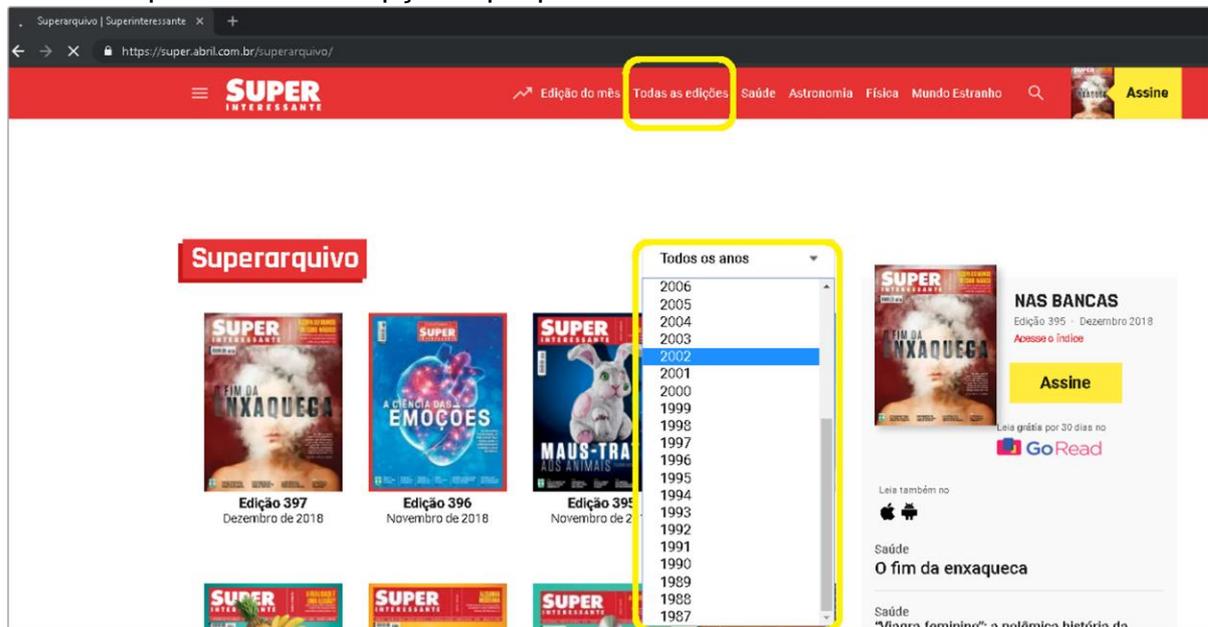
<<http://publiabril.abril.com.br/marcas/SuperInteressante/plataformas/site>>. Acesso em 10 dez. 2018.

Para determinar quais materiais constituiriam o *corpus* da pesquisa (MORAES; GALIAZZI, 2016), optamos por olhar para os últimos 10 anos completos da revista (2010-2019) que se encontram disponibilizados em versão digital (fig. 12). Optamos por compreender a ciência apresentada nas notícias atuais pois, ainda que o editorial seja relativamente estável, é possível – e hipotetizamos – que as mudanças do editorial e da própria forma de realizar a DC, causaram modificações em como é divulgada a ciência nessa revista. Buscamos compreender a cultura científica na expressão dos sujeitos atuais (LÜDKE; ANDRÉ, 1986), não de outros anteriores e tampouco queremos compará-los.

⁴³ Dados disponíveis em: <<http://publiabril.abril.com.br/marcas/SuperInteressante>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

⁴⁴ Dados disponíveis em: <<http://publiabril.abril.com.br/marcas/SuperInteressante/plataformas/site>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

Figura 11 – Captura de tela da página de arquivos da revista SuperInteressante online. Em destaque amarelo as opções que possibilitam o acesso a todos os anos da revista



Fonte: Site da SuperInteressante. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/superarquivo/>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

Ainda que a FMC esteja presente no currículo da Educação Básica, ela se faz pouco presente na sala de aula. Desse modo, selecionamos notícias que tinham como principal assunto essa temática. Realizamos uma busca em todas as 120 edições (doze por ano) disponíveis no site da revista, verificando notícia por notícia. Nela objetivamos encontrar elementos (escritos, figuras, desenhos, representações etc.) que apontassem para a presença de temas relacionadas à FMC. Consideramos que esses elementos poderiam aparecer nessas reportagens simbolizadas por cientistas que vivenciaram episódios históricos relativos à FMC, bem como por meio de fenômenos, experimentos ou de aplicações técnicas ou tecnológicas.

Selecionamos 48 notícias em 36 edições diferentes da revista que possuíam alguma alusão, no título ou em imagem, à FMC. Em uma leitura flutuante destas reportagens percebemos a grande quantidade de dados que poderiam ser analisados e limitamos ainda mais o escopo da pesquisa, selecionando apenas notícias que trazem consigo a temática e campo de trabalho da cosmologia. A escolha por ela é devido à nossa crença de que temas como a origem do universo e da (nossa) vida tem forte influência sobre o imaginário jovem, justamente o público que é majoritário da revista.

A representatividade que esses temas podem adquirir é expressa nos trabalhos que se encontram em nossa revisão (ARTHURY, 2010; HENRIQUE, 2011; SKOLIMOSKI, 2014), que relatam as relações íntimas deles com questões religiosas e filosóficas. Outros trabalhos como de Paulo Neto et al. (2018) também relatam o interesse do perfil jovem sobre temas como o *Big Bang*. Assim, esperamos atingir e analisar justamente notícias que acreditamos serem procuradas por esses jovens quando possuem curiosidade a respeito de elementos da física que não são, ou pouco são vistos na escola, como é o caso da física contemporânea (OSTERMANN; MOREIRA, 2000; 2009).

O material que foi conduzido para a análise está organizado no quadro abaixo, que identifica cada uma das matérias por um código único. Atribuindo estes códigos facilitamos o trabalho de análise, uma vez que a ATD exige a criação de unidades de análise, que permitam a identificação do seu contexto de produção (MORAES; GALIAZZI, 2016).

Quadro 2 – Seleção final de matérias para análise

Código	Ano	Mês	Edição	Título da publicação
N1	2019	05	402	Marcelle Soares-Santos: a caçadora de luz
N2	2017	12	383	A maior revolução na astronomia em 400 anos
N3	2017	05	377	O Universo é um jogo de espelhos
N4	2015	03	344	"O humor é uma arma da Ciência"
N5	2015	03	344	LHC, depois da festa vem o quê?
N6	2014	05	332	Rachaduras nas paredes do universo
N7	2013	03	316	De onde viemos?
N8	2012	08	307	O bóson de Higgs não deu nem pro começo
N9	2012	08	307	E se o Big Bang não tivesse acontecido?
N10	2011	09	295	O som do espaço
N11	2010	08	281	O que havia antes do Big Bang?

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Essas onze reportagens são o que Moraes e Galiazzi (2016) denominam de **corpus**. Trata-se do conjunto de produções textuais que compreendemos como válidos para alcançarmos os objetivos idealizados na pesquisa empreendida. Cada um dos textos recebeu um código iniciado pela letra "N", seguido de um número, de 1 a 11. Esses textos são compreendidos pela ATD como ricos em diversidade de sentidos. Cabe ressaltar que imagens, gráficos e tabelas são compreendidos como textos (MORAES; GALIAZZI, 2016), ainda que não tenham sido explorados em nossa análise.

6.2 A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA DAS PUBLICAÇÕES

A Análise Textual Discursiva (ATD) leva em consideração a incompletude de qualquer compreensão produzida pela interpretação humana. Pensa a importância de compreender o fenômeno a partir do próprio, invertendo a lógica positivista produzida pelas ciências da natureza (MORAES; GALIAZZI, 2016). Parte-se do pressuposto de que o homem constrói o mundo por meio da linguagem: significantes, significados e sentidos produzidos por ele (MORAES; GALIAZZI, 2016). Deste modo compreende que, de leituras realizadas, podem emergir diversos sentidos, a depender de questões subjetivas de quem as faz. Valoriza a linguagem em sua potencialidade de permitir a expressão e interpretação do ser humano a respeito de suas vivências, bem como suas concepções sobre o mundo que constroem a realidade para os sujeitos (MORAES; GALIAZZI, 2016).

No espectro de metodologias de análise textual qualitativa, a Análise Textual Discursiva (ATD) figura como alternativa à Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) e à Análise de Discurso (BAKHTIN, 1997; ORLANDI, 2005). A ATD é uma metodologia que busca compreender os fenômenos e produzir novas compreensões a seu respeito por meio de uma leitura profunda que pretende alcançar os sentidos que podem ser atribuídos no texto. No que tange ao seu processo metodológico, Moraes e Galiazzi (2016) apontam que esta análise realiza um processo de desconstrução e reconstrução do material textual.

O processo de desconstrução dos textos selecionados, na ATD, é denominado **unitarização** (MORAES; GALIAZZI, 2016). Nele, o objetivo é buscar e identificar, em cada um dos textos, frases, termos, sentenças de variados comprimentos e amplitudes. Essas sentenças, segundo Moraes e Galiazzi (2016), dependem da natureza dos materiais e dos objetivos da pesquisa, podendo variar de uma palavra ou até um texto inteiro, por exemplo. Em síntese:

Denomina-se de unitarização o movimento inicial da análise. Constitui um exercício desconstrutivo em que as informações são gradativamente transformadas em constituintes elementares [...]. Representa um movimento de leitura e interpretação em que os significantes dos textos são interpretados

produzindo-se diversificados significados, resultando deste processo elementos ou unidades (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 70-71).

Os elementos que são resultados desse processo podem ser denominados unidades de sentido, unidades de significado ou unidades de análise (UAs) (MORAES; GALIAZZI, 2016). Para alcançar essas unidades realizamos um processo de fragmentação, “pinçando” dos textos, trechos que acreditamos serem fundamentais para compreender o fenômeno estudado. No processo de desconstrução e unitarização é necessária uma imersão nos sentidos que podem ser atribuídos a cada um desses trechos. A fim de realizar o “mergulho” sugerido pela ATD, efetuamos cinco leituras sobre os textos das reportagens, conforme descrito abaixo.

Inicialmente realizamos a leitura, para verificar a validade da notícia para o *corpus* de análise (MORAES; GALIAZZI, 2016). Essa leitura permitiu uma primeira aproximação com o material de análise. Em seguida, realizamos uma leitura de maior aproximação ao texto, demarcando trechos que apresentavam concepções sobre a ciência interpretadas numa leitura “superficial”, do conteúdo manifesto (MORAES; GALIAZZI, 2016).

Na terceira leitura buscamos um maior aprofundamento, procurando trechos que apresentavam a ciência em nível latente do texto (MORAES; GALIAZZI, 2016). Nessa etapa, demarcamos e adicionamos comentários descritivos e interpretativos a respeito das unidades encontradas. A partir dessa leitura, percebemos que as UAs se formavam regularmente por uma ou mais orações (geralmente mais de uma) que se encontravam em cadeia, ou ainda próximas no texto. Desse modo, adotamos um critério de unitarização semântico (MORAES; GALIAZZI, 2016).

A quarta leitura nos serviu para repetir o esforço da terceira e iniciar a organização dessas unidades em um único documento, dando início a um processo de organização das UAs. Ainda que o movimento de reconstrução diga respeito principalmente à segunda etapa da ATD (MORAES; GALIAZZI, 2016), essa organização nos ajudou a expressar objetivamente os principais sentidos encontrados em cada unidade. A escolha de realizar esse movimento também facilitou a categorização, uma vez que já tínhamos em mente uma espécie de rascunho do que poderiam ser as categorias, constituindo um movimento de “vai-e-vem” das etapas da análise (MORAES; GALIAZZI, 2016).

A quinta e última leitura nos serviu para realizar uma revisão crítica a respeito do processo realizado até então. Durante a leitura do quadro em que se encontravam as UAs organizadas refletimos a respeito de sentidos que não foram percebidos nas leituras anteriores e de possíveis extrapolações realizadas que não seriam passíveis de uma sustentação teórica. Neste caso, foram adicionadas e removidas UAs do quadro organizado.

Durante o processo de sintetização das UAs em quadro, optamos por grifar os termos das orações que apontavam para os sentidos que atribuímos aos trechos. Adicionalmente a isso, levamos para esse documento comentários reformulados a partir da terceira leitura, a fim de remeter as UAs ao contexto da notícia e às impressões que permaneceram durante as leituras. Abaixo se encontra um exemplo desse quadro de unitarização. Consideramos que ele é o produto da primeira etapa da ATD (MORAES; GALIAZZI, 2016).

Figura 12 – Parte do quadro construído com todas as unidades de análise (UAs) das reportagens analisadas

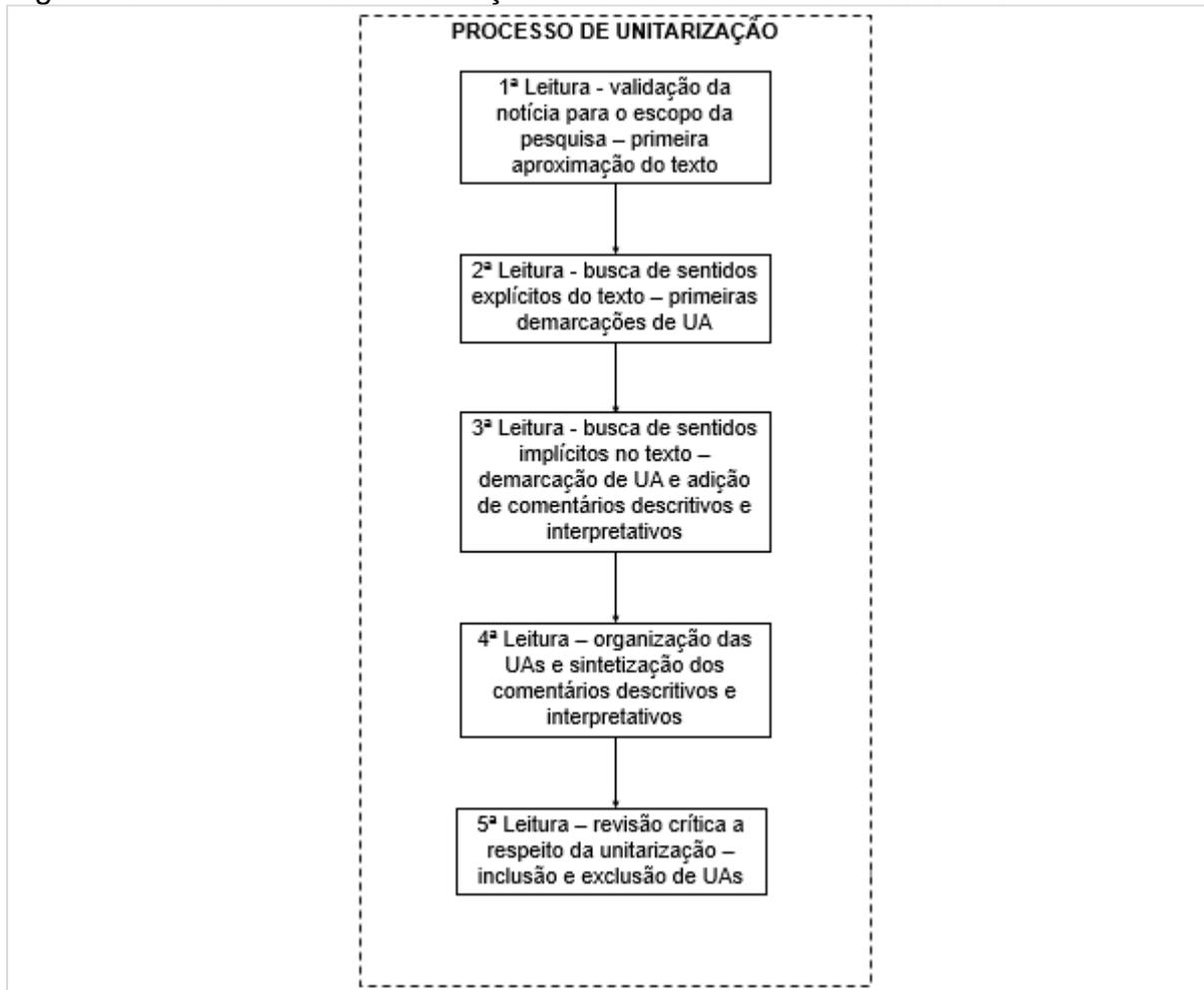
TÍTULO DA NOTÍCIA	ED.	PUBLI.	C.N.	C.U.A.	UNIDADE DE SENTIDO	COMENTÁRIOS ADICIONAIS
O Universo é um jogo de espelhos	377	mai/17	N1	1.3	"Em um Universo imenso, portanto, um clone exato seu é bastante provável. Mais: se o Universo for infinito, é obrigatório que existam infinitos clones seus. E há motivos convincentes – impulsionados por observações feitas na última década – para acreditar que o cosmos não tem fim. E tudo por causa de algo que mal cabe na imaginação: o formato real do Universo."	A autora apresenta uma possível relação entre as observações e construções científicas que fazem parte da Ciência. Neste contexto, a observação não é apresentada como algo que pretende provar ou comprovar, mas corroborar com a hipótese feita. Essa impulsão parece bem referencial a ideia popperiana de que quando não é refutada, a teoria ganha força. Isto também está posto por Lakatos, mas não acho interessante aqui ressaltar a ideia de programa de pesquisa ao que está sendo noticiado, tendo em vista os problemas de extrapolação que essa revista pode ter...
Rachaduras nas paredes do universo	332	mai/14	N4	4.12	"A existência desse período de crescimento vertiginoso é só uma teoria, mas tão bem aceita que muitos cientistas dedicam a vida a estudá-la, seja resolvendo equações, para estudar a matemática da expansão, seja de um modo mais direto: procurar algum sinal dessa inflação descontrolada impresso na "parede" visível do Universo."	Nesta primeira UA relativa a esse trecho verificamos que se a teoria é bem aceita é porque há uma parcela que não a aceita. Divergência e Debate... Nessa UA cabe a discussão do papel que um paradigma possui no conceito kuhniiano e lakatiano...
Rachaduras nas paredes do universo	332	mai/14	N4	4.13	"A existência desse período de crescimento vertiginoso é só uma teoria, mas tão bem aceita que muitos cientistas dedicam a vida a estudá-la, seja resolvendo equações, para estudar a matemática da expansão, seja de um modo mais direto: procurar algum sinal dessa inflação descontrolada impresso na "parede" visível do Universo."	Nesta primeira UA relativa a esse trecho verificamos que se a teoria é bem aceita é porque há uma parcela que não a aceita. Divergência e Debate... Nessa UA cabe a discussão do papel que um paradigma possui no conceito kuhniiano e lakatiano...
Rachaduras nas paredes do universo	332	mai/14	N4	4.14	"A existência desse período de crescimento vertiginoso é só uma teoria, mas tão bem aceita que muitos cientistas dedicam a vida a estudá-la, seja resolvendo equações, para estudar a matemática da expansão, seja de um modo mais direto: procurar algum sinal dessa inflação descontrolada impresso na "parede" visível do Universo."	Aqui vislumbrava-se possivelmente a ideia mais interessante sobre o trabalho científico - a independência do trabalho experimental e teórico - muito interessante de se discutir a partir da perspectiva lakatiana...
Rachaduras nas paredes do universo	332	mai/14	N4	4.23	"Um pé de cabra serve para abrir portas trancadas. É exatamente isso o que o estudo faz com relação à história do Universo, já que ele chega um milhão de bilhões (repita "de bilhões" quatro vezes) mais próximo do começo do Big Bang que tudo o que já se publicou até hoje. E as perspectivas que o estudo abre para a física de partículas (que trata do muito pequeno) colocam o "maior experimento do mundo" no chinelo. A partir de ondulações na parede do cosmos, pode ser possível estudar o mundo	Essa "evidência" é apresentada como algo que corrobora com algo que já foi falado, mas também impulsiona os estudos - como em um programa de pesquisa lakatiano... - Nesse sentido, trata do desenvolvimento científico como algo histórico em que diversas áreas influenciam uma sobre a outra

Fonte: Do autor, 2019.

Devemos ressaltar que optamos por não produzir uma "grade de análise" (MORAES; GALIAZZI, 2016) baseada nos referenciais teóricos. Desse modo, as UAs emergiram durante as diversas leituras realizadas sobre os textos das reportagens. É natural que, ainda que não pré-moldado, esse processo de unitarização esteja imerso nos referenciais discutidos neste texto, mas consideramos que esse movimento foi saudável à nossa análise, uma vez que as escolhas para o processo de unitarização ocorreram conforme ele se desenrolou, caracterizando um processo misto de unitarização: indutivo-dedutivo. Abaixo, na figura 14, se encontra um esquema

sintético a respeito da primeira etapa da ATD (MORAES; GALIAZZI, 2016), realizada neste trabalho.

Figura 13 – Processo de unitarização e as fases de leituras dos textos



Fonte: Do autor, 2019.

O passo seguinte à unitarização na ATD é o que Moraes e Galiazzi (2016) denominam **categorização**. Nessa etapa reunimos em conjuntos, unidades que possuem sentidos relativamente próximos uns dos outros. Segundo os autores:

A categorização, além de reunir elementos semelhantes, também implica em nomear e definir as categorias, cada vez com maior precisão, na medida em que vão sendo construídas. Essa explicitação se dá por meio do retorno cíclico aos mesmos elementos. No sentido da construção gradativa do significado de cada categoria. Nesse processo, as categorias vão sendo aperfeiçoadas e delimitadas (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 44-45).

Desse modo, durante o processo de categorização, se fez presente um movimento de constante reflexão a respeito da elaboração das categorias, havendo a

necessidade de repensá-las e refiná-las, na busca por uma melhor explicitação dos sentidos interpretados do *corpus*.

Segundo Moraes e Galiazzi (2016), a categorização pode ser realizada por meio de três métodos: (i) dedutivo, (ii) indutivo e (iii) intuitivo. O primeiro tem uma intenção explicativa e verificativa, enquanto o segundo tem uma intenção de compreensão do fenômeno, por meio da construção de categorias emergentes. O método intuitivo é realizado por meio de “[...] *insights* que se apresentam ao pesquisador a partir de uma intensa impregnação nos dados [...]” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 46). Os autores ressaltam que em certa medida essa última técnica, de intuição, se encontra presente na dedução e na indução, pois o processo de categorização exige certa sagacidade por parte do pesquisador.

Um método misto indutivo-dedutivo (MORAES; GALIAZZI, 2016) foi o utilizado no processo de categorização realizado neste trabalho. Produzimos categorias emergentes que tiveram como pressupostos estabelecidos os objetivos específicos e geral da pesquisa. Consideramos que, no processo misto, o método indutivo se encontra mais presente, pois os sentidos emergentes do processo de unitarização tiveram caráter decisivo na escolha das categorias construídas.

O estabelecimento dos objetivos da pesquisa como um dos pressupostos do processo de categorização é um dos argumentos que garantem a sua validade (MORAES; GALIAZZI, 2016). A junção desse pressuposto com a unitarização das produções textuais deu origem à primeira categorização realizada nesta pesquisa. Esse primeiro esforço produziu ao mesmo tempo categorias muito amplas, como também categorias muito particulares. Assim, foi necessário realizarmos um trabalho de aproximação dessas categorias que tinha dois sentidos. Do geral para o particular e do particular para o geral.

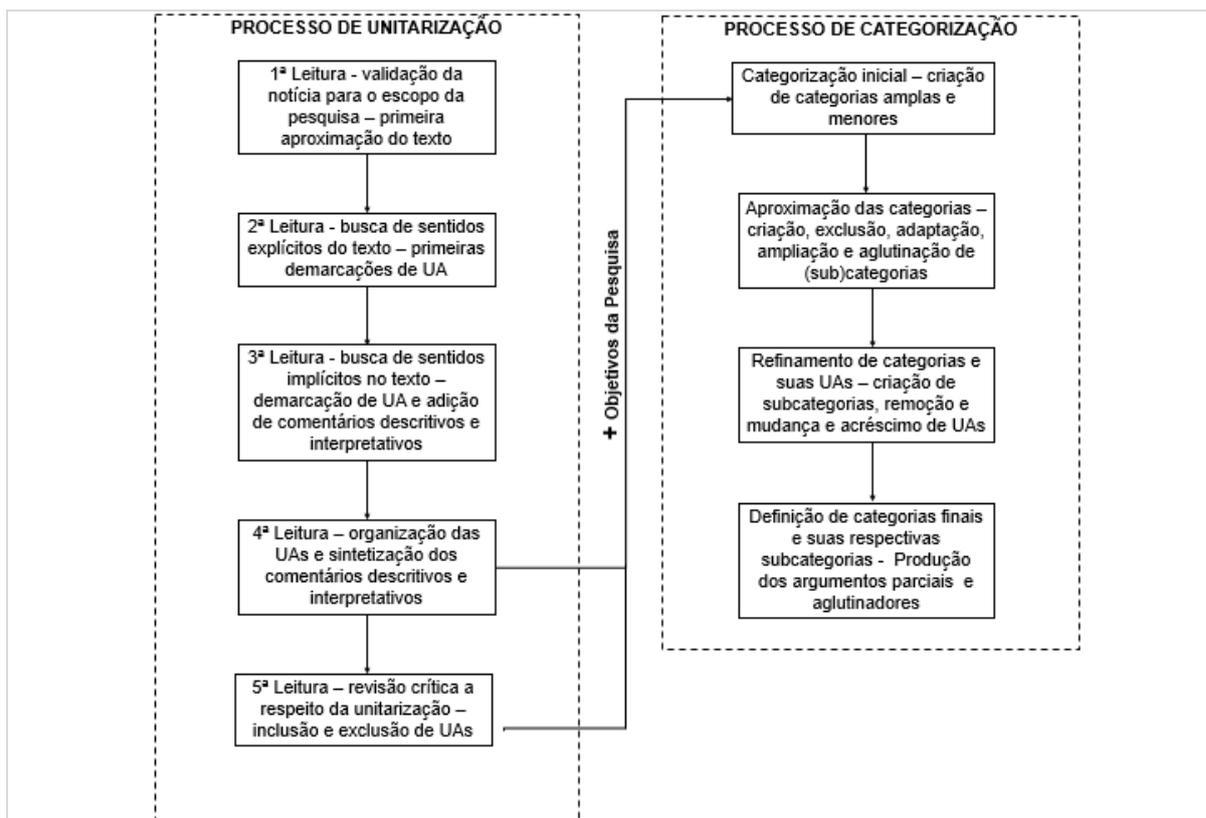
No movimento do geral para o particular percebemos quais particularidades surgiam repetidas vezes dentro das categorias amplas, a fim de encaminhar a construção de subcategorias. No movimento do particular para o geral, buscamos aglutinar conjuntos de categorias que abordavam assuntos parecidos, ainda que de um modo diferente.

Após a primeira reunião das UAs em categorias iniciais e categorias intermediárias (MORAES; GALIAZZI, 2016), especificamos ainda mais os sentidos, dividindo essas subcategorias em outras menores ainda. Assim, criamos as categorias finais. Além disso, orientamos um novo olhar para as categorias já criadas

e, quando necessário, acrescentamos UAs nas quais reconhecemos novos sentidos, bem como removemos ou transferimos UAs de uma (sub)categoria para outra.

Esse “novo olhar” permitiu uma maior segurança com relação aos atributos que as categorias da ATD têm, como *homogeneidade*, *amplitude*, *precisão* e *não-exclusão-mútua* (MORAES; GALIAZZI, 2016). Outras características como a *validade* para a pesquisa e *exaustividade* (MORAES; GALIAZZI, 2016) foram cumpridas em etapas anteriores: na consideração dos objetivos da pesquisa, como pressupostos para a criação das categorias, e na escolha e consecutiva categorização de todas as produções textuais do *corpus* de análise, respectivamente. Desse modo, foram construídas cinco categorias iniciais que contêm 13 subcategorias distribuídas entre elas e 10 categorias finais.

Figura 14 – Processo de categorização sintetizado e a sua relação com a unitarização



Fonte: Do autor, 2019.

Após a definição das categorias iniciamos a produção dos argumentos parciais e aglutinadores juntamente com os metatextos de cada uma das categorias. Os argumentos produzidos sempre partem de uma parte teórica pressuposta, uma vez que a construção das categorias e as considerações a seu respeito também o são.

Enquanto os argumentos aglutinadores servem para relacionar os argumentos parciais de cada uma das subcategorias, a **produção do metatexto** serve para que seja construído um único texto que seja capaz de reconstruir o fenômeno estudado de forma a apresentar algo novo sobre ele. Desse modo, o último processo realizado para analisar as reportagens que foram selecionadas como *corpus* desta pesquisa foi a construção de um texto que seja capaz de apresentar e inferir os resultados da análise. Moraes e Galiazzi (2016) dão a sua definição:

[...] expressão por meio da linguagem das principais ideias emergentes das análises e apresentação dos argumentos construídos pelo pesquisador em sua investigação, capaz de comunicar a outros as novas compreensões atingidas (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 116).

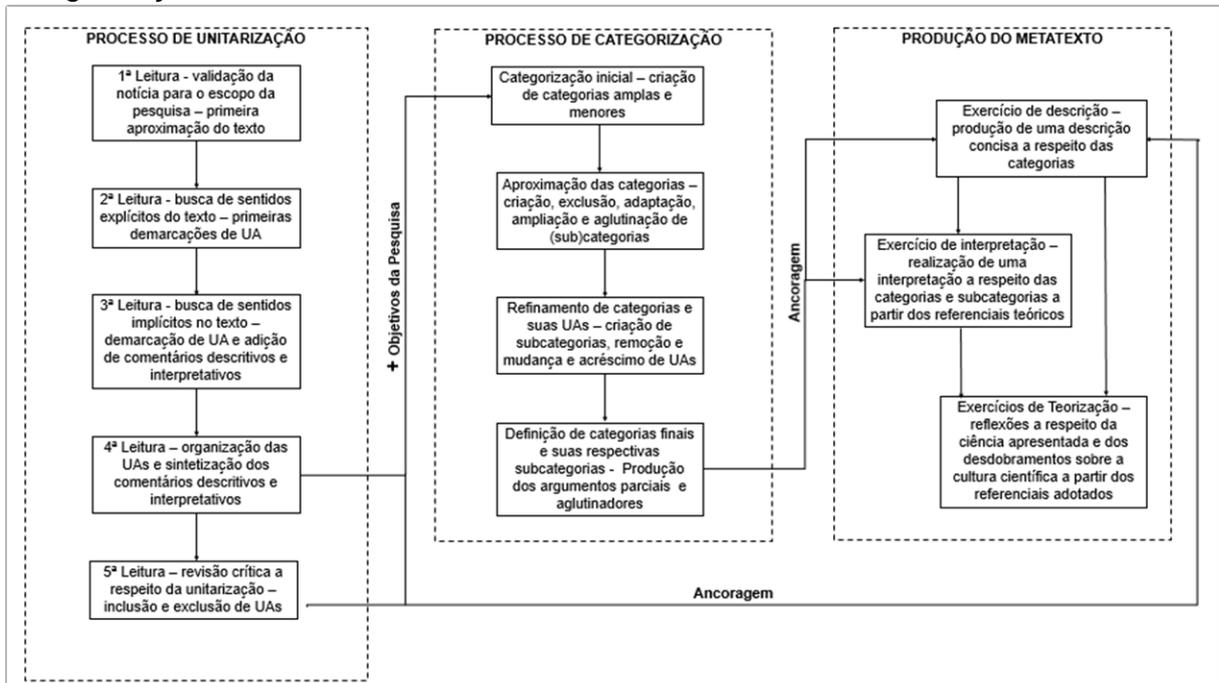
Na produção do metatexto, as UAs, as categorias e subcategorias nos serviram como subsídios para que apresentássemos as compreensões alcançadas por meio da pesquisa. Unitarização e categorização, desse modo, nos servem como uma estrutura básica para a produção do metatexto (MORAES; GALIAZZI, 2016), enquanto estabelecemos conexões entre cada um dos argumentos aglutinadores das categorias. AS UAs utilizadas nos metatextos foram apresentadas de modo que o seu código representativo estivesse entre chaves contendo inicialmente o número da notícia que pertencente, seguida do número da UA. Por exemplo, a quarta UA identificada na décima notícia tem o formato {10.4}.

A estrutura básica na qual nos referimos não é somente abstrata – no sentido de que dá sustentação metodológica para a criação do texto –, mas também concreta, uma vez utilizamos as categorias e as suas respectivas UAs na construção de nosso metatexto. Esses elementos da ATD (UAs, categorias e argumentos aglutinadores/parciais) serviram para sustentar os três exercícios que são considerados fundamentais para a construção do metatexto: a descrição, a interpretação e a teorização acerca do objeto de pesquisa (MORAES; GALIAZZI, 2016).

Moraes e Galiazzi (2016) deixam claro que o ato de descrever, na perspectiva da ATD, é uma espécie de “se manter próximo ao empírico”, uma vez que estamos sempre imersos em uma rede de interpretações (com)impostas (por)para nós mesmos. Essa descrição, ancorada em UAs e sobre o conteúdo latente do *corpus*,

nos serviu quase que simultaneamente ao processo de interpretação realizado em torno das reportagens, conforme verificamos na figura 16.

Figura 15 – Produção do Metatexto e suas relações com a unitarização e categorização



Fonte: Do autor, 2019.

Interpretamos por meio dos referenciais teóricos cada uma das categorias e subcategorias, e produzimos as relações supracitadas de forma que pudéssemos compreender como as UAs e subcategorias de cada uma das categorias finais interagem e apresentam uma determinada visão a respeito da ciência. Tal escolha caracteriza um trabalho de interpretação a partir de teorias *a priori* (MORAES; GALIAZZI, 2016), no qual buscamos ampliar compreensões e produzir pontes para ampliar o campo. A teorização se deu na reflexão a respeito dos impactos que essas publicações têm sobre a cultura científica, uma vez que a DC realizada pela revista é uma das fomentadoras dessa cultura na sociedade.

7 A COSMOLOGIA EM REVISTA

A revista SuperInteressante existe desde 1987 e, segundo a própria marca, publica assuntos que não veríamos em outro lugar, senão nela⁴⁵. Ela busca apresentar ao leitor a informação em primeira mão, acompanhando a revolução tecnológica e a criação e o desenvolvimento da internet como exemplos disto⁴⁶. Em nosso primeiro contato com a revista, observamos que suas publicações não são somente sobre ciências. Em seus arquivos podemos identificar algumas edições que têm, em sua manchete principal, temas religiosos e mitológicos, além de assuntos da cultura *pop*.

Nas primeiras buscas por reportagens de cosmologia nos deparamos diversas vezes com capas que nos chamaram atenção pelo projeto gráfico. Os títulos das reportagens sobre cosmologia, acompanhados pelas suas lides são, em sua maioria, chamativos. Alguns deles anunciam eventos que ocorreram na ciência como grandes acontecimentos e outros fazem perguntas ao leitor que serão respondidas junto com ele durante a reportagem.

Logo nas primeiras leituras, percebemos que a SuperInteressante tem grande preocupação que a narrativa seja instigante para o leitor. Para nós há, claramente, a intenção de apresentar com linguagem mais simples e informal as informações que a revista busca apresentar. Uma outra característica imediatamente percebida é de que essa linguagem, apesar de descontraída, tem como intenção apresentar a ciência como algo interessante e fantástica.

Essa constante preocupação permite que a revista dialogue conhecimentos prévios do leitor com aquilo que ela almeja apresentar, mas a comunicação da revista é majoritariamente realizada “de cima pra baixo”, do especialista para o leigo, semelhante àquilo que consideramos o modelo contextual de DC (LEWENSTEIN, 2003). A seguir apresentaremos uma rápida descrição dos textos analisados. Essas descrições fazem parte do nosso primeiro contato com o *corpus* de análise, no qual os lemos em nível superficial de seu conteúdo (MORAES; GALIAZZI, 2016).

⁴⁵ Disponível em: <<http://publiabril.abril.com.br/marcas/superinteressante>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

⁴⁶ Disponível em: <<https://super.abril.com.br/historia/15-anos-de-super/>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

7.1 UMA BREVE DESCRIÇÃO DOS TEXTOS

N1) Marcelle Soares-Santos: a caçadora de luz

A reportagem foi publicada no mês de março de 2019, na edição 402 da revista SuperInteressante, mas relata acontecimentos do ano de 2017, quando ondas gravitacionais foram detectadas novamente pelo laboratório LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*). Em um contexto mais amplo, no ano de 2017, os cientistas Kip Thorne (1940-), Rainer Weiss (1932-) e Barry Barish (1936-) receberam o prêmio Nobel de física pelas suas contribuições na detecção de ondas gravitacionais no ano de 2015.

Na reportagem, Marcelle Soares-Santos (1983-) é apresentada ao público imediatamente como uma cientista brasileira, capixaba. O autor do texto, Bruno Vaiano, inicia o texto na infância da cientista, no interior do Pará, e a sua primeira interação com a relação entre a velocidade do som e da luz em fenômenos observáveis, assunto relativamente interessante para a pesquisa que Marcelle realiza atualmente. Seguindo o texto, há um salto para o momento atual da vida de Marcelle em Chicago, nos Estados Unidos, em que o autor inicia a descrição de seu trabalho e a equipe na qual faz parte. Em seguida há uma foto da cientista.

Figura 16 - Imagens da reportagem N10. À esquerda a foto da cientista Marcelle Soares, em um dos laboratórios em que atua



Fonte: Site da revista SuperInteressante. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/especiais/a-caçadora-de-luz/>>. Acesso em 11 nov. 2019.

O texto segue explicando o fenômeno das ondas gravitacionais, os corpos e as escalas envolvidas para que elas possam ser detectadas. Além disso, explica como funciona a detecção dessas ondas e o trabalho realizado no LIGO para então situar a contribuição de Marcelle no estudo do fenômeno: Ela trabalha com telescópios “high

tech” que possuem câmeras de alta resolução – que ela mesma ajudou a construir – para detectar a luz que pode ser produzida em colisões de grandes corpos celestes como, no caso da notícia, duas estrelas de nêutrons.

Após declarar o sucesso em observar através desses telescópios, um “pontinho de luz” no céu, o texto afirma a importância deste tipo de acontecimento para a carreira de um cientista e explica como Marcelle faz uso dessas detecções para calcular a taxa de expansão do universo e compreender a energia escura. Logo em seguida o texto salta novamente para a vida da cientista, que viveu no Pará até os 14 anos, e cursou graduação na Universidade Federal do Espírito Santo, doutorado na Universidade de São Paulo e pós-doutorado no Fermilab. Neste trecho, o autor relata que Marcelle é a única mulher negra no projeto *Dark Energy Survey* (DES).

Na terceira e quarta parte do texto, há uma preocupação em explicar o trabalho de calcular a expansão do universo e compreender o aumento da taxa na qual essa expansão ocorre. Nisto apresenta a energia escura, objeto do DES, e a importância de o trabalho de observar colisões de corpos muito massivos para o projeto. O texto também apresenta, em uma explicação didática, como pode ser calculada essa taxa e o que se encontra aberto nesse estudo. Faz isto com uma descrição própria e pela voz da própria cientista que relata as dificuldades e limitações que atualmente são encontradas no desenvolvimento de pesquisas cosmológicas.

N2) A maior revolução na astronomia em 400 anos

A reportagem de Salvador Nogueira, da edição de número 383, de dezembro de 2017, aborda a detecção das ondas gravitacionais pela colaboração internacional do LIGO e outros estudos que fizeram uso desse evento. A reportagem começa explicando onde estão estabelecidos os dois observatórios americanos que realizaram essa detecção. O autor explicou como podem ocorrer os fenômenos das ondas gravitacionais e quais são processos e astros necessários para isto.

Na sua continuidade, o texto aborda a importância dessa detecção para a comunidade científica e fala sobre a premiação de alguns dos envolvidos nas colaborações no prêmio Nobel de 2017. Depois retoma a explicação dos processos astronômicos envolvidos na produção das ondas gravitacionais e inicia um trecho que fala sobre os desdobramentos dessa pesquisa para outros estudos.

No tópico “Champagne Supernova” – título de uma música da banda britânica Oasis⁴⁷ – esses outros estudos, abordados pelo autor na reportagem, são aqueles que buscam compreender como são formados os elementos mais pesados no universo. A reportagem encaminha uma explicação de que eles seriam formados por supernovas e neste momento explica o que elas são.

Em seguida o texto retoma os estudos cosmológicos sobre a expansão do universo, explicando qual a contribuição da detecção das ondas gravitacionais para ele. Ao final, o autor destaca a importância da detecção das ondas gravitacionais afirmando que esse estudo está apenas em seu começo e que ele pode revelar o nosso desconhecimento acerca do cosmos.

N3) O Universo é um jogo de espelhos

Essa reportagem, escrita por Ana Carolina Leonardi e publicada em julho de 2017, na edição de número 377 da revista. O texto da reportagem tem como principal foco as possibilidades que um universo infinito permitiria. O texto se inicia com uma imagem que representa aquela que foi a mais explorada pela autora: a possibilidade de existir uma cópia exata do mundo (fig. 17) que você vive e de você mesmo em alguma parte deste universo. O desenvolvimento de todo o texto subsequente se dá sob as permissividades, proibições e dificuldades teóricas para que nos encontremos no cenário proposto.

⁴⁷ A música e seu clipe estão disponíveis em: <<https://www.youtube.com/watch?v=tI-5uv4wryI>>. Acesso em 19 dez. 2019.

Figura 17 – Imagem da reportagem de um “jogo de espelhos” e das cópias contidas nele



(Tomás Arthuzzi/Superinteressante)

Fonte: Site da revista SuperInteressante. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/o-universo-e-um-jogo-de-espelhos/>>. Acesso em 11 nov. 2019.

No decorrer do texto, a autora apresenta conhecimentos a respeito da física de partículas, da teoria da relatividade e da cosmologia, partindo de alguns de seus pressupostos para desenhar o cenário proposto logo em seu título. Nisto, propõe ao leitor alguns modelos cosmológicos, sendo o principal, um universo plano e infinito. Em seguida apresenta duas pesquisas experimentais, uma delas com a sonda WMAP, para corroborar a narrativa empreendida.

Após essa apresentação, o texto possui um *box* que tem como intenção descrever uma nova interpretação para o *Big Bang*. Neste caso, a autora informa ao leitor que um universo infinito não exclui a possibilidade de que um momento de criação tenha ocorrido. Saindo do *box* a autora retoma a discussão das condições para que o leitor tivesse um clone seu nesse universo e encerra o texto declarando a impossibilidade que ele conheça o seu idêntico devido à existência de algumas “leis da natureza”.

N4) “O humor é uma arma da ciência”

Essa publicação ocorreu também na edição de número 344, no mês de março de 2015. Ela é uma entrevista com o físico norte-americano Brian Greene (1963-), um cientista especialista da teoria das cordas, autor do conhecido livro “O universo

elegante” e que presta serviços de consultoria para a série “*The Big Bang Theory*” da produtora Warner Bros.

Nessa entrevista, publicada por Rodrigo Rezende, o cientista conversa um pouco sobre as opções tomadas em suas palestras, a visão que “pessoas leigas” têm sobre a ciência, e responde perguntas a respeito do objetivo dessas palestras enquanto desmistificação de algumas dessas visões, especialmente sobre a linguagem utilizada no trabalho científico. Além disso, discutiu a possibilidade de uma única pessoa, sozinha, causar grande impacto na ciência.

N5) LHC, depois da festa vem o quê?

A reportagem de Luiz Romero, da edição 344 da revista SuperInteressante foi publicada no mês de março do ano de 2015. Nela, o autor pretendeu apresentar os novos desafios do que ele chamou de “o laboratório mais fenomenal do mundo”, o LHC (*Large Hadron Collider*). Naquele contexto o LHC permanecia fechado para reformas por dois anos (2013-2015), depois da detecção do que seria o bóson de Higgs (em 2012). Deste modo, o texto tem no seu início uma breve descrição da realidade a partir da física de partículas para, em seguida, o autor introduzir a referida partícula elementar.

O autor, então, opta por descrever o tamanho da festa que possivelmente ocorrera na época da detecção e afirma o encerramento de uma busca de mais de dois séculos pela(s) partícula(s) elementar(es), iniciada na Grécia por Demócrito (460 a.C.-370 a. C.). Em seguida o texto salta até o século XX para apresentar a situação na qual a ciência se encontrava em relação às pesquisas sobre partículas elementares, descrevendo a interação de algumas delas em situações do cotidiano. Ao fim deste trecho, a reportagem descreve teoricamente o bóson de Higgs e a sua função no Modelo Padrão.

Após explicar a partir de uma analogia a relação entre a velocidade das colisões e as energias envolvidas nos experimentos do LHC, a reportagem se encaminha para responder a pergunta realizada em seu título. Nesse movimento, o autor deixa clara a incompletude das respostas obtidas a partir das teorias e experimentos realizados até aquele momento, introduzindo a matéria escura como a “partícula do Diabo”. O texto descreve trabalhos a respeito dessa “nova matéria”, que não interage com a luz, e

afirma a importante posição que o LHC, com mais de 10 mil “mentes geniais” e uma “máquina superpotente”, assume neste contexto.

Por fim, o texto explica algumas das hipóteses criadas a partir do Modelo Padrão para a matéria escura e apresenta desdobramentos e estudos sobre outro ente físico de difícil detecção no contexto atual, a energia escura. Em seu final a página recomenda a leitura de outras duas notícias, uma delas intitulada “A partícula de Deus”.

N6) Rachaduras nas paredes do Universo

A reportagem da edição 332, do mês de março de 2014, relata “a maior descoberta do século” – segundo a redação da SuperInteressante –, a suposta detecção de ondas gravitacionais distantes, “nas paredes do cosmos”. Na publicação o(s) autor(es) buscou(aram) descrever como toda a pesquisa ocorreu e as possibilidades que tal detecção poderia gerar para o campo da cosmologia. Para realizar isto, o texto é iniciado com uma explicação de como seria possível olhar para o passado enquanto olhamos para cada vez mais longe no universo devido à distância que a luz precisa percorrer para nos alcançar aqui, na Terra.

Ainda abordando a luz, o texto opta por descrevê-la enquanto uma onda eletromagnética para abordar a radiação cósmica de fundo que permeia todo o tecido espaço-tempo. Na sequência, o texto se encaminha para a hipótese de que houve um período inflacionário em determinado momento de expansão cósmica, tão logo explica que um modelo cosmológico que tem sua origem no *Big Bang* possui esse momento de inflação.

O texto afirma que o período inflacionário é apenas uma teoria, mas que atualmente se encontra bem consolidada na comunidade científica, ao menos o suficiente para que cientistas se debrucem sobre ela e para movimentar outras pesquisas baseadas nela. Neste ponto o texto apresenta uma pesquisa empreendida para compreender o desenvolvimento do cosmos por meio de observações telescópicas. Além disto, a reportagem relata que os resultados dessa pesquisa têm auxiliado outras pesquisas de natureza teórica como a tentativa de sintetização de uma “teoria de tudo”, que unificaria toda a física moderna.

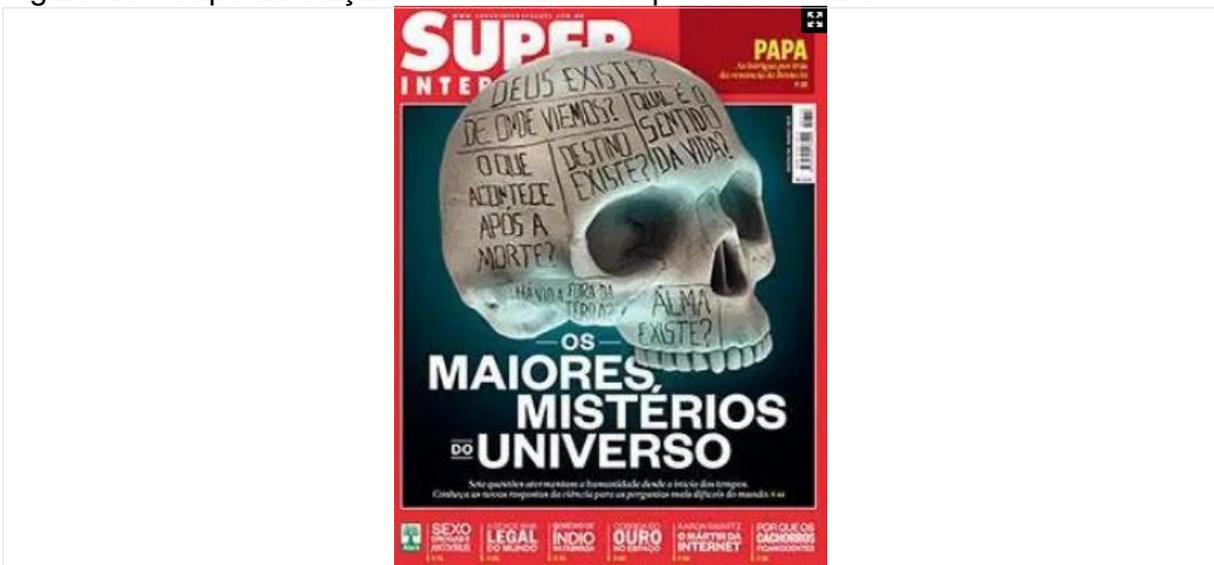
Por fim, uma outra pesquisa que poderia ser auxiliada por essas observações e estudos seria a da existência de multiversos. Optando por chamá-la de “mais ousada

hipótese científica já concebida”, o texto a apresenta como plausível e coerente enquanto permitida pelos princípios atuais. Na explicação, são apresentadas as palavras de Andrei Linde (1948-) que faz uma analogia para explicar como a instabilidade de um período inflacionário teria causado um “rasgo no tecido espaço tempo”, passando a existir múltiplos universos, oriundas dessas separações.

N7) De onde viemos?

Essa publicação faz parte de uma série de reportagens que estão contidas na edição 316 da revista SuperInteressante. Na ocasião essas reportagens formaram a manchete principal da revista no mês de março de 2013, conforme observamos na figura 18. Eduardo Szklarz e Bruno Garattoni iniciam o texto escrevendo o que chamam de “história do universo”. Entretanto, logo em seguida, afirmam que a sua primeira versão dessa história na verdade seria a hipótese tradicional de que não havia um antes do *Big Bang* para então apresentar a hipótese “menos tradicional” de que existe na realidade um movimento cíclico de criação de universos.

Figura 18 - Capa da edição 316 da revista SuperInteressante



Fonte: Site da revista SuperInteressante. Disponível em: < <https://super.abril.com.br/superarquivo/316/> >. Acesso em 13 nov. 2019

Os autores dão seguimento para o porquê de ideias “menos comuns”, como essas, ainda integrem o corpo de conhecimentos produzido pela cosmologia. Em sua explicação, eles apontam a incompletude que a teoria do *Big Bang* detém em relação à grande quantidade de matéria do universo, bem como de sua expansão,

apontando como responsável deste último fenômeno a energia escura. Em seguida o leitor é apresentado à outra teoria sobre o desenvolvimento do cosmos na qual poderiam existir diversos universos que estariam separados por espaços muito grandes, nas palavras do físico brasileiro Marcelo Gleiser (1959-).

Em seu final, o texto apresenta ao leitor os esforços recentes da ciência para explicar como a matéria do universo foi criada. Neste caso, aborda o bóson de Higgs que, no contexto da notícia, acabara de ser detectado e estudado pela colaboração científica internacional do CERN (*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*).

N8) O bóson de Higgs não deu nem pro começo

A reportagem que foi publicada na revista em agosto de 2012 fez parte da sua edição de número 307. Naquele contexto, uma das equipes do LHC acabara de detectar uma partícula que acreditavam ser o bóson de Higgs. A detecção ocorreu um mês antes dessa reportagem e os cientistas passaram a analisar os dados para garantir certa confiabilidade de que a partícula detectada era uma que possuía as propriedades previstas e sugeridas por Peter Higgs (1929-) e outros cientistas na década de 1960⁴⁸.

O texto da reportagem é assinado pela redação, mas leva logo no seu início o nome de Salvador Nogueira. O autor inicia a reportagem afirmando a comemoração em torno da detecção do bóson enquanto uma “celebração *nerd*” e explica que essa euforia era devido ao encerramento do Modelo Padrão de Partículas em seu caráter observacional. Em seguida, o texto explica a importância da sua detecção, apresentando o Modelo Padrão como aquele que pode explicar uma parte pequena do universo.

Durante a explicação da importância do Modelo Padrão os autores introduzem ao leitor a matéria e a energia escura como as outras partes que formam o cosmos. Afirmam, encerrando a explicação dos 4,6% do universo, que o acelerador de partículas poderia ser utilizado para compreender de melhores formas essas entidades.

Além da matéria e da energia escura, a reportagem também aborda a gravitação enquanto um fenômeno que não é bem explicado pelo Modelo Padrão,

⁴⁸ Para saber mais é possível consultar o trabalho de Pimenta et al. (2013), disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n2/06.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

apontando os esforços para “quantizar a gravidade”. Já no fim do texto o autor cita exemplos nos quais a gravidade e altas energias encontram-se presentes e a necessidade de se ter uma teoria que seja capaz de compreender tais situações. Nesse sentido, aponta o LHC também como um potencial simulador de algumas características do *Big Bang* e garante, também, que o bóson é apenas o início de uma longa pesquisa ainda a ser feita.

N9) E se o Big Bang não tivesse acontecido?

Essa reportagem, também assinada pela redação da SuperInteressante, mas que leva o nome de Raphael Soeiro, foi publicada na mesma edição de N8, do mês de agosto de 2012. Nela, o autor se propôs a discutir as outras possibilidades para o surgimento e desenvolvimento do universo além daquela que é proposta pela teoria do *Big Bang*. Neste sentido, o autor inicia o texto apresentando a referida teoria juntamente com seus problemas, como determinados fenômenos que ela ainda não consegue descrever e evoca uma fala do físico brasileiro Laerte Sodré Jr., da Universidade de São Paulo (USP), de que o que se fala sobre a origem do universo é especulação.

Em seguida apresenta o *Big Bang* como uma série de explosões nas quais o universo foi criado, além de explicar que o universo está crescendo mais rápido, segundo algumas “descobertas recentes”. Cita a existência de desafios no âmbito da astrofísica e da astronomia abordando a energia escura – uma força contrária à gravidade – enquanto um deles. Depois disto, afirma ao leitor que se o *Big Bang* não tivesse acontecido, nada seria como é hoje para, em seguida, afirmar que se trata de uma teoria bem aceita, mas não a única.

No final do texto há um grande *box* no qual o autor apresentou seis outras possibilidades para a criação do universo. São cinco possibilidades que foram apresentadas ao leitor como modelos cosmológicos científicos, enquanto a última delas é uma breve explicação de como a religião católica argumentaria a criação do universo. O lide desse *box* (fig. 19) dialoga diretamente tanto com o título da publicação, “E se o Big Bang não tivesse acontecido?”, como com a frase que o intitula, “No início”, respondendo assim, com variedade a pergunta feita no título da reportagem.

Figura 19 – Quadro da reportagem N8 com diversos modelos cosmológicos

NO INÍCIO
 Não haveria nada. Ou o Big Bang não seria como sabemos

Multiverso
 Ok, sem o Big Bang nosso Universo não existiria. Mas talvez existissem outros. A ciência não consegue provar isso, mas também não descartou a hipótese, já que uma das características de um universo paralelo é nunca entrar em contato com outro. Fica praticamente impossível comprová-lo ou refutá-lo. Na teoria, a única coisa que pode vazar de um universo para o outro é a gravidade. Seria a energia escura a prova que faltava? Ainda é muito cedo para dizer.

Big-crunch
 Se não houvesse a energia escura, responsável pelo espetáculo do crescimento do Universo, ele passaria a encolher e encolher, concentrando toda a matéria outra vez. Isso é o Big-Crunch. Depois de se contrair, o Universo explodiria novamente, gerando outro Big Bang. E isso aconteceria ciclicamente.

Fim da matéria
 Essa teoria diz que a expansão continuará até que toda a matéria se dissipe por completo. Então, o campo de energia que envolve o Universo gera outra explosão. Começa tudo de novo.

Outros big bangs
 O Big Bang como conhecemos pode ter criado apenas um universo, o nosso. Mas, como não temos nenhum conhecimento de supostos outros universos, não sabemos como eles teriam surgido. Ou seja, o nosso pode ser apenas uma de tantas outras Grandes Explosões. E ainda há uma teoria que diz que o Big Bang é resultado da colisão entre dois universos. Um mero tropeção cósmico, como tantos outros. O Big Bang não seria o grande início. Apenas mais um.

Bola de sabão
 A teoria lembra aquela música do Babado Novo: o Universo seria uma bolha de sabão que cresce até explodir. Não se sabe quando vai estourar, nem quais as consequências (os planetas poderiam ser expulsos do Sistema Solar, por exemplo). Aí, então, ela geraria outro universo. Pirou minha cabeça.

E a fé?
 O Vaticano, por exemplo, reconhece o Big Bang como uma obra divina – e não do acaso. Sem ele, Deus daria um outro jeito para criar tudo isso aí. E fim de papo.

Fonte: Site da revista SuperInteressante. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/e-se-o-big-bang-nao-tivesse-acontecido/>>. Acesso em: 02 dez. 2019.

N10) O som do espaço

Essa reportagem foi publicada originalmente no mês de setembro de 2011, na edição de número 295, mas foi atualizada em fevereiro de 2016, após a detecção de ondas gravitacionais pelo LIGO. Assim, não tivemos acesso ao material original da reportagem, tendo em vistas as evidentes mudanças na reportagem – citações de

eventos de posteriores ao ano de publicação original. Nesta publicação Salvador Nogueira relata o desenvolvimento ocorrido em pesquisas experimentais a respeito do universo.

Ele inicia afirmando as mudanças em como observar o cosmos, do olhar para o ouvir. Isto para que seja possível compreender o que havia antes do *Big Bang*. O autor descreve de forma geral como funcionam os trabalhos com a detecção de ondas eletromagnéticas e logo em seguida trata do fato de que se tornou interessante detectar outro tipo de onda, as gravitacionais. Para explicar o que são, o autor opta por abordar a Relatividade Geral, evocando a figura de Einstein como cientista possivelmente com mais “previsões fantásticas confirmadas”. Após tratar a referida teoria, o texto encaminha uma explicação sobre como pode ocorrer o fenômeno de ondas gravitacionais e como elas podem ser detectadas.

Antes do *box* que encerra o texto, o autor optou por falar sobre os diversos detectores que têm sido criados para captar esses “sons do espaço”. Cita, neste caso, o detector da USP, Mario Schenberg, que tem formato diferente do LIGO. Depois de descrever a importância das pesquisas para compreender melhor os buracos negros o texto retoma outra explicação, agora do pesquisador do INPE, Odylio Aguiar, que aborda a importância do detector brasileiro para a pesquisa de ondas gravitacionais. Cita, por fim, outros detectores espalhados pelo mundo até chegar no pequeno *box* que já falamos.

Esse *box* declara a possibilidade de a pesquisa com ondas gravitacionais avançar no sentido da quantidade de detecções, permitindo, deste modo, que sejam “revelados mistérios”, a exemplo daquilo que aconteceu antes do *Big Bang*. O *box* termina com uma explicação sobre o que os cientistas que defendem essa tese, de que havia um antes do *Big Bang*.

N11) O que havia antes do Big Bang?

A reportagem mais antiga analisada nesta pesquisa foi publicada em agosto de 2010, na edição de número 281 da revista SuperInteressante. Rodrigo Rezende escreve o texto sobre a teoria do *Big Bang* e sobre outras teorias que podem dar argumentos adicionais a ela. Isto para responder a pergunta que se encontra no título da reportagem. Ele inicia com uma imagem que representa o que seria o *Big Bang* e

situa o leitor em uma parte do mesmo universo que uma hora teria se expandindo rapidamente, pois todos os lugares estariam ocupando o mesmo espaço.

Dando seguimento a esse preâmbulo, ele aborda o que haveria antes do *Big Bang* e o que há “do lado de fora” do universo. Afirma ao leitor que a maioria dos cientistas não se preocupa com essas perguntas, uma vez que isto estaria fora do alcance da ciência, mas que existem alguns pesquisadores preocupados em dar respostas a esses questionamentos.

No primeiro tópico do texto o autor aborda novamente questões sobre o momento inicial de expansão do universo e em seguida relaciona esse evento com o fenômeno dos buracos negros. Após explicar como um buraco negro poderia ser formado, deixa claras ao leitor as limitações que estudos sobre esses objetos sofrem. E apresenta logo a ideia do cientista Lee Smolin (1955-), de que na verdade o *Big Bang* teria sido uma singularidade de outro universo, sendo este, em que vivemos, um universo-filho do seu anterior.

O tópico dois do texto aborda a teoria das Supercordas. Após explicar uma parte dessa teoria o autor encaminha as possibilidades que ela dá para compreender a origem do universo. Explica que esse novo modelo foi proposto por cientistas no início do século XX e o descreve, afirmando ao leitor que a origem do universo, neste caso, seria completamente ocasional. Cita uma fala do cientista britânico Paul Davies (1946-) de que a teoria pode ser uma grande conquista para ciência, mas que talvez não pode ser desenvolvida em sua plenitude como a comunidade científica gostaria.

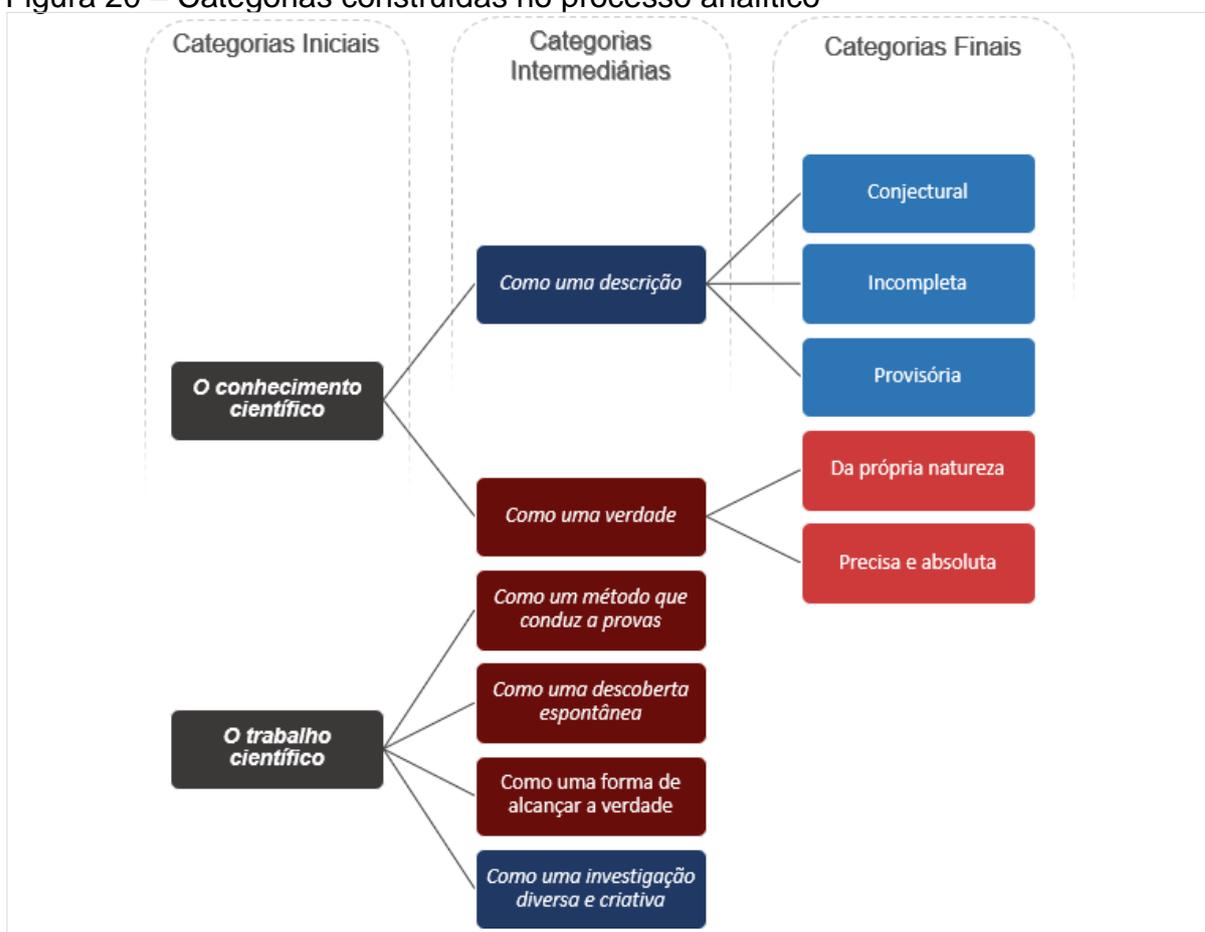
O terceiro tópico de desenvolvimento do texto trata da física quântica. O autor inicia com uma extrapolação a respeito da teoria quântica: a possibilidade de um objeto macroscópico atravessar outro. Em seguida, afirma uma certa esquisitice por parte da teoria e trata a probabilidade de o evento explorado anteriormente ocorrer. Partindo desse princípio o autor considera a probabilidade de que outro universo surja dentro do nosso. O último tópico aborda o desenvolvimento do universo e os reflexos que ele pode causar na visão sobre a nossa posição nele, sugerindo que nós estaríamos vivendo em uma simulação.

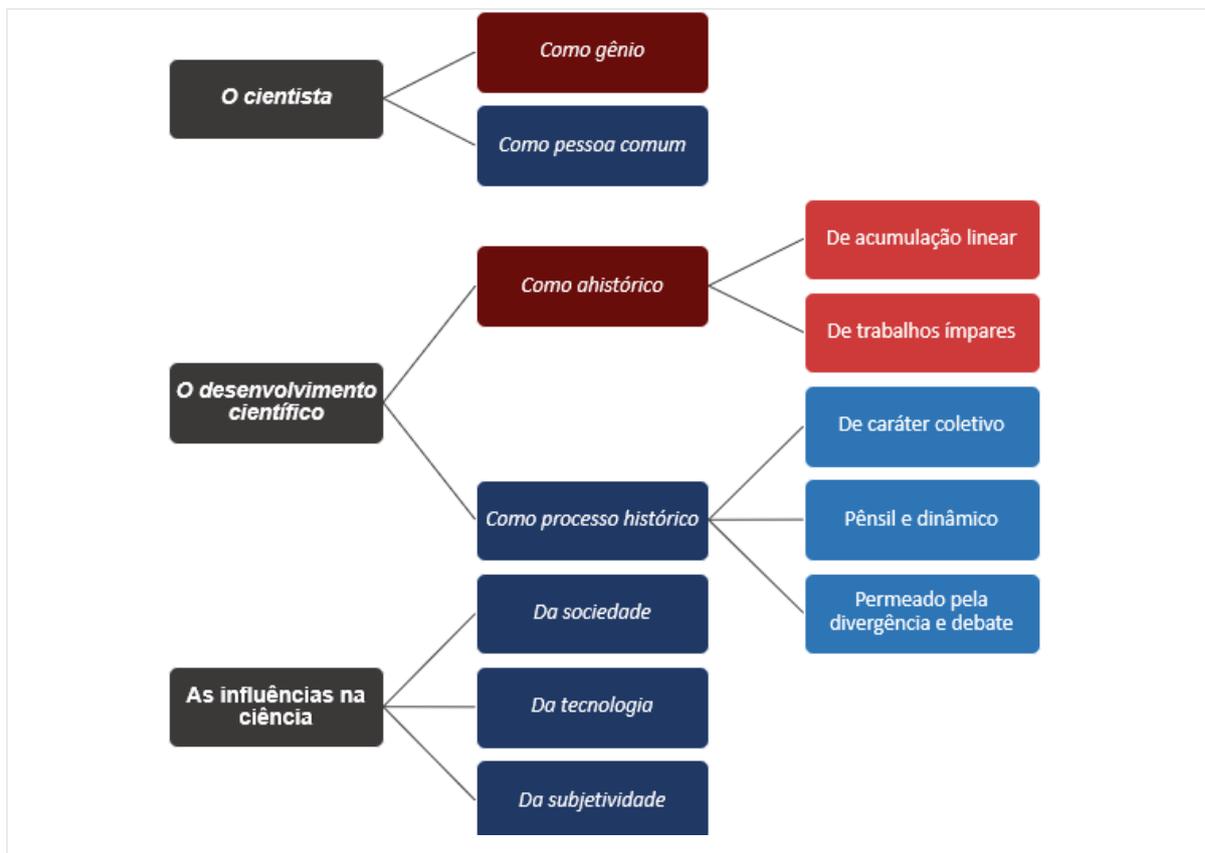
7.2 AS CONCEPÇÕES SOBRE A CIÊNCIA NA SUPERINTERESSANTE

Em nossas análises obtivemos um sistema que possui os três níveis de categoria indicados por Moraes e Galiazzi (2016) – categorias iniciais, intermediárias e finais. Essas subcategorias (categorias intermediárias e finais) tiveram como objetivo tornar cada vez mais específicas as qualidades dadas para o que consideramos os quatro elementos que poderiam descrever a ciência apresentada pela revista SuperInteressante. Entretanto, conforme veremos a seguir, nem todas as categorias iniciais tem categorias finais.

As categorias iniciais, que consideramos para apresentar a concepção de ciência da revista SuperInteressante em notícias de cosmologia, foram: **O conhecimento científico, o trabalho científico, o cientista, o desenvolvimento científico e as influências na ciência**. O resultado dessa categorização se encontra na figura abaixo.

Figura 20 – Categorias construídas no processo analítico





Fonte: Do autor, 2019.

Construímos as categorias e subcategorias de forma que a leitura integral e, em sequência, de “categoria inicial + categoria intermediária + categoria final” indicasse imediatamente a visão que as suas UAs apresentam. Desse modo, UAs que apresentam ao leitor o desenvolvimento científico como construído historicamente por diversos sujeitos estão contidas na primeira categoria, “O desenvolvimento científico”, na segunda categoria “como processo histórico” e na terceira categoria, “de caráter coletivo” a qual, em sua leitura completa, fica “**O desenvolvimento científico como processo histórico de caráter coletivo**”, por exemplo.

Percebemos uma grande quantidade de aspectos positivos a respeito da NdC, uma vez que características mais adequadas foram atribuídas com mais frequência aos aspectos que analisamos do que aquelas que consideramos equivocadas. Como poderemos observar pelas tabelas em cada um dos tópicos, as duas categorias que têm maior equilíbrio em relação a visões consideradas errôneas e adequadas são “O conhecimento científico” e, principalmente, “O cientista”. Ademais, a seguir se encontram os metatextos de cada uma das categorias iniciais, divididos por suas categorias intermediárias.

7.2.1 O conhecimento científico

Durante as análises das publicações, observamos que seus textos frequentemente mencionavam diferentes modelos cosmológicos. Isto impactou diretamente a quantidade de UAs percebidas e posteriormente contidas na categoria “O conhecimento científico”. Um exemplo explícito e mais objetivo dessa variedade está na publicação “E se o Big Bang não tivesse acontecido?” (N9), que traz um quadro com modelos cosmológicos que, segundo a revista, já foram propostos para explicar a dinâmica cosmológica.

Foram reconhecidas 85 UAs que fazem representações acerca do conhecimento científico. UAs dessa categoria estão presentes em todas as publicações analisadas, ainda que em menor quantitativo em determinadas reportagens, como em N10 que possui apenas uma.

Há uma larga diferença na quantidade de UAs que fazem representações mais adequadas (o conhecimento científico como uma descrição) em relação àquelas menos adequadas (o conhecimento científico como uma verdade). Além disso, em nenhum dos textos analisados a quantidade de representações errôneas superou a quantidade de representações mais adequadas sobre o conhecimento científico.

Quadro 3 – Quantitativo das representações do conhecimento científico classificado em subcategorias

Categoria / subcategorias	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	Total
O conhecimento científico	4	6	11	2	15	12	6	6	9	1	13	85
<i>como uma descrição</i>	4	5	7	1	10	8	4	5	6	-	8	58
conjectural	1	1	7	1	3	5	2	1	4	-	6	31
incompleta	2	3	-	-	5	1	1	2	1	-	1	16
provisória	1	1	-	-	2	2	1	2	1	-	1	11
<i>como uma verdade</i>	-	1	4	1	5	4	2	1	3	1	5	27
da própria natureza	-	1	3	-	-	1	-	-	3	-	-	8
precisa e absoluta	-	-	1	1	5	3	2	1	-	1	5	19

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Poucas foram as oportunidades em que não reconhecemos a presença de variedade de compreensões do que é o conhecimento científico. Somente em duas reportagens (N1 e N10) não percebemos a presença simultânea de uma concepção

mais próxima daquilo que consideramos adequado e daquilo que consideramos errôneo enquanto representação do que é conhecimento científico.

Quando elaboramos essa categoria partimos do pressuposto de que o conhecimento científico é um produto do trabalho científico. Projetamos inicialmente que ele poderia ser apresentado enquanto uma descrição ou interpretação provisória e conjectural dos fenômenos, ou um produto imutável, absoluto e neutro (GIL-PÉREZ et al., 2001). Entretanto, como podemos observar no quadro acima, duas subdivisões emergiram durante as análises realizadas.

A primeira delas foi a representação de que o conhecimento científico é o que determina a natureza e como seus fenômenos se manifestam, em uma espécie de “determinismo às avessas”. A segunda, já no espectro de representações mais adequadas, é a de que o conhecimento científico, para além daquele caráter provisório, possui também uma certa incompletude, conforme explicaremos logo.

7.2.1.1 *Como uma descrição*

Compreendemos que a descrição é uma ação de representar para o outro. É apresentar aquilo que se enxerga, como se enxerga, por meio de uma linguagem. É neste sentido que consideramos o conhecimento científico como uma descrição e interpretação humana sobre a natureza e seus fenômenos. Portanto, nesta subcategoria estão as UAs que apresentaram os conhecimentos sobre o universo, fruto dos estudos realizados pela comunidade científica, enquanto descrição e interpretação da estrutura e do desenvolvimento do universo.

Em alguns dos textos analisados a representação do conhecimento científico enquanto uma descrição se encontrava em seu conteúdo manifesto (MORAES; GALIAZZI, 2016). Inclusive, em alguns momentos, os autores optaram por declarar isto para o leitor. Possivelmente a mais explícita das UAs identificadas está em N11, quando o autor trata sobre a teoria quântica:

Se o objetivo é descrever o comportamento de uma quantidade ridiculamente grande de partículas subatômicas fervilhando freneticamente a uma temperatura 10 trilhões de trilhões de vezes superior à do Sol, é quase impossível não usá-la. Ela funciona como uma espécie de superzoom em espaços menores que o núcleo de um átomo. Pena que, às vezes, a teoria quântica tem um efeito tão devastador quanto uma câmera de alta definição em um rosto cheio

de rugas: revela todos os detalhes “deselegantes” que se escondem no interior da matéria {11.23}.

Compreendeu-se, neste caso, a teoria quântica como uma opção para descrever a dinâmica das partículas subatômicas, mas não a única para realizar tal feito, uma vez que o autor opta por afirmar que é “quase impossível não usá-la”, em vez de somente “impossível”. No caso desta UA, há de se levar em consideração, ainda, a comparação realizada entre a teoria e uma “câmera de alta definição”, objeto no qual precisamos “olhar através” para registrar aquilo que gostaríamos. Aquilo que temos nos “arquivos gravados” é a realidade descrita pelo olhar de alguém, pois, ambos os dispositivos, teoria e câmera, não se operam sozinhos.

Outra comparação que apresentou o conhecimento científico como uma descrição da realidade ocorreu em N8, quando o autor explicava o Modelo Padrão:

A razão para tanta festa era que o tal bóson era a figurinha que faltava para completar o grande álbum das partículas, também conhecido como Modelo Padrão. Uma forma simplificada de pensar nele é imaginar uma tabelona que especifica as características de todos os componentes da matéria e da energia {8.3}.

Um álbum de figurinhas é um livro composto por imagens e descrições de personagens, reais ou imaginários. Os colecionadores que optam por um desses álbuns têm o trabalho de encontrar as partes que o compõe. Essas partes, por sua vez, já foram escolhidas por outras pessoas para se tornarem objeto de busca. E a própria reportagem deixa clara a importância das buscas pela partícula que tivesse as mesmas características do que deveria ter um bóson de Higgs: completar a tabela que especifica as características do que consideramos atualmente as partículas elementares.

Quando se completa um álbum de figurinhas, tem-se em mãos a melhor representação que este livro pode entregar. Entretanto, completar o álbum de figurinhas não garante ao seu colecionador que ele tenha a totalidade daquilo que é a realidade. Além disso, o fato de ainda não ter completado este álbum não o torna menos interessante para a comunidade que o coleciona. Geralmente muito ao contrário, enquanto não completado, as suas partes são objeto de contínua busca. São ideias semelhantes a essas que verificamos em trechos das publicações que

apresentavam características de *incompletude ou inconclusão* do conhecimento científico.

Na reportagem que tratava sobre a detecção bóson de Higgs (N5), os autores destacavam a importância da partícula, mas também chamavam a atenção para os outros desafios que viriam em seguida à ela:

Os outros 82% estão na forma de "matéria escura", algo que existe, mas ninguém sabe do que é feito – se a coisa for mesmo composta de partículas, certamente não são as 17 que a gente conhece, como resume o físico português João Varela, do Cern: "A matéria escura é diferente daquela que compõe estrelas e planetas; diferente da dos átomos que formam o nosso corpo". E agora? "Agora a grande missão da física de partículas é entender a matéria escura", completa uma colega italiana de João no Cern, a física Gaia Lanfranchi, para em seguida revelar sua frustração: [...] {5.18 }.

O irônico é que, mesmo se tudo der certo, e acharem as partículas supersimétricas, o trabalho de entender o Universo ainda vai estar no começo. A matéria escura e a matéria normal não respondem por tudo o que existe do lado de fora (e do de dentro) da sua janela. As duas juntas equivalem a só 30% de tudo o que existe de verdade no Universo {5.37}.

Se continuarmos a comparação realizada em N8, poderíamos supor que há outros álbuns que precisam ser completados para termos toda a coleção "O Universo". Ou seja, o conhecimento científico que a cosmologia já produziu a respeito do nosso cosmos não é suficiente para explicar sequer a totalidade de sua composição sendo, portanto, incompleto. Outro exemplo dessa incompletude na cosmologia, mas agora a respeito da dinâmica do universo, está no texto N7:

Todo o resto, 96%, supostamente é preenchido por coisas estranhas: a energia escura e a matéria escura, que não somos capazes de ver. A teoria do Big Bang tampouco explica por que o Universo está se expandindo cada vez mais rápido, num fenômeno chamado aceleração cósmica {7.8}.

Devido à relação que a cosmologia adquiriu com a física quântica e a Relatividade Geral, elas são lembradas pela revista recorrentemente em suas publicações. Entretanto, como sabemos, entes físicos explicados por uma teoria ainda não possuem explicações bem formuladas e sustentadas na outra, como é o caso da gravidade. Em determinadas notícias os autores pontuaram isto:

A primeira ideia é o Santo Graal de dez entre dez físicos: a teoria do tudo. Ainda não existe uma física que realmente explica o mundo. O que existe de fato é uma espécie de muro de Berlim que separa a física em duas partes: o domínio das escalas astronômicas (controlado pela teoria da relatividade de Einstein [...]) {6.24}.

Aliás, por falar em gravitação, esse é outro grande mistério que ainda não foi totalmente esclarecido. Quer dizer, até foi, mas como se fosse uma bizarrice do Universo. Porque enquanto todo o resto do Universo conhecido é descrito por uma teoria quântica (o festejado Modelo Padrão), a gravidade só foi satisfatoriamente apresentada pela teoria da relatividade geral de Albert Einstein {8.11}.

A teoria quântica e a relatividade geral, apesar dos problemas descritos nas UAs acima, são apresentadas ao leitor como as duas bases sólidas (POPPER, 1953) nas quais a comunidade científica se apoia. Ambas as teorias predizem regras, métodos e pré-conceitos que balizam pesquisas cosmológicas. Deste modo, quando a revista aborda essas duas teorias, está apresentando parte integrante do paradigma sob o qual as pesquisas neste campo são realizadas (KUHN, 1970). Ela também apresenta o que pode ocorrer quando os pressupostos desse paradigma não são suficientes para que essas pesquisas tenham a continuidade prevista, ou ainda quando a comunidade científica reconhece as anomalias que nele estão instauradas (KUHN, 1970):

Até aí, ok. Podemos conviver com duas teorias diferentes para explicar coisas diferentes, certo? O problema é que há fenômenos que combinam efeitos da relatividade com ocorrências quânticas. E aí, ao combinar as equações das duas teorias, o resultado é... Bem, dá tudo errado. As contas não fecham. Isso faz supor que a descrição do Universo num nível mais profundo exigirá a criação de uma nova teoria, capaz de reunir a relatividade e a atual mecânica quântica no mesmo saco {8.15}.

A última frase componente dessa UA reconhece a possibilidade de que toda uma área seja revolucionada para que se compreenda de modo diferente aquilo que atualmente não é satisfatório para a comunidade científica. Isto tende a diminuir a ideia de que o conhecimento científico é fruto de uma acumulação linear de ideias (GIL-PÉREZ et al., 2001). Além disso, também mostra ao leitor que essa “nova teoria” pode (re)ter conceitos e outras construções científicas que já existiam, incorporando-

as e/ou dando outros significados a elas na nova interpretação que é produzida (KUHN, 1970).

Essa UA também permite ao leitor a compreensão do conhecimento científico como uma descrição **provisória**, pois as teorias, assim como o paradigma que as rege, podem ser modificadas quando a comunidade científica considera necessário:

Mas também há a possibilidade de que as leis da física que conhecemos tenham chegado a um limite. Que as equações da Relatividade Geral, que explicam a expansão do cosmos, simplesmente não funcionem quando as distâncias envolvidas são enormes. Algo parecido já aconteceu antes, inclusive: na década de 1920, descobriu-se que a Relatividade Geral não funciona a distâncias extremamente curtas {1.27}.

Era a primeira vez que alguém teorizava a ideia de uma partícula fundamental, [...]. A diferença é que não existe só uma partícula fundamental, mas várias. Mesmo a coisa que a gente conhece como “átomo”, batizada assim em homenagem a Demócrito, é feita de peças bem menores, estas sim indivisíveis, como havia proposto o pré-socrático. Até o fim do século 20, a ciência tinha encontrado 16 delas {5.10}.

Portanto, a ciência pode apresentar novas respostas para antigas perguntas. Se são provisórias, essas repostas são invariavelmente mutáveis, o que diverge da concepção de que o conhecimento científico é absoluto (MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998). Uma outra característica do empreendimento científico que fora apresentada nas publicações é a relação de confiabilidade que a comunidade científica precisar ter em relação aos seus dados:

Na última década, a sonda WMAP, da Nasa, usou essa radiação para medir a curvatura do cosmos. O cálculo final conclui que o Universo é plano, veja só. E com uma margem de erro de apenas 0,4% {3.10}.

Pelas contas dos físicos, 20% do Universo é matéria escura. E só 5% matéria normal, feita de prótons, elétrons e bósons de Higgs. Aparentemente, a matéria escura é feita de partículas que não interagem com a matéria de nenhum outro modo que não seja a gravidade, por isso é difícil detectá-las {8.10}.

O estudo foi reforçado pela Pesquisa Espectroscópica de Oscilação Bariônica (BOSS, em inglês), publicada em 2014, que mediu a densidade do Universo com a maior exatidão já vista. O que a BOSS detectou foi que o Universo abriga basicamente a quantidade de massa exata necessária para ser plano {3.13}.

Deste modo, a ciência é apresentada enquanto um empreendimento que tem, em seu trabalho empírico, medidas com uma certa imprecisão, porque resultados com “0,4%” e “maior exatidão” não significam “0%” e “exatidão” mas que, no sentido interpretado da UA, atendem satisfatoriamente às expectativas dos cientistas. Por isto, mesmo que inexatas, essas interpretações podem ser consideradas respostas seguras para os problemas propostos.

O fato de a revista apresentar o conhecimento científico como construído sobre determinados pressupostos, dá a ele a qualidade de **conjectural**, ou seja, o produto das pesquisas científicas depende diretamente do próprio estado do conhecimento que já está construído a respeito do problema na área em que se insere. Este fato pode revelar as relações entre as diversas construções científicas como as hipóteses, experimentos, teorias, leis, etc. (GIL-PÉREZ et al., 2001; LAKATOS, 1978). A mais explorada dessas construções foi a hipótese:

Mas existe um mistério aí: a velocidade dessa expansão está aumentando. E ninguém sabe por quê. Diante do mistério, surgiu a hipótese da energia escura. Existe alguma coisa acelerando a expansão cósmica. A essa coisa deram o nome de “energia escura”, por pura falta de opção melhor {1.18}.

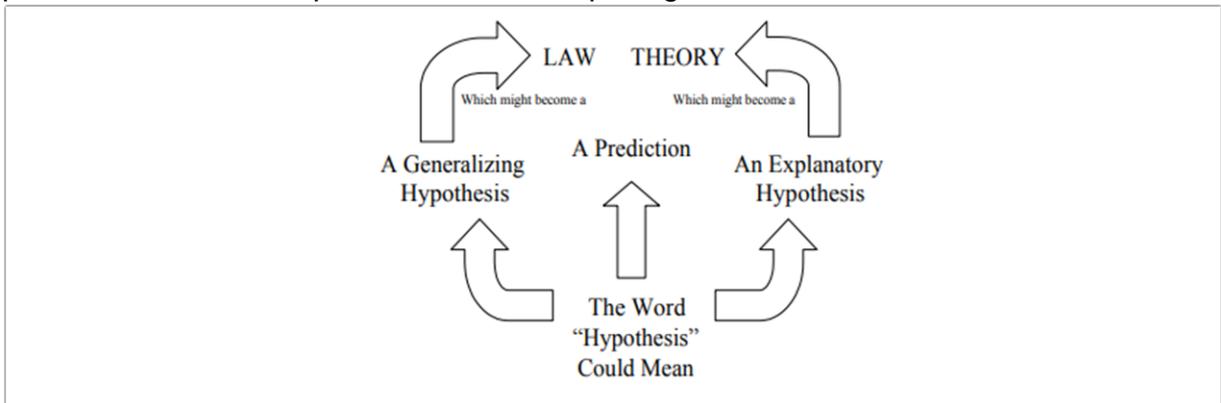
A energia escura, neste caso, é apresentada como uma construção científica semelhante àquilo que Lakatos (1978) propôs como “hipótese auxiliar”, protegendo o núcleo da investigação do *Big Bang* dos impactos causados pela observação de uma dinâmica cosmológica diferente daquilo que seus elementos iniciais eram capazes de absorver. Para o leitor, o programa de investigação do *Big Bang* permanece intacto, alterando-se somente algumas arestas do seu cinturão protetor para que esse novo ente físico seja incluído enquanto parte a ser investigada pela comunidade científica, justamente aquilo que a cientista, personagem da reportagem, faz na cooperação internacional DES (para lembrar, *Dark Energy Survey*).

McComas (1998) afirma que o termo “hipótese” pode assumir definições que são perigosas para a compreensão de como ocorre o trabalho científico. Segundo o autor, há uma clara confusão da relação entre hipóteses, teorias e leis que fazem parecer que uma pode se tornar a outra por meio da acumulação contínua de evidências, conforme na UA {6.31}.

Já a outra teoria extrapola os limites deste Universo. Imagine que nosso cosmos não está sozinho. Ele é apenas mais um em meio a infinitos Universos. É o que diz a teoria do Multiverso, talvez a mais ousada hipótese científica já concebida. Ousada, porém coerente {6.31}.

Apresentando a ideia de que diversos universos podem existir, a redação da SuperInteressante sugere uma “hipótese científica ousada”. Há, portanto, no mínimo duas possibilidades de sentidos na frase. A primeira é de que uma hipótese se torna uma teoria em decorrência de algum acontecimento. Esse primeiro sentido já foi explicitado por McComas (1998), conforme Figura 21.

Figura 21 – A árvore de definições para o termo "hipótese". À direita o caminho que pode ter sido tomado pelos autores da reportagem



Fonte: McComas, 1998

A segunda possibilidade é de que a “teoria do Multiverso” é uma hipótese científica, neste caso, teríamos um grande equívoco por parte da redação que, em nossa interpretação, passaria a considerar que toda teoria é uma hipótese. Ainda que improcedentes, os dois sentidos conotam ao leitor que as afirmações realizadas acerca desse multiverso são conjecturais, uma vez que o termo hipótese, em si, assume a possibilidade de ser verdadeira ou falsa. Outras UAs também realizam essa confusão:

Mas o que aconteceu antes dele? A hipótese mais tradicional (e mais frustrante também) diz que o tempo surgiu junto com a explosão, e portanto não existe “antes do Big Bang”. A outra é de que houve outros universos antes do nosso. E haverá outros depois dele, numa sequência eterna de renascimentos {7.3}.

Essa história de um ponto tão pequeno que sequer tem dimensões parece só uma abstração sem sentido. Mas não é. Para começo de conversa, as singularidades, segundo a hipótese mais aceita, existem hoje mesmo. E são mais comuns do que parecem {11.7}.

Na UA {7.3}, os autores da reportagem se referem a duas teorias reconhecidas, mas as trataram enquanto “hipóteses bem elaboradas” sobre o surgimento do universo. A existência de duas ou mais “hipóteses” apresenta ao leitor a ideia de que os conhecimentos científicos podem ser concorrentes. Todas essas representações podem prejudicar a compreensão de como essas construções científicas são utilizadas pela comunidade científica, uma vez que são apresentadas como iguais quando na verdade não são (MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998).

Uma outra representação observada de hipótese foi aquela enquanto uma predição, uma possibilidade para aquilo que é estudado (MCCOMAS, 1998). Neste caso, ela não busca generalizar ou explicar a respeito dos fenômenos, mas sugerir linhas de raciocínio para o problema em estudo:

Segundo ele, a interação com partículas de outros Universos na escala subatômica é a única explicação plausível para a espécie de chlique eterno que assola o mundo quântico. O que havia antes do chlique? Deutsche não arrisca uma resposta. O que ele e outros físicos fazem é buscar sentido para a ideia dos Universos paralelos. E chegaram a uma hipótese insana: a de que vivemos neles. {11.24}.

Nesta UA o produto da pesquisa se limita aos sentidos sobre uma das possíveis descrições para o desenvolvimento do cosmos. A afirmação de que o cientista não pretende produzir uma resposta clara e objetiva mostra ao leitor que o conhecimento científico é produzido nem sempre busca uma resposta-solução para os problemas propostos.

A compreensão de que na cosmologia, assim como em todas as ciências, as respostas dadas não são finais e absolutas, mas interpretações a respeito do lugar onde vivemos, pode promover uma cultura científica mais ampla (VOGT, 2003). Certas crenças podem se sobrepor às outras quando estabelecemos aquilo que advém da ciência como uma verdade e não uma possível interpretação do nosso mundo; o que pode ocorrer é uma polarização de grupos que evitam o contato com certos materiais advindos de um ou outro campo, ciência ou religião, por exemplo (HENRIQUE; SILVA, 2010).

Se os sujeitos leitores reconhecerem as repostas dadas pela ciência como objetos materiais e simbólicos de um determinado campo da cultura, podem aceitar a possibilidade de diversidade de respostas para uma mesma pergunta. Deste modo, promove-se a possibilidade de coexistência com respostas de outros campos da cultura, tendo em vista que uma resposta não precisa necessariamente excluir a outra. Desse modo a ciência pode se afastar da posição soberana que assumiu séculos atrás (LEVY- LEBLOND, 2006). Um exemplo disto está na entrevista com o físico Brian Greene (N4), em 2015, na qual uma das respostas parece um alerta para aquilo que ocorre no contexto atual,

A ideia de que há uma infinidade de universos é tão perturbadora quanto empolgante. Hoje em dia, há referências a ela em uma série de contextos pop. Mas, frequentemente, essas referências não têm nada a ver com o real significado do termo na ciência. É como uma dessas palavras científicas, como “quântico”, que são usadas pelo público com o sentido de “esquisito” ou “de outro mundo” {4.1}.

A crítica realizada pelo físico ao uso do termo “quântico” mostra como o mal(u) uso dele pode fazer com que assuma sentidos fantásticos ou excêntricos na sociedade, especialmente quando ela tem pouco contato com a área. No contexto atual essa discussão passou a ser urgente, pois tem assumido culturalmente um valor especial de autoridade científica⁴⁹ que se apoia na ideia de superioridade do conhecimento científico, que seria a panaceia do mundo. Essa apresentação dogmática, já denunciada por Auler e Delizoicov (2001) prejudica, como podemos perceber atualmente, escolhas pessoais sobre o consumo de determinados serviços e produtos, o que pode afetar diretamente a construção da cultura científica (VOGT, 2003).

7.2.1.2 *Como uma verdade*

No sentido contrário daquilo que foi apresentado pelas UAs da subcategoria anterior, também observamos nas publicações analisadas apresentações consideradas errôneas sobre o conhecimento científico. Essas apresentações

⁴⁹ Dentre outras cartas de repúdio a esse tipo de utilização do termo quântico, temos o da Prof.^a Dr.^a Gabriela Bailas: <<http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/opiniao/941-carta-aberta-a-sociedade-brasileira-de-fisica-sbf>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

possuíam em comum a ideia de que o conhecimento científico pode alcançar o status de verdade essencial das coisas e, assim, poderia responder de forma definitiva as perguntas da humanidade. Nelas também percebemos outras duas características particulares que aqui trataremos.

A primeira delas, que já esperávamos encontrar nos textos analisados, é a de que o conhecimento científico é uma verdade **precisa e absoluta**. Essa concepção parte do pressuposto de que o conhecimento científico pode responder de forma definitiva as perguntas da humanidade. A primeira forma de declarar isto foi, naturalmente, declarar tal precisão e absolutismo explicitamente:

Essa discussão é importante para garantir a existência dos seus clones. Porque só um Universo plano pode ser infinito, sem limite em nenhuma direção. A boa notícia é que chegamos a uma resposta quase definitiva, graças às Micro-ondas Cósmicas de Fundo, as formas de luz mais antigas que conseguimos enxergar, emitidas poucos milhares de anos após o Big Bang {3.8}.

Bom, só esperamos que, em algum lugar, exista um Universo com a resposta definitiva para o que havia antes do Big Bang. Mas cuidado: ela pode ser aterradora também {11.28}.

Ambas as UAs garantem a existência de uma resposta definitiva para as perguntas que foram apresentadas nas publicações, mesmo que ela ainda não tenha sido alcançada. Uma característica particular dessa afirmação é a de que ela geralmente será alcançada por meio de um trabalho experimental, dando a ele importância maior do que ao trabalho teórico (GIL-PÉREZ et al., 2001), no caso da UA {3.8} pela radiação cósmica de fundo.

Essa relação entre obter respostas definitivas e o trabalho experimental é corroborada pela concepção de que, para ser válido para a comunidade científica, o conhecimento precisa ser testado e comprovado.

Acho maravilhoso que as pessoas fiquem intrigadas com isso. Mas, se a ideia de multiverso é para ser levada em conta no modo como pensamos a realidade ou a nós mesmos, ela tem de ser comprovada cientificamente. E isso ainda não aconteceu {4.2}.

[...] Nós temos uma teoria que foi testada e comprovada. Mas ela não explica a matéria que forma a maior parte do Universo". Tanto trabalho para tão pouco {5.21}.

Conforme pudemos observar, são diversas as UAs que fazem essa representação. Compreendemos que, especificamente para o caso das UAs aqui identificadas, o conhecimento científico tem a qualidade de uma interpretação que alcançou a verdade. Destaca-se que ele é criado a partir de uma teoria que antes de ser posta sob testes não assume caráter verdadeiro, esta característica é dada a ela somente quando o seu teste tem sucesso. Uma consequência direta dessa assunção de verdade é que, conhecendo-a, a humanidade seria capaz de controlar a natureza e seus fenômenos:

Em 2012, quem surgiu no parto foi um bóson de Higgs, que saía do papel para entrar na história. Em 2013, os cientistas confirmaram a descoberta. Pronto. Era a prova final de que o Modelo Padrão estava certo mesmo. Agora toda a natureza estava dominada pela ciência. Toda? Não. E os cientistas sabiam desde muito tempo. Comprovar que são mesmo 17 as partículas que formam tudo o que a gente vê era só o começo, porque elas só explicam 18% das partículas que formam o Universo {5.16}.

Provavelmente essa chamada “teoria final”, se for encontrada, ajudará a entender o que é a tal energia escura – uma misteriosa força que age contrariamente à gravidade, acelerando a expansão do Cosmo – e que compõe 75% do Universo. Isso, com a matéria normal, já desvendada, mais a matéria escura, fechará a conta dos 100% {8.19}.

Em uma possível interpretação, se a ciência é capaz de dominar a natureza, significa que ela é capaz de explicá-la em sua totalidade, da forma mais completa possível. Assim, ela poderia conduzir a humanidade à evolução, pois detém o (mais) verdadeiro conhecimento a respeito do mundo em que vivemos. Tal interpretação pode conduzir a concepções nas quais o conhecimento científico é compreendido como especial em relação a outros produzidos, como os saberes da tradição, que seriam menos importantes ou menos valiosos ao desenvolvimento da sociedade, quando esta afirmação não é necessariamente verdadeira.

A visão de que o conhecimento científico é uma verdade absoluta também se encontrava no conteúdo latente dos textos (MORAES; GALIAZZI, 2016). Em nossas leituras, observamos que os autores produziam seus textos de forma que o conhecimento científico fosse apresentado como mais ou menos estabelecido conforme consideravam interessante às suas narrativas.

A trama desses textos partia inicialmente de uma pergunta ou questionamento a respeito do desenvolvimento do cosmos. Em seguida os autores apresentavam a

base de conhecimentos na qual essas perguntas poderiam se originar ou por ela serem respondidas. Neste momento, quando buscavam apresentar essas bases como sólidas e muito confiáveis, os autores optavam por uma narrativa que garante o conhecimento científico enquanto uma verdade.

Olhe para a janela agora. Tudo o que existe lá fora é feito de quatro coisas. Só quatro: quarks, léptons, partículas de energia pura e bósons de Higgs. Acabou. Você, o ar, as ondas que transportam mensagens de WhatsApp, a luz do sol, os seus pensamentos. Tudo. Não sobra nada no mundo palpável que não seja quark, lépton, partícula de energia ou bóson de Higgs [...] {5.3}.

Como recurso para realizar essa narrativa, os autores também fizeram uso de verbos no modo imperativo. Especialmente em {6.2}, esses verbos conduziam o leitor pelo texto em uma espécie de experimento mental, que ocasionaria na “descoberta” de uma verdade fundamental.

Tire os olhos desta tela. Olhe para os lados, para cima, para baixo. Consegue ver o Sol, um pedaço do céu? Ou a vista trava na parede, num móvel da sua casa? Não importa. Em todas as direções para as quais olhou agora, você viu a mesma coisa: o passado. Está aí uma verdade fundamental que costumamos esquecer: a luz que sai dos objetos demora um tempo até chegar aos nossos olhos. [...] ao olhar infinitamente longe só poderíamos ver uma coisa: o ponto mais antigo do cosmos. Ou seja, a “explosão” que criou nosso Universo há 13,8 bilhões de anos, mais conhecida pelo nome de Big Bang. Isso parece bem lógico, não? Só que é impossível de acontecer. [...] O fato é que não existia onda eletromagnética nenhuma – nem luz visível, nem raios X, nem ultravioleta. Nada {6.2}.

As afirmações categóricas dessas UAs, “Nada”, “Tudo”, “Acabou”, mostram ao leitor o quanto é preciso o conhecimento científico apresentado pela revista. As ordens que a narrativa impera ao leitor conduzem-no à ideia de que ele está “olhando”, “lendo” a natureza e alcançando a tal precisão que é dada por meio da narrativa. Compreendemos que, por vezes, a necessidade de denotar veracidade ao conhecimento científico faz com que as publicações pareçam ideias confusas. Isto ocorreu com frequência na publicação N9.

E se o Big Bang não tivesse acontecido? "Não haveria nada. Ou o Big Bang não seria como sabemos. Veja como seria a sua vida, o Universo e tudo mais {9.1}.

Ninguém sabe. Mas é possível que a vida, o Universo e tudo mais tivessem surgido mesmo assim. Afinal, o Big Bang é a principal e mais aceita, mas não é a única teoria a respeito da criação {9.2}.

"Enfim, se o Big Bang não tivesse acontecido, as estrelas não teriam surgido, os planetas não se formariam, não haveria Sol, Terra, você nem eu. Muito menos algo para ilustrar estas páginas. Mas, como falamos, o Big Bang é a principal, mas não é a única teoria. Então..." {9.8}.

Nessa publicação, o autor transmite uma ideia confusa da relação entre o conhecimento científico e a natureza. Não há uma compreensão clara sobre qual o entendimento o leitor precisa ter a respeito daquilo que o texto chama de “*Big Bang*”, um evento cosmológico, ou a teoria que o descreve. Deste modo, o conhecimento científico e a natureza são a mesma coisa, ou seja o conhecimento científico é **(d)a própria natureza**.

A natureza parece construir o conhecimento científico, bastando para a comunidade científica realizar uma leitura dessa verdade que lá se encontra. Essa construção aparece como “as leis da natureza”, construções científicas humanas as quais, em vez de serem generalizações (MCCOMAS, 1998), passam a ser fatos naturais:

Eis a grande pegadinha da natureza: as leis que governam o cosmos são permissivas o bastante para suportar a tese de que o Universo está cheio de clones seus. Por outro lado, elas são implacáveis a ponto de manter essas maravilhas do mundo das probabilidades completamente fora do nosso alcance {3.20}.

A esses densos cadáveres, damos o nome de estrelas de nêutrons. Já quando nada consegue sequer impedir que as partículas mais elementares se esmaguem umas por cima das outras, o colapso leva à produção de um buraco negro – a coisa mais densa que as leis da física permitem {2.5}.

Em uma interpretação, nessa “perfeição natural”, o conhecimento científico parece ser irrepreensível e imbatível, porque as suas explicações emergem da natureza para o cientista, e não do cientista – humano, dependente de suas interpretações e passível de erro – sobre ela. Como, para que seja conhecimento, essas “leis da natureza” ainda dependeriam de uma ação do cientista, bastaria que ele realizasse a leitura, a observação neutra (GIL-PÉREZ et al., 2001) desse

conteúdo, o que nos parece muito condizente com a concepção de descobertas espontâneas, abordada no próximo tópico.

7.2.2 O trabalho científico

visto que considerávamos que, enquanto produção de comunicação da ciência, a revista SuperInteressante buscasse apresentar ao seu leitor os modos pelos quais os cientistas chegaram ao resultado apresentado na revista, acreditávamos que dentre todas as categorias criadas, esta obtivesse a maior quantidade de UAs. Entretanto, às nossas expectativas não foram corroboradas, porque a proposta da maioria das notícias era abordar o conhecimento científico que já detemos sobre o universo, além de apresentar outras possibilidades para o que eles consideraram a teoria mais aceita, a do *Big Bang*.

Reconhecemos um total de 53 UAs divididas em quatro subcategorias que não possuem terceiras categorias. Foram consideradas as subcategorias “um método que conduz a provas”, “uma forma de alcançar a verdade” e “como uma descoberta espontânea”, aquelas que apresentam concepções errôneas a respeito do trabalho científico, enquanto “como uma investigação diversa e criativa” aquela que apresenta as concepções mais adequadas.

Quadro 4 – Quantitativo das representações do trabalho científico classificado em subcategorias

Categoria / subcategorias	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	Total
O trabalho científico	8	5	3	1	10	6	1	7	2	5	5	53
como um método que conduz a provas	-	-	-	1	5	-	1	-	1	1	2	11
como uma descoberta espontânea	-	1	-	-	1	2	-	2	1	-	-	7
como uma forma de alcançar a verdade	2	-	-	-	1	-	-	-	-	2	1	6
como uma investigação diversa e criativa	6	4	3	-	3	4	-	5	-	2	2	29

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Conforme o quadro acima, concepções que consideramos menos adequadas foram contempladas quase que com a mesma quantidade de UAs daquelas que consideramos mais coerentes com a realidade. A reportagem N5 foi a que mais representou de modo equivocado o trabalho científico, enquanto N1 apresentou o

trabalho científico a partir de uma ótica que consideramos fundamental para a compreensão desse empreendimento.

7.2.2.1 *Como uma descoberta espontânea*

Conforme abordamos ao final do subtópico “O conhecimento científico como uma verdade”, em determinadas publicações percebemos trechos que faziam parecer ao leitor que, para realizar o seu trabalho, bastava ao cientista observar os fenômenos para que o conhecimento surgisse para ele. Consideramos que é de sentidos muito próximos a este que a ideia de que o trabalho científico ocorre por meio de descobertas espontâneas está presente nas publicações.

Uma consequência imediata de que o conhecimento científico deve emergir da natureza é de que o trabalho de observação precede qualquer assunção a seu respeito. Ou seja, o cientista conduz um método empírico-indutivista (GIL-PÉREZ et al., 2001) para realizar seu trabalho, como está em:

Enquanto essas peças da natureza eram descobertas nos laboratórios, ao longo do século 20, os físicos foram montando uma grande teoria para explicar como uma interage com a outra, formando tudo o que a gente conhece. O nome dessa teoria é “Modelo Padrão”. Só que o tal modelo só faria sentido se houvesse um 17º jogador em campo: o bóson de Higgs, previsto no papel em 1964 pelo inglês Peter Higgs {5.11}.

Neste caso, a publicação distorce a história da ciência tendo em vista a forma pela qual opta por tratar a construção do Modelo Padrão (ABDALLA, 2005). Bastaria uma análise mais cuidadosa do próprio texto para reconhecer a incoerência. Se o modelo padrão foi construído conforme as partículas eram “descobertas”, como é possível ele já estar pronto sem ainda ter o seu “17º jogador”? Para além, se foram “descobertas”, como o bóson de Higgs já havia sido “previsto”?

Se considerarmos o trabalho científico do modo como a publicação coloca, está presente a ideia de que o trabalho científico é alheio a quaisquer conhecimentos predecessores. Trata-se de elemento considerado na obra de Popper (1953) e Kuhn (1970) como uma forma equivocada de pensar a lógica da pesquisa científica, uma vez que os cientistas predispõem-se de ideias e estudos para que possam definir “o quê” e “como” irão observar seu objeto (GIL-PÉREZ et al., 2001; MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998). No contexto da UA, o olhar do cientista é neutro e

afasta-se de que qualquer interferência sobre o fenômeno (GIL-PÉREZ et al., 2001; MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998).

Durante as leituras analíticas, percebemos que os autores das publicações optam por utilizar o termo “descoberta” em lugar de outros que poderiam facilmente alterar para mais adequadas as visões apresentadas sobre a ciência divulgada. Por exemplo:

E talvez essa seja a maior razão para comemorar a descoberta do bóson de Higgs: com sua descoberta, fechamos um capítulo na história da física e abrimos outro, provavelmente muito mais empolgante. O que todo mundo no Cern agora quer saber é: que novidades se escondem além do Higgs? {8.6}.

Em determinados trechos os autores poderiam optar pelo termo “detecção”, mais coerente com o trabalho realizado no CERN. A repetição do termo “descoberta” nessa UA pode induzir o leitor à crença de que o trabalho científico é realizado primordialmente por meio dela, que tem maior proximidade da espontaneidade do que propriamente do árduo trabalho que reconhecemos enquanto o realizado pela comunidade científica.

Einstein descobriu em 1905 que nada pode se mover mais rápido que a luz através do espaço. Mas isso não impede que O PRÓPRIO ESPAÇO se mova mais rápido que a luz. [...] Bom, o fato é que, de uma hora para outra, o Universo cresceu tão rápido que, numa fração de batida de asa de beija-flor, ele passou do tamanho de um próton para algo bem grande – com metade do tamanho que ele tem hoje. Isso foi a inflação cósmica {6.8}.

Em 1998, outra novidade: cientistas descobriram que há 1 bilhão de anos essa expansão ganhou força e o Universo está crescendo mais rápido {9.6}.

Essa representação do trabalho científico, conforme já percebido por Martins (2006), expressa uma concepção de que a ciência é construída por meio de descobertas realizadas de tempos em tempos, o que pode reforçar a crença de que ela é conduzida por gênios que realizam trabalhos ímpares em datas bem específicas (GIL-PÉREZ et al., 200). Popper (1953) considerou essa representação incorreta, quando afirma que este tipo de acontecimento (o da descoberta) ocorre raramente durante todo no percurso de desenvolvimento da ciência. Essa crença pode

empobrecer a cultura científica, porque reduz a história da ciência a datas específicas e pode não transmitir toda a complexidade que existe na construção do seu conhecimento.

7.2.2.2 *Como método que conduz a provas*

A crença de que uma verdade absoluta pode ser extraída da natureza por meio do trabalho científico também está intimamente relacionada a uma suposta capacidade que ele possui de produzir ou encontrar provas a respeito daquilo que se afirma (GIL-PÉREZ et al., 2001). Nesse viés, há uma íntima relação entre a experimentação e observação e essa capacidade de “comprovar cientificamente” o conhecimento produzido:

[...] – bóson este que ascendeu à fama da noite para o dia em 2012, quando teve sua existência comprovada pelos cientistas que operam o LHC, sigla em inglês para “Grande Colisor de Hádrons” {5.4}.

E eles têm um ótimo motivo para isso: o barulho cósmico pode desvendar os corpos mais misteriosos que existem, os buracos negros. E, se dermos sorte, os sons do silêncio poderão trazer algo bem maior: provar que existem outros Universos além do nosso {10.3}.

Ainda que nenhuma das UAs sejam consideradas uma espécie de reducionismo experimentalista (GIL-PÉREZ, et al. 2001), percebemos uma obrigatória relação, entre teoria e experimento. Em determinadas UAs categorizadas, observamos a necessidade posta de que os experimentos provem ou desaprovem teorias, para que elas tenham mais ou menos valor à comunidade científica.

A comprovação do Higgs fechava uma busca que começou há 2.500 anos, quando um filósofo grego, Demócrito, propôs o seguinte [...] {5.5}.

Porque os primeiros são capazes de calcular um jeito de resolver o dilema, enquanto cabe à máquina provar que as contas estão certas. “Teorias não passam de uma série de ideias sobre a natureza descritas de forma matemática”, explica o físico croata Daniel Denegri. “Mas é preciso provar quais delas estão corretas por meio de experimentos. Eles funcionam como um tipo de julgamento” {5.33}.

Uma possibilidade de interpretação em {5.33} é que há uma ordem na qual o trabalho científico é realizado pela sua comunidade. Se a teoria é julgada pelo experimento, é obviamente necessário que um anteceda o outro sempre. Ou seja, estabelece-se para o leitor uma ordem na qual o trabalho científico é realizado. Um método que “precisa” ser seguido para que se obtenha conhecimento científico.

Vale ressaltar especialmente a importância dada para o experimento e a teoria pelo autor, que publica os trechos, e o entrevistado, que fala sobre, em {5.33}. Enquanto as teorias “não passam de uma série de ideias”, o experimento é um “julgamento” que determina o destino delas. Nesse sentido, o experimento é fundamental e mais importante do que a teoria, porque ele finda ou dá continuidade à teoria na comunidade científica.

Essa interpretação de que há necessariamente um procedimento a ser seguido, protocolado, que se finda na observação ou experimentação comprovadora, pode induzir um pensamento simplista da existência de um método científico único e algorítmico (GIL-PÉREZ et al., 2001) que é completamente desconsiderado (FEYERABEND, 1977) quando tratamos de uma visão mais adequada a respeito do trabalho científico.

Apesar da predominância de somente experimentos enquanto promotores de testes, a capacidade de prova para o conhecimento também foi atribuída para outras construções científica (MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998) bem elaboradas como uma “tese”:

Penrose tenta provar a tese em seu novo livro, *Cycles of Time: An Extraordinary New View of the Universe* (“Ciclos do tempo”, inédito no Brasil) {7.4}.

Outras UAs, ainda que categorizadas nesta subcategoria, apresentaram uma ideia muito próxima dos propostos de epistemólogos como Popper (1953) e Kuhn (1970). Algo muito semelhante ocorreu com as UAs que estão na categoria “O trabalho científico como uma investigação que alcança a verdade”, que se encontra no tópico abaixo. A referida situação são os casos especiais de {9.9} e {11.21}:

Multiverso. Ok, sem o Big Bang nosso Universo não existiria. Mas talvez existissem outros. A ciência não consegue provar isso, mas também não descartou a hipótese, já que uma das características de um universo paralelo é nunca entrar em contato com outro. Fica

praticamente impossível comprová-lo ou refutá-lo. Na teoria, a única coisa que pode vazar de um universo para o outro é a gravidade. Seria a energia escura a prova que faltava? Ainda é muito cedo para dizer {9.9}.

Há chances de um evento bizarro acontecer neste momento: seu celular atravessar o seu crânio. Isso é uma afirmação séria, da teoria científica mais comprovada – e mais difícil de entender – de todos os tempos: a física quântica {11.21}.

Em {11.21}, o autor afirma a teoria quântica como a mais comprovada dentre tantas outras. Para além dos problemas historiográficos dessa afirmação, a ideia de mais comprovada pode significar ao leitor que essa teoria é uma “das mais confiáveis” do mundo e nisto ela se aproxima razoavelmente da ideia de Popper (1953) sobre como o trabalho científico deveria se desenvolver.

Considerar a teoria “mais comprovada” significa afirmar, na ótica *popperiana*, que a teoria é passível de ser testada cientificamente e que ela, após diversos testes e aplicações, permanece vigente. No sentido adotado nessa interpretação, a teoria mais comprovada é na verdade aquela ainda não refutada, e que os testes sobre ela foram considerados suficientes por parte da comunidade científica (POPPER, 1953).

Em {9.9}, o autor afirma categoricamente que, apesar de a ciência não conseguir “provar” a existência de outros universos – o que no contexto da frase implica a capacidade de provar outras coisas –, ela também não pode descartar a hipótese dessa existência. Neste caso, a impossibilidade de realizar testes sobre a teoria (nesse caso hipótese)⁵⁰, desqualificaria o estudo como pseudocientífico para Popper (1953), uma vez que há seu critério de demarcação científica é de que ela precisa ser passível de teste.

Entretanto, na visão *kuhniana*, assim como em um dos possíveis sentidos compreendidos pelo leitor, a UA poderia representar a possibilidade de que o trabalho científico, mesmo que incapaz de provar imediatamente determinada hipótese ou teoria não a abandona imediatamente (KUHN, 1970). Muito ao contrário, reserva-a para que um outro trabalho elabore melhor essa parte da teoria, tendo em vista que certas falhas são aceitas pela comunidade científica quando resolve adotar para si determinados paradigmas. Essa mesma visão é relativamente bem compartilhada, mas com outras construções ontologicamente diferentes, por Lakatos (1978).

⁵⁰ Acreditamos que novamente os redatores da SuperInteressante tenham se equivocado na distinção entre hipóteses e teorias (MCCOMAS, 1998).

Deste modo, em uma UA que apresenta de forma menos adequada o trabalho científico, é possível vislumbrar interpretações acerca do trabalho científico que contribuam para uma melhor compreensão da cultura da ciência (VOGT, 2003) por parte da população. Esse tipo de representação é essencial para que a sociedade possa compreender que o trabalho científico não se faz de questões prontas que são ou não respondidas imediatamente pela comunidade. Mostra também que a ciência, enquanto construção humana, também pode ser incapaz de dar resposta àquilo que lhe é perguntado, desmistificado a ideia de que a ciência é perfeita em suas construções.

7.2.2.3 *Como uma forma de alcançar a verdade*

Compreendemos que quando o conhecimento científico é considerado uma verdade, o trabalho que o produz deve conduzir até ela. Essa é a premissa que seguimos quando estabelecemos a terceira categoria, na qual estão as UAs que apresentam o trabalho científico como uma investigação que alcança a verdade.

A ideia de que a ciência é capaz de desvendar os mistérios mais obscuros do universo pode representar a crença de que o trabalho científico conduz a humanidade às revelações, pois desvendar um mistério é a culminância do trabalho investigativo. Encontrar “A resposta” seria o ápice da ciência:

Esse seria, por si só, um feito importante na carreira de qualquer astrofísico. Mas Marcelle usa essas emissões para dar um passo além: calcular a taxa em que o Universo está se expandindo. E, com isso, desvendar um dos maiores mistérios da ciência – a energia escura {1.12}.

Se você considera o Big Bang sozinho, sem energia escura, a taxa de expansão do Universo deveria ser uniforme ao longo do tempo”, explicou Marcelle à SUPER. “Nos primeiros anos do Universo, era assim de fato, só que agora a expansão está mais rápida”. É como se você empurrasse um Fusca quebrado a 10 km/h numa reta, e depois que você parasse de dar impulso, ele começasse a ir a 15 km/h. Não faz o menor sentido. É por isso que a energia escura é um mistério – e há um projeto inteiro, o DES, dedicado a desvendá-la {1.18}.

Essa impossibilidade de detectar a energia escura é devido às limitações tecnológicas atuais. Nesse sentido, ainda que mostre a importância dos trabalhos realizados por Marcelle e a flexibilidade na qual o trabalho científico opera, o autor

considera que esse trabalho pode alcançar o conhecimento pleno sobre a energia escura.

É interessante perceber que, assim como no caso da subcategoria “o trabalho científico como um método que conduz a provas”, a ideia de desvendar também está intimamente relacionada com experimentos ou observações. É importante refletirmos como a palavra “desvendar” que, em uma de suas definições, pode significar “tirar a venda dos olhos [...] destapar, tirando a venda [...] revelar” (DESVENDAR, 2010), está conectada com os nossos sentidos (visão, especialmente) e o ato de experimentar em ciências. Nessa interpretação, destapamos nossos olhos para enxergar a natureza quando a experimentamos e assim alcançamos a sua verdade.

Outras UAs da publicação N10 também trazem a relação entre sentidos muito parecidos ou iguais ao “desvendar” e a experimentação. Acreditamos que isso é devido a necessidade de apresentar o desenvolvimento científico como interessante e fantástico ao leitor. A narrativa empreendida pela revista (CUNHA; GIORDAN, 2009) contribui diretamente na emergência da concepção de que a ciência é capaz de alcançar e revelar os mistérios do universo.

Olhar para o céu é coisa do passado. A onda agora é ouvir os Cosmos - ficar de ouvidos atentos para a música das ondas gravitacionais, porque elas podem revelar o que havia antes do Big Bang {10.2}.

A tendência, então, é que a nossa capacidade de detectar ondas gravitacionais aumente. Com isso, será possível até mesmo ambicionar a solução para o maior de todos os mistérios: o que teria acontecido antes do Big Bang {10.11}.

Essa ideia de “revelar o que está por de trás do véu”, pode promover a concepção de que a ciência possui “A resposta” para todo “O mistério”. E quando pensamos a quantidade de significados que “O Mistério” guarda em nossa cultura, podemos excluir implicitamente, outras interpretações e explicações a respeito do surgimento/criação do universo que fazem parte de uma série de religiões em um país plural como o Brasil. Neste sentido, há de se pensar como essa ideia de verdade pode afastar pessoas de diferentes culturas da ciência.

7.2.2.4 *Como uma investigação diversa e criativa*

Uma última e mais adequada percepção sobre o trabalho científico foi a que ele é considerado uma investigação criativa e de necessária diversidade para buscar as respostas que pretende.

Marcelle Soares-Santos: a caçadora de luz. A cientista capixaba busca o brilho dos fenômenos mais violentos do Universo para iluminar um mistério: o que é a energia escura? {1.2}.

A palavra “caçadora”, atrelada a uma publicação de DC promove um sentido no qual caçar pode significar, buscar por pistas, olhar pela lente de sua “arma” ou ainda encontrar e estudar sua “presa”. A ideia de “iluminar”, ao contrário de “desvendar”, nos pareceu em um sentido “colocar luz sobre o problema”, muito parecido com a representação imagética de focalizar com uma lupa que os investigadores do cinema e da televisão em alguns momentos fazem.

O título também revela a importância da diversidade no trabalho científico, porque a cientista precisa utilizar uma experiência para compreender um problema que não encontra sua resposta diretamente dela. Emerge disto a concepção de que o trabalho científico pode ser feito de maneiras diferentes, a depender do objetivo das pesquisas e das condições estabelecidas, inclusive pela própria natureza:

Vamos revisar: o LIGO detectou as ondas gravitacionais da colisão. Ela e seus colegas precisavam encontrar a luz correspondente. E a colisão de duas estrelas de nêutrons, nem precisa dizer, gera um brilho realmente ofuscante. Acontece que qualquer brilho a 1 bilhão de anos-luz de distância aparece aqui na forma de um pontinho quase invisível. Foi declarada aberta, então, a temporada de caça ao pontinho {1.7}.

O primeiro passo do DES é saber a que taxa o Universo se expande. Assim, dá para deduzir quanta energia é necessária para realizar tal feito. E, por tabela, saber quanta energia escura existe. Um dos jeitos de calcular a taxa de expansão do Universo é com uma ajudinha de galáxias {1.19}.

Agora, a cereja no bolo: lembra a colisão de estrelas de nêutrons lá do início do texto? Pois é: ela serve para confirmar se a taxa de expansão do Universo calculada pelo método dos aglomerados está certa {1.21}.

Nessas UAs é possível observar o referido sentido de “investigação”, “caça” e “busca” e também a existência de uma ampla comunidade científica que busca uma descrição para o fenômeno. Entretanto, mais que isso, também conseguimos observar

que essa investigação, ainda que em torno de somente um ou dois objetos, está longe de ser realizada com somente uma teoria ou somente um instrumento.

As UAs apresentam a importância de ao menos dois dispositivos diferentes para realizar as leituras que são objetivadas no programa de pesquisa de que Marcelle faz parte. Assim, mostra ao leitor que os fenômenos estudados pela ciência são investigados com uma pluralidade de métodos que estão longe de serem uma leitura pura e neutra da natureza (GIL-PÉREZ et al., 2001), principalmente porque o trabalho de determinada equipe influencia diretamente o fazer de uma outra – a exemplo do LIGO e do observatório no qual a cientista faz parte em {1.7}.

Nessa variedade de estudos experimentais e teóricos surge uma outra forma de mostrar o quão diverso é o trabalho científico. Neste caso não há a afirmação de que o experimento deve comprovar a teoria como ocorre nas UAs do subtópico 5.2.2.2, mas que ele pode corroborar as suas proposições e auxiliar na sua construção e vice-versa:

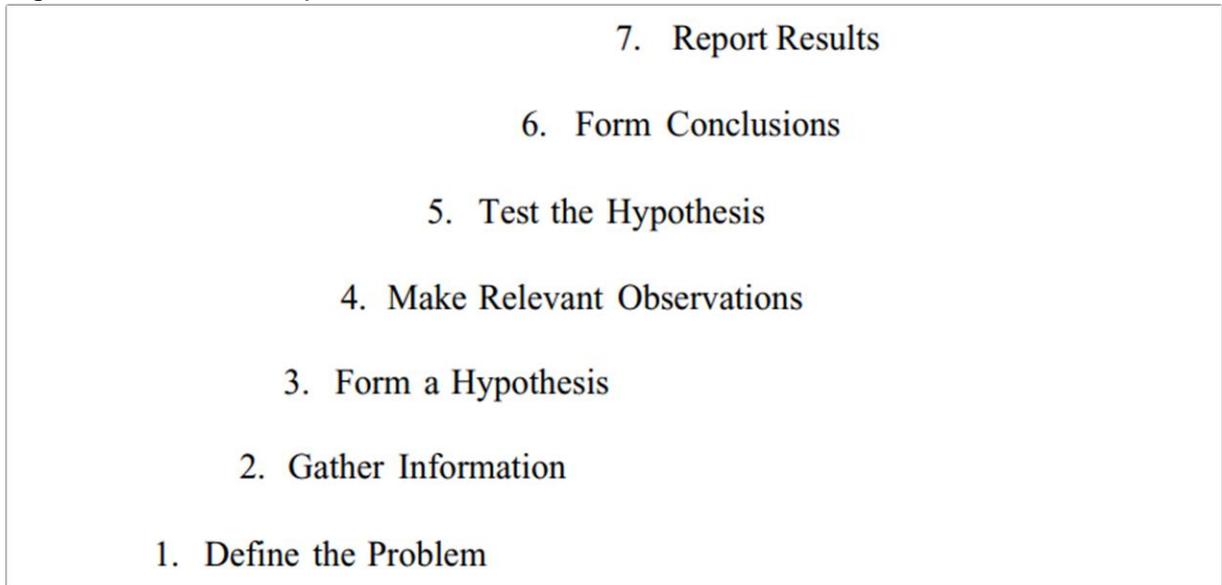
A existência desse período de crescimento vertiginoso é só uma teoria, mas tão bem aceita que muitos cientistas dedicam a vida a estudá-la, seja resolvendo equações, para estudar a matemática da expansão, seja de um modo mais direto: procurar algum sinal dessa inflação descontrolada impresso na “parede” visível do Universo {6.11}.

O problema é que há fenômenos que combinam efeitos da relatividade com ocorrências quânticas. E aí, ao combinar as equações das duas teorias, o resultado é... Bem, dá tudo errado. As contas não fecham. Isso faz supor que a descrição do Universo num nível mais profundo exigirá a criação de uma nova teoria, capaz de reunir a relatividade e a atual mecânica quântica no mesmo saco. Diversos esforços teóricos para “quantizar” a gravidade (em resumo, descrevê-la como uma partícula, o gráviton) têm sido feitos, mas sem balizas experimentais fica difícil saber que caminhos percorrer {8.16}.

A não necessidade de uma prova cabal daquilo que se estuda mostra ao leitor que o desenvolvimento da ciência pode acontecer sem necessariamente ocorrerem trabalhos experimentais sobre o objeto de pesquisa, seja porque ele (o objeto) é inacessível empiricamente ou porque ainda não detemos a tecnologia necessária para realizar tais procedimentos. Este detalhe pode significar ao leitor que o trabalho científico não se resume ou se finda em trabalhos com óculos de proteção, roupas protetoras, de observação ou contemplação precisa. Auxilia, assim, na compreensão

de uma melhor cultura da ciência (VOGT, 2003), porque apresenta uma visão não-linear do trabalho científico como a criticada por McComas (1998).

Figura 22 – Passo-a-passo associado a um método científico único



Fonte: McComas, 1998.

Apresenta, também, a ideia de que os trabalhos experimentais e teóricos são dependentes, mas não imprescindíveis um ao outro. Muito semelhante ao que verificamos nos programas de investigação científica de Lakatos (1978), nos quais esses dois trabalhos, teórico e empírico, são duas searas diferentes que se complementam em um mesmo programa de investigação. Determinadas UAs também mostram uma visão muito semelhante da qual as verificações empíricas que corroboram os modelos propostos em teoria, fazem com que o programa de investigação progrida, tornando-o cada vez mais consolidado na área (LAKATOS, 1978):

Poder estudar o infinitesimal usando telescópios capazes de enxergar os limites do cosmos já é algo poético o bastante. Mas não fica nisso: o estudo também torna cada vez mais palpáveis ideias teóricas e conceituais ainda consideradas como especulação para a maioria dos cientistas {6.21}.

Boa parte das partículas do Modelo Padrão tinham sido propostas em teoria e, depois, a existência delas foi confirmada na prática. Lindo. Mas ainda faltava uma para completar esse álbum de figurinhas: justamente o Higgs. Agora não mais. O LHC, maior acelerador de partículas do mundo, proporcionou a descoberta. E agora temos uma

teoria fantásticamente bem-sucedida: ela explica exatamente 4,6% de todo o conteúdo do Universo {8.5}.

Além de uma apresentação mais clara a respeito da relação entre teoria e experimento (MCCOMAS, 1998; MCCOMAS; ALMAZROA, CLOUGH, 1998), as UAs que mostram o trabalho científico como diverso e criativo também podem contribuir para uma compreensão de como os experimentos científicos são construídos e quais são os seus propósitos:

Espera-se, por exemplo, que o acelerador nos permita descobrir do que é feita a tal matéria escura – entidade que sabemos existir pelo efeito gravitacional que causa a rotação das galáxias, mas jamais conseguimos observar {8.9}.

Com ele, quando estiver em pleno funcionamento, especula-se que seja possível detectar as marolas produzidas por buracos negros. “Esses objetos podem ser ouvidos, mas não vistos”, diz Levin. “Eles são negros contra o céu negro. Mas, como martelos num tambor, podem produzir uma música no próprio espaço, na forma das ondas gravitacionais” {10.9}.

Essas UAs deixam claro ao leitor que os cientistas já sabem o que esperar quando realizam seus experimentos porque eles já são construídos para que sejam capazes de realizar aquilo que está nos modelos previstos em teoria. Por isto, a experimentação deixa de ser atórica e espontânea (GIL-PÉREZ et al., 2001; MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998) e passa a ser parte integrante daqueles experimentos realizados pelos cientistas que atuam sob o domínio de um paradigma (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Determinadas UAs acima ({1.7}; {1.19}; {1.21}; {8.16}) também apresentam ao leitor a concepção de que a ciência, ainda que tenha algumas regras e procedimentos a serem seguidos, é permeada por uma grande quantidade de criatividade e inventividade, que é utilizada com tanta frequência quanto esses procedimentos (MCCOMAS, 1998).

Essa criatividade também é apresentada ao leitor enquanto utilizada por várias gerações de cientistas, reforçando essa concepção e apresentando uma visão mais adequada da ciência, porque mostra a tradição desse trabalho inventivo da comunidade científica pela história da ciência. O ápice da representação dessa criatividade pareceu, em nossas análises, na UA {11.10} que mostra como são

diversas e inventivas as formas pelas quais os cientistas produzem certas ideias e teorias a respeito da natureza:

Alguns físicos também. É o caso de Lee Smolin, do Perimeter Institute, no Canadá. Diante de tantas coincidências, ele propôs o seguinte no final dos anos 90: que a singularidade de onde viemos era nada menos que a singularidade de um buraco negro de outro Universo. Segundo Smolin, os universos-filho herdam as características cosmológicas dos universos-pai, mas com pequenas variações. Ele não tirou isso da imaginação, mas da Teoria da Evolução. Darwin mostrou que seres vivos nascem com mutações que podem melhorar ou piorar suas chances de deixar descendentes. Essas variações podem fazer surgir mais buracos negros ou menos dentro do universo-filho. Nisso, os universos mais aptos – ou seja, os que criam mais buracos negros – se reproduzem mais. E compõem a maior parte da população de universos {11.10}.

Quando Feyerabend (1977) questionou a concepção da existência de um método científico ele foi além e reclamou também a existência de diversas influências que incorrem sobre a produção científica tendo em vista a humanidade e liberdade dos cientistas. Acreditamos que a UA {11.10} é uma das apresentações que mais se aproximam da contribuição posta por Paul Feyerabend. Ela deixa clara a importância de ideias oriundas de outros campos – neste caso, ainda científico – para a construção de ideias e teorias no desenvolvimento desse trabalho.

Acreditamos que as UAs discutidas nessa subcategoria tendem a favorecer uma melhor compreensão do que **pode ser** e não do que **é** o trabalho científico, justamente devido à pluralidade na qual ele pode ocorrer. Nessa subcategoria há a concepção de que a criatividade e experiências (extra-)científicas (FEYERABEND, 1977) são fundamentais para a produção científica.

Apresentações como essas podem auxiliar na (re)aproximação de jovens que possuem a visão distorcida, de que o trabalho científico se resume a um treinamento tedioso de repetição quase infundável para verificar hipóteses das quais já se sabe o resultado cientificamente (MCCOMAS, 1998). Esse fazer acaba afastando jovens criativos e inteligentes (não necessariamente lógico-matematicamente) das ciências da natureza por fazer crerem que, ou o campo é desinteressante, ou não é para o seu “tipo de pessoa” – como se houvesse um – como veremos a seguir.

7.2.3 O cientista

Concepções sobre os cientistas foram percebidas em seis das dez publicações analisadas, conforme mostra o quadro abaixo. Essa categoria foi dividida em duas subcategorias para que pudéssemos exprimir os sentidos percebidos durante o processo de imersão e unitarização do texto. Durante o processo de categorização reconhecemos imediatamente a concepção mítica de cientista enquanto pessoa genial, mas também aquela no qual o cientista é apresentado como uma pessoa comum, que possui limitações e é influenciado por questões pessoais e sociais no desenvolvimento de seu trabalho.

Quadro 5 – Quantitativo das representações do cientista classificado em subcategorias

<i>Categoria / subcategorias</i>	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	Total
<i>O cientista</i>	6	-	-	1	2	-	-	1	-	1	1	12
<i>como gênio</i>	-	-	-	1	2	-	-	1	-	1	-	5
<i>como pessoa comum</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A maioria dessas concepções foi identificada no texto que relata o trabalho e parte da vida da cientista brasileira Marcelle Soares-Santos (N1). Apesar da presença quase constante de UAs que apontam certas características para o cientista nas publicações, encontramos-as em pequeno quantitativo quando comparadas às outras grandes categorias desenhadas no trabalho de análise. Somente 12 unidades, divididas quase igualmente entre a concepção estereotipada e a que consideramos adequada.

O que notamos, especialmente, é a presença de falas e pequenas entrevistas no interior dessas publicações com cientistas brasileiros. Aqueles identificados são a doutora Marcelle Soares-Santos⁵¹ e os doutores Laerte Sodré Junior⁵², Odylio Denys Aguiar⁵³ e Marcelo Gleiser⁵⁴. Na maioria das vezes a fala desses cientistas tinha como

⁵¹ Lattes da cientista Marcelle Soares-Santos: <<http://lattes.cnpq.br/6053230892678344>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

⁵² Lattes do cientista Laerte Sodré Junior: <<http://lattes.cnpq.br/9226217407880831>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

⁵³ Lattes do cientista Odylio Aguiar: <<http://lattes.cnpq.br/3325984959083987>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

⁵⁴ Lattes do cientista Marcelo Gleiser: <<http://lattes.cnpq.br/0619707164931844>> Acesso em: 26 nov. 2019.

objetivo elucidar e apresentar certos conceitos científicos, bem como realizar considerações sobre o estado atual da pesquisa divulgada pela revista.

Percebemos a ausência de personagens marcantes no campo, ao menos no que tange ao seu reconhecimento nas historiografias por nós revisadas. Figuras que estão nas reportagens e podem ser reconhecidas por leitores de DC são as Stephen Hawking (1942-2018) e Brian Greene (1963-). Albert Einstein, que trabalhou nas bases e nos primeiros modelos do que viria a ser a cosmologia moderna, teve seu nome citado em pelo menos metade das notícias. Contudo, em parte delas a sua figura foi utilizada no intuito de dar aquelas notas de genialidade aos cientistas, conforme veremos no subtópico a seguir.

7.2.3.1 *Como gênio*

Uma primeira representação de cientista que identificamos como presente nos textos foi a de que ele é uma pessoa extraordinária, que possui qualidades únicas e necessárias para a realização do seu trabalho. Essa concepção a respeito do cientista é bastante criticada pela academia (GIL-PÉREZ et al., 2001), tendo em vista outros problemas que a acompanham, como a percepção deturpada de como a ciência se desenvolve.

Apesar de as subcategorias da categoria “o cientista” não terem outras subdivisões, percebemos que é possível apresentar o cientista, seja como gênio ou como uma pessoa comum, de formas ligeiramente diferentes. Nesta subcategoria a ideia de genialidade aparece ao menos de três formas: uma que entendemos como a tradicional, que declara a genialidade explicitamente ao leitor; outra na forma excentricidade, na qual a pessoa ou seu trabalho é apresentado com característica muito distintas e; uma última onde é criado um grupo social extremamente diferente de outros, considerado “anormal”.

Conforme abordamos, a primeira forma de apresentar cientistas como gênios é declarar a sua unicidade ao leitor. Identificamos essa apresentação em duas das dez publicações. Esse “recurso” foi utilizado especialmente em N5, que afirmou duas vezes a genialidade como algo constante no trabalho científico realizado no LHC.

Se a resposta surgir, provavelmente virá do próprio LHC. Por dois motivos. Primeiro porque, entre os cerca de 10 mil cientistas que

passam pelo laboratório anualmente, vindos de mais de cem países, estão as mentes mais geniais da física {5.29}.

A responsabilidade de resolver esse problema está dividida entre esses dois personagens: os físicos geniais e a máquina potente {5.31}.

A insistência da referida notícia em tratar explicitamente os cientistas do LHC como gênios faz parecer que o sucesso de todo um campo de pesquisa está relacionado com somente uma minoria superdotada de cientistas que trabalha em um único experimento. Isto pode causar no leitor jovem a impressão que dificilmente alcançará determinadas posições em uma futura carreira científica, se é que a pretende já que, se não possui esta qualidade.

A segunda forma de apresentar o cientista como pessoa genial, é dar a ele e/ou ao seu trabalho certa excentricidade, algo que jamais aconteceria em trabalhos de outros cientistas:

Bom, talvez não haja um físico com mais previsões fantásticas confirmadas que Albert Einstein. A mais recente delas é a existência das ondas gravitacionais {10.6}.

No contexto de inscrição desse trecho no texto, ele seria facilmente substituível por outro que falaria sobre as previsões da teoria da relatividade geral, sem necessariamente terem atribuídas o valor de “fantásticas” ou, ainda, a consideração de que possivelmente Einstein é o cientista que possui mais delas confirmadas. Por isto, parece-nos que a intenção da narrativa empreendida é causar a ideia de que Albert Einstein foi um físico sem precedentes. O que pode ser discutido historiograficamente⁵⁵, seja pelo seu sentido literal, ou ainda o metafórico, que a UA em questão busca. Isto também pode ser percebido na UA {4.5}:

Seria preciso surgir um novo Einstein? Acho que já existem pessoas com capacidade intelectual comparável à de Einstein. A quantidade de intelecto em atividade na ciência é gigantesca. Acho mais difícil uma única pessoa ter o impacto que Einstein teve porque a ciência evoluiu muito, e se tornou bastante complexa. Mas gosto de pensar que, a qualquer momento, pode surgir alguém de um canto do planeta e mudar tudo {4.5}.

⁵⁵ Os precedentes de Einstein podem ser percebidos em obras de divulgação científica, como no livro de Roberto Martins “O Universo” (MARTINS, 2012). Em uma visão mais crítica, mas no contexto do desenvolvimento da relatividade especial, a procedência de Einstein em relação a trabalhos anteriores pode ser vista em obra de mesmo autor, em Martins (2005).

O sentido que “um novo Einstein” pode representar é a de “um novo gênio”. A resposta do cientista entrevistado, logo em seguida, marca ainda mais o possível sentido dado à pergunta, pois na ocasião ele relativiza a pergunta afirmando a existência de outras pessoas no mundo que possuem a capacidade intelectual do referido cientista. Corrobora-se esta análise substituindo o cientista que se faz analogia com qualquer outro que seja símbolo de genialidade de determinada área do conhecimento no imaginário popular. A reportagem poderia dizer “Seria preciso surgir um novo Steve Jobs?” se estivesse relacionada a tecnologias, por exemplo, que o sentido para o leitor poderia ser o mesmo.

A última forma de atribuir genialidade à figura de cientistas reconhecida foi a de colocá-los em grupo social estereotipado e reconhecido socialmente enquanto diferente do que é “normal”. Isto ocorreu somente em uma das UAs identificadas:

O mundo assistiu recentemente a uma das maiores celebrações nerds da história, quando cientistas do Cern, centro europeu de física de partículas, anunciaram a descoberta do que provavelmente é o bóson de Higgs {8.1}.

O grupo social escolhido é o *nerd*. Essa palavra inglesa que resguarda historicamente até sentidos pejorativos, segundo o dicionário é “um jovem multíssimo aplicados nos estudos [...] com problemas de socialização, por ter comportamento antissocial ou por sofrer preconceito dos demais” (NERD, 2010). Tendo em vista a definição do dicionário, compreende-se o cientista enquanto pessoa que não possui vida social e “opta” por atividades solitárias e prioritariamente intelectuais, se afastando do “mundo imediato”. Esta interpretação pode conduzir à ideia de que o cientista vive em função de seu trabalho, que não tem outros afazeres que não aqueles relacionados a ele. Isto pode ser reforçado, por exemplo, por desenhos nos quais um jovem cientista jamais troca de roupa, permanecendo sempre com sua indumentária científica – jaleco branco, e luvas e botas de borracha.

Quando formamos em nossa cabeça a imagem estereotipada de um cientista e a imagem estereotipada de um *nerd* lado a lado, temos a clarividência de diversas características similares que foram alcançadas pela escolha desse grupo social na reportagem: “óculos fundos de garrafa”, cabelos excessivamente arrumados ou despenteados e objetos que remetem àquelas atividades intelectuais, como canetas,

lápiz, etc. Possivelmente a maior diferença entre os estereótipos de *nerds* e cientistas está na idade, um é um adolescente ou uma criança, e o outro é um adulto.

Nesta interpretação, o *nerd* de agora é o cientista do futuro. Por isto, a composição desses dois estereótipos pode afastar variavelmente pessoas da ciência. Isto pois outra característica atribuída ao *nerd* é a de uma pessoa inteligente e detentora de uma capacidade lógico-matemática ímpar, o que dá a ele certa facilidade em disciplinas escolares como as ciências da natureza e a matemática. Esta visão tende a afastar pessoas que ainda não possuem certas competências e habilidades que estão relacionadas com as ciências da natureza na escolha de carreiras deste tipo.

7.2.3.2 Como pessoa comum

Conforme percebido anteriormente, a ideia de que o cientista vive em função de seu trabalho pode ser recorrente em produções de diversas naturezas (GIL-PÉREZ et al., 2001). Por isto, consideramos essa subcategoria interessante, principalmente quando pensamos nas visões individualistas e elitistas (GIL-PÉREZ et al., 2001) que podem ser encaminhadas pelas publicações. Trechos como a UA {1.3} podem contribuir para apresentar o cientista sem a sua vestimenta clássica e fora do ambiente que a sociedade pode imagina-lo – um laboratório de química.

Às 7h40 da manhã de 17 de agosto de 2017, Marcelle experimentou o contrário pela primeira vez: ouviu o estrondo, e só depois observou o clarão correspondente. A cientista, então com 36 anos, estava com seus pertences encaixotados em um apartamento em Chicago, nos EUA, esperando o caminhão de mudança. {1.3}.

Além disso, há também o reconhecimento de que o cientista é uma pessoa comum que possui suas limitações e dificuldades, trajetória profissional e marcos em sua carreira. Conforme observado na UA:

Esse seria, por si só, um feito importante na carreira de qualquer astrofísico. Mas Marcelle usa essas emissões para dar um passo além: calcular a taxa em que o Universo está se expandindo. E, com isso, desvendar um dos maiores mistérios da ciência – a energia escura {1.10}.

Em N11 a representação de cientista como uma pessoa comum se encontra somente em uma UA, na qual são citadas as palavras do cientista Paul Davies:

Como diz o físico Paul Davies: 'Talvez os teóricos das cordas tenham tropeçado no Santo Graal da ciência. Mas talvez eles estejam todos perdidos para sempre na 'Terra do Nunca'. Hora de ir para uma terra ainda mais misteriosa {11.29}.

O trecho em destaque humaniza os cientistas e se aproxima da descrição de cientista *kuhniano* enquanto solucionador de quebra-cabeças. Uma vez que não tenha à sua disposição todas as peças que espera ter para solucioná-lo, torna-se impossível alcançar um resultado pré-determinado (KUHN 1970). Neste caso já não se espera resultado algum dos cientistas, uma vez que não há paradigma estabelecido que consiga lidar com os problemas postos à solução. Por isso, o físico entrevistado não atribui má perícia deles em seu trabalho, mas explicita uma anomalia que sabidamente não pode ser resolvida pelo paradigma e instrumentos que amparam seu trabalho.

Portanto, apresenta os cientistas enquanto aqueles que não possuem todas as respostas para todas as perguntas. Ou seja, eles não detêm todo o conhecimento sobre todos os fenômenos que estudam e pesquisam. Contribui para eximir da personificação de cientista aquela genialidade única porque apresenta a comunidade científica como um grupo que, enquanto formado por seres humanos, detém deles suas características, e uma delas, apresentada na UA, as suas limitações sejam elas interpretativas ou aquelas oriundas da própria natureza.

Uma outra forma de humanizar e tornar o cientista sujeito comum é contar sobre a sua trajetória. Se compreendemos que o conhecimento científico é construído imerso em um contexto simbólico e material, não haveria de ser diferente quando abordamos os sujeitos que realizam essa construção. Quando contada de forma desmistificada, a história de vida do cientista se apresenta como fundamental para que sejam reconhecidos, não somente os esforços por ele desprendidos, mas também como as oportunidades recebidas foram importantes para que se alcançasse o destaque que possui.

Marcelle viveu no Pará dos 4 aos 14 anos. Voltou a seu Estado natal e se formou em física na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Depois fez doutorado na USP e, em 2010, começou o pós-

doutorado no Fermilab, em Chicago. Foi lá que ela se envolveu com a câmera de 570 megapixels – cuja principal função não é caçar as colisões do LIGO, e sim fotografar galáxias distantes para um megaprojeto chamado Dark Energy Survey (DES, em português, “levantamento sobre energia escura”) {1.13}.

A publicação N1 é importante para desmistificar a visão estereotipada de cientista: homem, branco e do hemisfério norte, uma vez que a revista optou por noticiar a detecção da colisão entre as estrelas de nêutrons a partir do trabalho de uma pesquisadora brasileira, quando poderia tranquilamente escolher outro personagem para a sua narrativa, tendo em vista a diversidade de pessoas que participaram daquele evento. Logo no título e na lide da notícia o autor deixa clara a nacionalidade da cientista que é a personagem da sua narrativa:

Marcelle Soares-Santos: a caçadora. A cientista capixaba busca o brilho dos fenômenos mais violentos do Universo para iluminar um mistério: o que é a energia escura? {1.1}.

A visão classicamente estereotipada também foi desconstruída na publicação por meio de outras características da pesquisadora. Logo em seguida ao texto da UA {1.14} o autor escreve:

Marcelle, hoje, é uma das líderes do DES, e a única mulher negra da equipe. Também é professora na Universidade Brandeis, em Boston – é para lá que ela estava se mudando no começo da matéria {1.14}.

Apresentações como as realizadas nas UAs destacadas possuem uma grande relevância para que o público da reportagem reconheça que a ciência é espaço de várias pessoas, de vários lugares (MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998), como veremos no tópico seguinte, e não somente de um falso grupo seleta que toma conta do imaginário popular, principalmente quando se trata de uma “ciência de ponta”, como verificamos na UA {1.30}:

E a comunidade científica já percebeu: em fevereiro deste ano, a fundação Alfred P. Sloan lhe concedeu uma bolsa de US\$ 70 mil. A Bolsa Sloan, que começou a ser distribuída em 1955, é um reconhecimento cobiçado: 47 dos cientistas que a receberam no começo da carreira ganharam prêmios Nobel depois. Algo nos diz que eles sabem farejar um talento. {1.30}.

Entendemos que esse sentimento ou sensação de se reconhecer naquela que produz ciência pode contribuir para uma (re)aproximação de uma parte significativa da população com a cultura científica. Uma vez que a trajetória e as características de Marcelle, a personagem, são explicitadas, os(as) leitores(as) podem perceber que a ciência deve ser um espaço plural, compartilhado por diversos gêneros e etnias (MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998) que buscam produzir conhecimento acerca do mundo em que vivemos.

7.2.4 O desenvolvimento científico

A categoria “O desenvolvimento científico” é aquela na qual buscamos classificar os trechos que apresentavam questões “mais amplas” sobre a ciência. Algo muito semelhante ao seu “funcionamento geral”, diferenciando-se da categoria “O trabalho científico” neste sentido. Nesta altura, é imprescindível ressaltar que temos consciência de que essas “esferas” da ciência, que separamos aqui, tem íntima relação uma com a outra, assim como essas categorias.

Nessa categoria também buscamos captar UAs que dizem respeito a questões historiográficas da ciência. Portanto, ainda que algumas das UAs presentes em outras categorias também estejam presentes nesta, aqui elas são interpretadas com relação à concepção de como a ciência se desenvolve durante seu percurso histórico.

Quadro 6 – Quantitativo das representações do desenvolvimento científico classificado em subcategorias

Categoria / subcategorias	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	Total
O desenvolvimento científico	9	8	5	1	10	13	4	6	3	6	10	75
<i>como a-histórico</i>	-	2	-	1	3	2	1	-	1	3	-	13
de acumulação linear	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
de trabalhos ímpares	-	2	-	1	3	1	1	-	1	3	-	12
<i>como processo histórico</i>	9	6	5	-	7	11	3	6	2	3	10	62
de caráter coletivo	7	2	2	-	4	5	2	2	1	2	4	31
pênsil e dinâmico	2	4	3	-	3	5	-	3	-	-	2	22
permeado pela divergência e debate	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	4	9

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Há uma grande prevalência da consideração de que o desenvolvimento científico ocorre enquanto um processo histórico, construído com diversas

colaborações, que consideramos a visão mais adequada sobre a ciência. A ideia de que a ciência se desenvolve linearmente, acumulando conhecimento quase não foi detectada em nossas leituras, tendo somente uma UA computada. Já a percepção de que a ciência é realizada por trabalhos fantástico esteve presente em quase todas as publicações. Veremos a seguir, primeiro a concepção mais adequada sobre o desenvolvimento científico para, em seguida tratarmos essa menos adequada.

7.2.4.1 *Como processo histórico*

Nesta subcategoria atribuímos às UAs que reconheciam o desenvolvimento científico como um processo de construção histórica, que é realizado por sujeitos que tem suas próprias concepções a respeito dos problemas que buscam responder. Desta forma, a primeira percepção que nos saltou é a de que esse processo possui um **caráter coletivo**. Ou seja, a ciência é construída imediatamente por várias pessoas, que fazem parte da já falada comunidade científica.

Reconhecemos a abordagem dessa coletividade no desenvolvimento científico tanto no conteúdo manifesto das publicações (MORAES; GALIAZZI, 2016), por meio de substantivos no plural, como em {8.20}, no reconhecimento explícito da existência de uma comunidade científica {1.29}, mas também em seu conteúdo latente (MORAES; GALIAZZI, 2016), como em {5.19}.

Mas, até que isso aconteça, os físicos terão muito trabalho nas mãos. Convenhamos: o bóson de Higgs não deu nem pro começo {8.20}.

Se descobrirmos que uma outra física se esconde não só no domínio das coisas minúsculas, mas também no das muito grandes, Marcelle estará na vanguarda dessa nova explicação. E a comunidade científica já percebeu: em fevereiro deste ano, a fundação Alfred P. Sloan lhe concedeu uma bolsa de US\$ 70 mil {1.29}.

Os outros 82% estão na forma de "matéria escura", algo que existe, mas ninguém sabe do que é feito – se a coisa for mesmo composta de partículas, certamente não são as 17 que a gente conhece, como resume o físico português João Varela, do Cern: "A matéria escura é diferente daquela que compõe estrelas e planetas; diferente da dos átomos que formam o nosso corpo". E agora? "Agora a grande missão da física de partículas é entender a matéria escura", completa uma colega italiana de João no Cern, a física Gaia Lanfranchi, para em seguida revelar sua frustração: [...] {5.19}.

Essas primeiras considerações podem parecer simples, à primeira vista, entretanto é sempre possível que um texto de DC busque uma narrativa mais impessoal e/ou extraordinária, que contribua na construção de uma percepção na qual a “ciência se faz sozinha”, ou por uma ou duas pessoas geniais e fundamentais à sua época (GIL-PÉREZ et al., 2001). Por isto, consideramos também UAs que, mesmo dando o devido destaque a certos personagens em sua narrativa, não desconsideram a importância de outros cientistas para a realização de seus trabalhos, como é o caso na UA {1.9} e {1.16}, nas quais Marcelle não é a única cientista citada durante a descrição de seus trabalhos.

Para a missão, eles usaram um dos telescópios do NOAO – um dos muitos observatórios high tech instalados pela comunidade científica no deserto do Atacama, no Chile, onde o clima árido e o céu limpo criam condições perfeitas para os astrônomos. Lá está instalada a câmera digital de resolução mais alta disponível na superfície da Terra (570 megapixels, ou 57 vezes a de um celular) – máquina que a própria Marcelle ajudou a construir {1.9}.

Foi lá que ela se envolveu com a câmera de 570 megapixels – cuja principal função não é caçar as colisões do LIGO, e sim fotografar galáxias distantes para um megaprojeto chamado Dark Energy Survey (DES, em português, “levantamento sobre energia escura”). Marcelle, hoje, é uma das líderes do DES, e a única mulher negra da equipe. Também é professora na Universidade Brandeis, em Boston – é para lá que ela estava se mudando no começo da matéria {1.16}.

Essa sequência de UAs que fazem parte da reportagem N1 podem mostrar ao leitor a existência e a importância da comunidade de cientistas que realizam trabalhos específicos sobre determinados assuntos e contribuem individualmente e coletivamente para alcançar uma resposta para um determinado problema. Elas mostram também o esforço internacional no qual o desenvolvimento científico ocorre contribuindo na direção da concepção de que diversas culturas contribuem para a ciência (MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998).

Especialmente quando se tem a colaboração de uma brasileira, o leitor pode refletir a respeito da produção científica nacional que, por vezes, pode ser considerada, por parte da população, pequena e/ou “menos importante” do que aquilo que é feito no hemisfério norte. Acreditamos que o conhecimento da sociedade de que o Brasil produz e contribui para a ciência mundial é fundamental para uma melhor

cultura a favor da ciência (VOGT, 2003), promovendo reconhecimento da importância do investimento em ciência e tecnologia no país para o cenário mundial.

A coletividade do desenvolvimento científico também foi observada quando as publicações optaram por contextualizar os trabalhos divulgados com aqueles que foram seus precursores. Certas reportagens permitiram que o leitor compreendesse quão antigas são certas buscas realizadas pela humanidade. Mostra, assim, que, além de espacialmente, o desenvolvimento científico também ocorre temporalmente, dependendo de diversos atores que atuam sobre os problemas da ciência em seu percurso histórico:

Os físicos sabem que a matéria escura existe porque desde os anos 70 eles aprenderam a ler as pistas que ela deixa pelo cosmos. O giro das galáxias é uma delas. A velocidade com que elas giram é tão grande que deveria, a princípio, ejetar boa parte das suas estrelas e planetas para o vazio do espaço intergaláctico. É óbvio que isso não acontece – nosso Sistema Solar, por exemplo, continua firme {5.24}.

O hábito de ouvir o espaço não tem nada de novo. Há décadas os cientistas apontam antenas para o espaço com o objetivo de captar as ondas eletromagnéticas que ele transmite. É que todo corpo celeste funciona como uma espécie de emissora de rádio: solta ondas que, com a ajuda de uma antena qualquer, podem ser traduzidas na forma de sons. Essa técnica, a da radioastronomia, já existe desde os anos 30 e foi responsável por descobertas fundamentais da astronomia – como os quasares, as galáxias jovens e hiperativas {10.4}.

Compreendemos que essa apresentação pode auxiliar na percepção de que o conhecimento científico não é construído, via de regra, sem que haja uma pergunta a ser respondida. Portanto, trechos como esse podem promover uma concepção menos a-problemática sobre a ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001). Além disso, esse tipo de apresentação também é capaz de mostrar como a pergunta realizada e os objetivos das pesquisas podem mudar, serem influenciados e se adaptarem, a depender dos contextos e das tecnologias disponíveis em cada um dos momentos históricos que o problema foi abordado.

O reconhecimento de que a ciência é uma construção humana na qual age uma grande diversidade de pessoas também acarreta unidades que mostram como esse desenvolvimento pode ser **permeado pela divergência e pelo debate de ideias** (GIL-PÉREZ et al., 2001), destacando ainda mais a supracitada criatividade no processo de construção do conhecimento. Em certas oportunidades, percebemos a

presença de UAs que evidenciavam essa característica do desenvolvimento científico de modo brando, apenas não generalizando e uniformizando um consenso na área:

Vários cosmólogos defendem a ideia de que o começo de tudo não foi no Big Bang, mas que havia algo antes – talvez um outro Universo, que tenha dado origem ao nosso, talvez o colapso de um buraco negro em outro Cosmos, que tenha produzido nosso Big Bang... Isso é parte da ideia cada vez mais aceita do Multiverso – a noção de que habitamos apenas um entre muitos Universos. Uma das possibilidades é detectarmos ondas gravitacionais vindas desses outros Cosmos, [...] {10.13}.

A semelhança entre o interior de um buraco negro e o Big Bang é tão violenta que qualquer criança se sentiria tentada a dizer que, no fundo, eles são a mesma coisa. Alguns físicos também. É o caso de Lee Smolin, do Perimeter Institute, no Canadá. Diante de tantas coincidências, ele propôs o seguinte no final dos anos 90: que a singularidade de onde viemos era nada menos que a singularidade de um buraco negro de outro Universo {11.9}.

Entretanto, em outros momentos os autores fizeram questão de mostrar como essas divergências estão presentes no campo científico, principalmente para que pudessem corroborar com suas narrativas, que colocavam em discussão algumas das teorias que foram consideradas por eles como as mais aceitas atualmente:

Ideias heterodoxas como essa estão longe de ser aceitas pela maioria dos cientistas. Mas vêm ganhando espaço, pois a lógica tradicional do Big Bang não consegue explicar tudo. Ela explica apenas 4% do Universo, porcentagem que corresponde à matéria e à energia que nós podemos perceber (e que formam galáxias, planetas e seres). Todo o resto, 96%, supostamente é preenchido por coisas estranhas: a energia escura e a matéria escura, que não somos capazes de ver. A teoria do Big Bang tampouco explica por que o Universo está se expandindo cada vez mais rápido, num fenômeno chamado aceleração cósmica {7.7}.

Até por isso a maior parte dos cientistas acha perda de tempo pensar nesse limbo. Mas não faltam pesquisadores com ótimas teorias sobre o que existe lá fora, sobre o que teria acontecido antes de o próprio tempo existir {11.5}.

Nessas UAs fica evidente a importância da pluralidade de pensamentos enquanto presente no desenvolvimento científico, uma vez que também é dessa diversidade de formas de pensar, vindas de diversas partes do mundo, que realizamos essa incansável busca para compreendê-lo melhor. A divergência e especialmente o

debate podem parecer ao leitor como ferramentas fundamentais para o desenvolvimento científico, porque é na manutenção e nas tentativas de mudanças que buscamos melhorar nossas explicações.

Essa percepção histórica sobre a ciência também pode mostrar ao leitor o quanto ela pode ser **pênsil e dinâmica**, uma vez que possui uma base sólida pela qual pode caminhar, mas também não se exime de modificar e abandonar seus paradigmas quando considera necessário (KUHN, 1970). Neste sentido, mostram como o desenvolvimento científico possui períodos evolucionários (MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998):

Mas, por mais formidável que fosse enxergar tão perto do início, os físicos ainda não estavam satisfeitos. Queriam mais. E havia um motivo importante para isso. Eles desconfiavam que, dentro naqueles 2,5 segundos entre o início de tudo e o nascimento das primeiras ondas eletromagnéticas, havia ocorrido um fenômeno sem paralelo na história do Universo: a inflação cósmica {6.5}.

Um pé de cabra serve para abrir portas trancadas. É exatamente isso o que o estudo faz com relação à história do Universo, já que ele chega um milhão de bilhão (repita “de bilhão” quatro vezes) mais próximo do começo do Big Bang que tudo o que já se publicou até hoje. E as perspectivas que o estudo abre para a física de partículas (que trata do muito pequeno) colocam o “maior experimento do mundo” no chinelo. A partir de ondulações na parede do cosmos, pode ser possível estudar o mundo subatômico {6.19}.

Adicionalmente, possui seus períodos revolucionários (MCCOMAS; ALAMZROA; CLOUGH, 1998) nos quais a comunidade científica passa a considerar que o paradigma que detém já não é mais o suficiente para que respondam as perguntas que são colocadas a(por) eles:

Se descobirmos que uma outra física se esconde não só no domínio das coisas minúsculas, mas também no das muito grandes, Marcelle estará na vanguarda dessa nova explicação. E a comunidade científica já percebeu: em fevereiro deste ano, a fundação Alfred P. Sloan lhe concedeu uma bolsa de US\$ 70 mil {1.28}.

Isso faz supor que a descrição do Universo num nível mais profundo exigirá a criação de uma nova teoria, capaz de reunir a relatividade e a atual mecânica quântica no mesmo saco. Diversos esforços teóricos para “quantizar” a gravidade (em resumo, descrevê-la como uma partícula, o gráviton) têm sido feitos, mas sem balizas experimentais fica difícil saber que caminhos percorrer {8.17}.

Compreender que “até os cientistas” abandonam as suas respostas para buscar uma melhor compreensão do universo, no imaginário jovem, pode contribuir para uma melhor visão sobre o papel do erro no desenvolvimento científico e reduz, de certo modo, a ideia de que o cientista é um gênio irrepreensível (GIL-PÉREZ et al., 2001). Além disso, o erro, bem como o acerto, passa a ser compreendido como uma ocorrência fundamental para que o desenvolvimento ocorra, porque passa a ser entendido como parte do processo. Seja porque ele é quem promove a refutação da teoria (POPPER, 1953) ou o abandono do paradigma (KUHN, 1970).

7.2.4.2 Como a-histórico

Ao contrário da subcategoria anterior, as UAs que se encontram aqui classificadas apresentaram ao leitor uma visão de que os períodos evolucionários e revolucionários do desenvolvimento científico possuem algum tipo de distorção daquilo que está convencionado (GIL-PÉREZ et al., 2001; MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998). Chamamos essa categoria de a-histórica porque, apesar de apresentar os eventos históricos, o modo como eles são apresentados acaba transmitindo ideias distorcidas daquilo que antecedeu o momento apresentado nos textos. Essas visões distorcidas foram observadas de duas formas distintas.

Na primeira delas, o desenvolvimento científico é realizado por sujeitos e/ou **trabalhos ímpares**, desconsiderando todo o desenvolvimento alcançado, através da contribuição de diversos cientistas. Curiosamente, esse tipo de apresentação está muito mais vinculado a trabalhos empíricos:

A maior revolução na astronomia em 400 anos. A capacidade de detectar ondas gravitacionais é um novo marco para a ciência – tão revolucionário quanto a invenção do telescópio {2.1}.

Dois anos atrás, o laboratório mais fenomenal da história esteve em festa. Afinal, encontrou a partícula de Deus {5.1}.

É a maior descoberta do século: astrônomos podem ter encontrado ondas gravitacionais nos limites do cosmos {6.1}.

A UA {2.1} é o título e o lide da reportagem N2. Deste modo, logo em seu início, a publicação considera que todo o desenvolvimento científico, desde a criação do telescópio (marco que a reportagem faz referências), foi ausente de qualquer mudança drástica – veja que sequer não estamos falando de experimentos fundamentais (POPPER, 1953; KUHN, 1970) –, retirando de diferentes construções teóricas e de diversas observações e experimentos valoração de grande contribuição. Os próprios trabalhos teóricos na relatividade geral, que balizaram a cosmologia moderna (KANTOR, 2012), foram completamente ignorados pelo título da reportagem.

A UA {6.1}, lide da reportagem N6, segue a mesma linha problemática de {2.1} e {5.1}, na consideração de que todo novo experimento é mais importante ou melhor do que o anterior. Ela desconsidera a importância de outros esforços, experimentos e trabalhos que observamos no campo da cosmologia. Sem a distinção de um determinado campo, desconsidera também quaisquer estudos em outros campos da ciência, além do problemático uso do termo “descoberta”⁵⁶ neste contexto.

Acreditamos que há uma visão geral (n)da ciência de que o experimento, a observação, o ato de experienciar o fenômeno detém uma valoração maior por parte da população e possivelmente até por parte dos cientistas. Hipotetizamos que na cultura da ciência e a cultura pela ciência (VOGT, 2003) transmitida à população tem uma predileção por trabalhos práticos em relação a trabalhos de natureza teórica. Isto devido à maior proximidade de um “viés confirmador” que o trabalho experimental detém. Há indícios disto em:

O feito rendeu aos principais cientistas envolvidos o Nobel em Física de 2017. E mais importante: deu início a uma nova era na astronomia. A maior desde a invenção do telescópio, no século 17, pois já dá frutos incríveis {2.6}.

O que também nos chamou atenção foi a presença de um trecho da reportagem N9 que apresentou uma passagem histórica que não foi corroborada pela revisão bibliográfica que realizamos nesta pesquisa:

⁵⁶ Caberia também questionar qual o critério adotado pela revista para afirmar que esse experimento ou essa experiência é a “maior descoberta”, ou o “mais fenomenal” ou, ainda, “a maior revolução”? O último termo é considerado pela epistemologia de Kuhn (1970) somente em períodos de crise paradigmática. Qual a crise está instaurada na cosmologia resolvida pela detecção das ondas gravitacionais?

Começou assim: na década de 1920, astrônomos perceberam que as galáxias de nosso universo estão constantemente em movimento, distanciando-se umas das outras. Assim, olhando para trás (beeeem para trás), eles concluíram que em determinado momento toda essa matéria que está espalhada pelo espaço – estrelas, planetas, asteroides, seu cachorro etc. – estava concentrada em um único lugar {9.3}.

Durante nossa revisão, observamos que mesmo que a comunidade da astronomia e da cosmologia tenha se aproximado nessa época (HENRIQUE, 2011), o desenvolvimento dos modelos cosmológicos foi realizado em maioria por teóricos da cosmologia, alguns deles sem o uso de observações como os de Friedmann, e Einstein. Segundo Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2017), trabalhos em astronomia, como os de Hubble, sequer afirmavam a expansão do universo. A posição de Hubble seria mais favorável de um universo estático (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2017), inclusive.

A segunda apresentação sobre o desenvolvimento científico que reconhecemos enquanto distorcida foi aquela que desconsidera toda a complexidade das transformações que ocorrem sobre o conhecimento científico em sua evolução (GIL-PÉREZ et al., 2001). Nela, o desenvolvimento científico ocorre de modo que o conhecimento novo acrescentasse ao anterior, em uma espécie de **acúmulo puramente linear** (GIL-PÉREZ et al., 2001). Esse tipo de apresentação foi observada somente em uma das UAs desta categoria:

[...] (controlado pela teoria da relatividade de Einstein, que nada mais é do que a versão mais moderna da física tradicional, cujas bases foram fincadas por Isaac Newton no século 17) [...] {6.26}.

A percepção ignora completamente as diferentes construções que cada um dos paradigmas detêm sobre a natureza (KUHN, 1970)⁵⁷. Neste sentido, faz parecer que a teoria da relatividade apenas acrescenta mais conhecimento àquilo que já descrevemos da natureza, ignorando todas as mudanças causadas pela interpretação relativística que a própria cosmologia se aproveitou. Vale ressaltar que no contexto da criação da teoria da relatividade houveram outros cientistas que poderiam ter sido considerados como as bases dos estudos de Einstein (MARTINS, 2005).

⁵⁷ Inclusive, o exemplo dado pelo autor (ibid.) é exatamente sobre como era compreendido o conceito de massa em cada uma das teorias, de Einstein e de Newton.

da tecnologia	1	1	1	-	2	1	-	1	-	-	-	7
da subjetividade	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	4

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Encontramos um total de 13 UAs distribuídas em oito das onze publicações analisadas neste trabalho. A maioria dessas unidades estão situadas, como podemos observar, em N1. Ela também detém todas as UAs que falam sobre as influências da sociedade sobre a ciência. As influências da tecnologia foram as mais recorrentes em nossas análises enquanto o fator social foi pouco percebido por nós. Crenças e filosofias particulares nos surpreenderam, porque não esperávamos encontrar trechos que relatavam situações como essas em nossas análises.

7.2.5.1 Da tecnologia

Um dos sentidos percebidos da relação entre a tecnologia e a ciência foi o de que a primeira pode limitar diretamente o desenvolvimento da segunda. Ainda que em somente uma UA, no texto N5 esse sentido se faz presente em nossa análise:

E, se a matéria escura já é inescrutável o bastante, o segredo da energia escura está ainda mais longe de ser desvendado, e fora dos horizontes do LHC, já que precisaríamos de praticamente outro Big Bang para chegar tão fundo na natureza do cosmos. Ainda bem: não fossem esses mistérios, o Universo não teria a graça que tem {5.40}.

O autor mostra ao leitor que tanto as ferramentas quanto os produtos da ciência desenvolvidos neste século são limitados e incapazes de acessar o fenômeno que é apresentado como o objeto da investigação, a energia escura. Além disso, mostra que as ferramentas utilizadas pelos cientistas, como é o caso do colisor, são criadas para estudar objetos a partir do pressuposto de que o *Big Bang* ocorreu em algo muito próximo do que Kuhn (1970) considera o trabalho sob um paradigma.

Em uma possível interpretação do leitor, o cientista e as ferramentas para ele criadas pelos engenheiros e outros trabalhadores da ciência assumem que aquilo que produzem pode dar à humanidade a melhor resposta possível para os fenômenos, ainda que seja uma resposta limitada. Mostra-se, portanto, a dependência que determinadas repostas têm daquilo que é ou será produzido em termos de tecnologia no presente e no passado.

Para a missão, eles usaram um dos telescópios do NOAO – um dos muitos observatórios high tech instalados pela comunidade científica no deserto do Atacama, no Chile, onde o clima árido e o céu limpo criam condições perfeitas para os astrônomos {1.9}.

Na última década, a sonda WMAP, da Nasa, usou essa radiação para medir a curvatura do cosmos. O cálculo final conclui que o Universo é plano, veja só. E com uma margem de erro de apenas 0,4% {3.9}.

Talvez por isto é que a tecnologia nos pareceu, durante a análise, mais em trechos dos textos que falavam sobre perspectivas do trabalho científico do que propriamente de momentos presentes ou passados:

E esse é só o começo da astronomia das ondas gravitacionais. Já há planos, inclusive, para a construção de um futuro observatório espacial, chamado Lisa, que poderia detectar as ondas gravitacionais do próprio Big Bang. Isso sem falar no melhor de tudo – o inesperado {2.18}.

E agora, em março de 2015, ela passa a operar com quase o dobro da potência original, que foi usada para descobrir o Higgs. Mais potência significa colisões mais violentas. E pancadas maiores significam uma sopa de energia mais densa, ainda mais semelhante ao inigualável Big Bang original. A esperança é que boiem nessa sopa as partículas invisíveis que constituiriam a matéria escura {5.30}.

Ou seja, há um investimento que depende da confiabilidade dos produtos que são desenvolvidos pela ciência, que por sua vez dependem diretamente da confiabilidade e desenvolvimento da tecnologia envolvida nas pesquisas. Isso diz muito a respeito da cultura da ciência e, em partes da cultura em favor da ciência (VOGT, 2003), as quais podem relatar como ela se desenvolve e quais são os fatores que facilitam esse desenvolvimento.

7.2.5.2 *Da sociedade*

A influência da sociedade sobre a ciência se fez presente, em nossa interpretação, por meio da apresentação de como políticas podem beneficiar o desenvolvimento científico. No caso observado em N1, a reportagem mostra ao leitor como uma trajetória de vida permeada por oportunidades pode render frutos a longo e médio prazo.

Marcelle viveu no Pará dos 4 aos 14 anos. Voltou a seu Estado natal e se formou em física na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Depois fez doutorado na USP e, em 2010, começou o pós-doutorado no Fermilab, em Chicago. Foi lá que ela se envolveu com a câmera de 570 megapixels – cuja principal função não é caçar as colisões do LIGO, e sim fotografar galáxias distantes para um megaprojeto chamado Dark Energy Survey (DES, em português, “levantamento sobre energia escura”). Marcelle, hoje, é uma das líderes do DES, e a única mulher negra da equipe. Também é professora na Universidade Brandeis, em Boston – é para lá que ela estava se mudando no começo da matéria {1.15}.

Em um contexto de ameaça, cortes e contingenciamentos no investimento público nas universidades públicas brasileiras e com os órgãos fomentadores de pesquisas no país⁵⁸, esse trecho tem valor significativo para que o público compreenda a importância de ações de incentivo ao desenvolvimento científico do país. Promove, assim, um ambiente que detém uma melhor cultura em favor da ciência (VOGT, 2003), além de auxiliar na desmistificação de discursos que colocam em dúvida a produção científico-acadêmica de instituições renomadas internacionalmente como as universidades públicas brasileiras.

No mesmo texto temos a outra UA que mostra como a sociedade pode influenciar o desenvolvimento científico global. Nela, a iniciativa privada aparece como uma das investidoras que visa esse desenvolvimento:

E a comunidade científica já percebeu: em fevereiro deste ano, a fundação Alfred P. Sloan lhe concedeu uma bolsa de US\$ 70 mil. A Bolsa Sloan, que começou a ser distribuída em 1955, é um reconhecimento cobiçado: 47 dos cientistas que a receberam no começo da carreira ganharam prêmios Nobel depois. Algo nos diz que eles sabem farejar um talento {1.31}.

Além de reconhecer o investimento dessas duas esferas, pública e privada, há um importante detalhe no significado dado para o termo “talento” cunhado na UA {1.34}, por todo o contexto em que o texto N1 se faz. Devido à apresentação de toda a trajetória da cientista brasileira, a ideia de talento não nos transmite a ideia de uma genialidade especial, mas de que esse talento é fruto de um esforço individual que sem o coletivo, por meio de investimentos e incentivos não poderia, ou dificilmente

⁵⁸ Disponível em: < <https://jornal.usp.br/atualidades/corte-no-orcamento-de-pesquisas-coloca-futuro-do-pais-em-risco/>>. Acesso em 30 dez. 2019.

seria premiado. Reforça, nesta interpretação, a importância do incentivo à produção científica no Brasil e no mundo.

Representações como as observadas mostram o quanto é importante compreender o ciclo proposto por Vogt (2003) para a cultura científica. Sem o apoio da sociedade em favor da ciência esse empreendimento tem dificuldade em se desenvolver, pois seus frutos são dela e para ela (sociedade) e precisam ser assim reconhecidos enquanto objetos simbólicos e materiais. Reconhecer este ciclo também é reconhecer como os “contextos externos” ao trabalho científico influenciam ideias, objetivos e possibilidades (n)da ciência, porque a ciência é dependente de um coletivo de pessoas, sejam elas atrizes diretas ou indiretas desse empreendimento (GIL-PÉREZ et al., 2001), o que consideramos uma visão adequada ao que esperamos nessas apresentações.

7.2.5.3 *Da subjetividade*

Questões subjetivas também apareceram como influentes sobre o trabalho e o desenvolvimento científico. A primeira percepção a respeito da subjetividade envolvida na ciência se fez presente logo no texto N1, quando trouxe trechos da entrevista com a cientista Marcelle Soares-Santos.

Quando comparamos os resultados obtidos com aglomerados de galáxias e colisões de estrelas de nêutrons (entre outros métodos, que envolvem, por exemplo, explosões estelares chamadas supernovas), acontece uma surpresa: eles não batem. “Há uma discrepância, que aumenta quanto mais precisas ficam as medidas”, diz Marcelle. “Está cada vez mais complicado.” Há sempre a possibilidade de que os cientistas estejam ignorando alguma variável sem perceber. Mas também há a possibilidade de que as leis da física que conhecemos tenham chegado a um limite. Que as equações da Relatividade Geral, que explicam a expansão do cosmos, simplesmente não funcionem quando as distâncias envolvidas são enormes {1.24}.

Essa UA pode mostrar ao leitor que enquanto produzida por uma comunidade antes humana que científica, a ciência é, além de passível de erros, atravessada por questões que transcendem a objetividade e racionalidade tão reivindicada por visões equivocadas a respeito desse empreendimento (GIL-PÉREZ et al., 2001; MCCOMAS, 1998), esteja essa subjetividade no ato do estudo dos fenômenos, ou na escolha do paradigma que norteará todos os estudos dentro de uma determinada área (KUHN,

1970). Deste modo, dá ao leitor uma visão mais adequada sobre como pode operar a comunidade científica dentro de sua cultura (VOGT, 2003).

Ainda sobre a escolha de um paradigma (KUHN, 1970) em detrimento de outro(s), há alguns trechos em especial que abordam essa questão. O primeiro deles fala explicitamente da existência de divisões na no percurso da ciência que ocorrem devido as escolhas realizadas pelos cientistas enquanto parte de uma comunidade que não é homogênea:

No finalzinho do século 20, cientistas partidários da teoria propuseram um novo modelo para o Big Bang com base nessa ideia de outras dimensões {11.13}.

A existência de partidos na ciência explicita ao leitor a possibilidade de uma comunidade científica na qual os indivíduos não detêm as mesmas ideias para os assuntos que estudam, mas é diversa e permeada pelo pensamento divergente (GIL-PÉREZ et al., 2001). Diversidade essa, por sua vez, que pode ser entendida como oriunda justamente das crenças pessoais e dos contextos que são realizadas essas escolhas:

A teoria preferida dos cientistas para explicar o que é a matéria escura propõe que as partículas do Modelo Padrão teriam irmãs gêmeas invisíveis. No jargão científico, elas seriam as “partículas supersimétricas” – que, no papel, fazem basicamente tudo o que as partículas conhecidas fazem menos interagir com campos eletromagnéticos (como a luz). [...] A partir deste mês, começa a torcida. A começar pela dos físicos, como a italiana Gaia. “Se vamos encontrar algo, é uma questão de fé. Precisamos crer.” Claro que nem toda a fé do mundo resolverá o problema se o LHC não der à luz nem uma mísera partícula escura {5.35}.

A UA do texto N5 retoma as discussões que Kuhn (1970) e Feyerabend (1977) travavam com Popper (1953) sobre a subjetividade pela qual as escolhas dentro da comunidade científica passam. Acreditamos que essa UA tem um grande impacto sobre elas, porque revela ao leitor como as tomadas de decisões neste campo de estudo podem ser movidas pela esperança de alcançar um objetivo. É óbvio, como já dissemos anteriormente, que os cientistas sabem o que esperar de um experimento, mas não há jamais garantias de que esse resultado será alcançado.

A palavra “fé” utilizada pela cientista italiana entrevistada pode, inclusive, ganhar discussão à parte porque representa a crença da comunidade científica de que

a resposta que se espera estará lá ao final da experiência. Algo que, quando traçado um paralelo com o campo no qual ela é mais utilizada, a religião, pode assumir diversos sentidos interessantes de serem discutidos; a fé na e da ciência e a fé na e da religião.

8 ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES

Quando iniciamos esta pesquisa partimos do pressuposto de que há um espaço e tempo imensos a serem explorado pela pesquisa em educação e em ensino de ciências. Espaço este que consideramos rico de objetos e de atores que compõem uma teia de contribuições para a educação. Contribuições estas que volta e meia são requisitadas na educação formal com nomenclaturas como experiências anteriores ou conhecimentos prévios dos alunos. Sapiestes de que, mesmo que vasta, a educação informal não pode ser analisada através da ótica do processo de ensino-aprendizagem em espaços formais de educação (MARANDINO et al., 2003), optamos por considerar nosso objeto de pesquisa como um elemento promotor da cultura científica.

Nos textos analisados observamos uma série de trechos que apresentavam ao leitor concepções a respeito da ciência, tanto aquelas consideradas menos adequadas como aquelas mais adequadas. Em nossa análise optamos por dividir essas concepções a partir de cinco atores que consideramos fundamentais para a compreensão do que pode ser a ciência: a) o conhecimento científico; b) o trabalho científico; c) o cientista; d) o desenvolvimento científico e; e) as influências sobre a ciência.

Entretanto, percebemos certas limitações em nosso trabalho analítico. Apesar de termos uma categoria inicial para as influências que ocorrem na ciência, por exemplo, não conseguimos detectar unidades que mostrassem a ausência dessas influências. Isto porque, em nosso aporte teórico-analítico, qualquer trecho dos textos que não fizesse tal menção a essa influência seria uma potencial unidade de análise de uma categoria hipotética “As não-influências”. Acreditamos que melhor do que captar estas unidades dentro do texto com a precisão esperada, seria perceber a ausência crônica delas, o que aponta para uma espécie de trabalho analítico que também busca o “não-dito” – possivelmente em uma análise discursiva.

Ademais, dentro das grandes categorias observamos uma grande quantidade de concepções sobre a ciência que consideramos mais adequadas em relação àquelas errôneas. Mesmo que em duas das categorias, “O cientista” e “O trabalho científico”, a relação entre as concepções mais e menos adequadas tenha sido muito próxima, as visões mais adequadas assumem maior número no cenário geral. A quantidade de subcategorias (intermediárias e finais) mostra a diversidade de

percepções que a ciência pode assumir. O que nos faz considerar acertada a escolha por um referencial que traz elementos da NdC e da epistemologia.

Ressaltamos a presença de apresentações que compreendem a ciência como um empreendimento que busca resposta que não é absoluta e que coexiste com outras. A variedade de modelos e teorias apresentadas por alguns dos textos, por si só, demonstram ao leitor as diversas possibilidades de interpretações que apenas uma área da ciência permite. Acreditamos que esse movimento é fundamental em contextos nos quais a pluralidade de discursos não é necessariamente bem-vinda, e que podem tornar oponentes campos epistemologicamente diferentes como é o caso da ciência e da religião.

Seria interessante refletirmos sobre o quanto esse cenário de oposição não nos remete aos argumentos de Snow (2015), da dissociação de grupos dentro da sociedade que ignoram ou diminuem os conhecimentos oriundos de outros campos se não os da sua “doutrina”. Quantas são as pessoas que rejeitam ou se afastam das respostas dadas pela ciência, especialmente da biologia e da cosmologia, porque elas, enquanto consideradas verdades absolutas, vão de encontro àquelas oriundas da fé?

Quando considerada a provisoriedade e incompletude dos produtos da ciência é possível promover uma concepção que diminui a sua dogmatização, mas não a sua importância para a sociedade. Neste sentido, é possível que o leitor passe a reconhecer não só a validade das respostas científicas, mas também reconheça as suas limitações e imprecisão. Acreditamos que esse reconhecimento é fundamental na ocorrência de movimentos e que se apoiam na ideia de que a ciência produz um conhecimento transcendental, e podem contribuir com as ondas de temas pseudocientíficos na sociedade como a cura quântica, o *coaching* quântico e a reprogramação genética.

As apresentações sobre o trabalho científico que mostram o quão diverso, criativo, mas também limitado ele pode ser, auxiliam no reconhecimento de que a ciência pode operar de diversos modos que dependem dos contextos de produção científica. A percepção do desejo de que os modos e seus resultados sejam julgados pela comunidade de forma ética, pode construir defesas de temas pós-verdadeiros que põem em dúvida a validade do conhecimento e de outros produtos da ciência, a exemplo do terraplanismo e o movimento contra vacinas, entre outros.

Das apresentações equivocadas, consideramos que a preocupação em tornar as publicações atrativas ao leitor, a revista acabava optando por artifícios textuais, termos e verbos que corroboravam tais concepções. Acreditamos que este é o caso com a palavra “descoberta” e a ideia de “desvendar os mistérios ocultos”. É necessário refletir se uma apresentação fantástica da ciência não pode, ao mesmo tempo que cria admiração, causar distanciamento das pessoas que tem contato com o material da revista. Isto pois, vista como algo grandioso demais, pode ser que o seu leitor não se considere capaz de realizá-la.

A questão sobre o distanciamento do público devido à espetacularização da ciência também foi discutida quando abordamos a apresentação do cientista nas reportagens analisadas. Quando observamos apresentações como se eles fizessem parte de um grupo intelectualmente superior, são ignorados os contextos nos quais as suas contribuições foram dadas, bem como a sua imperfeição enquanto ser humano, passível de erros e equívocos, como qualquer um.

Além do esquecimento dos fatores humanos no trabalho e desenvolvimento científico, essas apresentações também podem desconsiderar as importantes oportunidades dadas a esses cientistas para que fizessem parte da história da ciência. Omitem, assim, a importância do contexto econômico, político, histórico da época no qual a produção científica foi realizada. Compreendemos que essa omissão é um grande desserviço à cultura científica, porque esconde a importância dos diversos atores que agem direta ou indiretamente sobre o desenvolvimento em científico de um país.

Consideramos que menções ao contexto de produção, como são realizadas na notícia intitulada “Marcelle Soares- Santos: a caçadora de luz” (N1) são fundamentais para a produção de uma cultura científica autossustentável – que pelo reconhecimento social da ciência, promove o desenvolvimento científico. Isto porque, mostrando à população que o país participa na ciência mundial, auxilia na promoção de uma cultura que valorize a produção científica brasileira e permite à sociedade reconhecer a importância do seu investimento para a formação de cientistas em nossas universidades públicas e do fomento público e privado para pesquisas científicas, especialmente no contexto atual.

Compreendemos que esta pesquisa reforça a importância e a responsabilidade que a DC tem com a cultura científica, porque interage sistematicamente com uma grande diversidade de pessoas e transmite a elas

concepções da, sobre e pela ciência. Em nossas análises observamos como o modo “superinteressante” que o nosso objeto de pesquisa busca falar sobre ciências e outros assuntos. Esse modo, tem o grande benefício de atrair a leitura, mas que se incorre em (quase-)ficções para realizar tal tarefa, perde o que consideramos ser o objetivo da DC: comunicar a ciência e seus empreendimentos para a sociedade.

Sobre essa comunicação, acreditamos que o espaço a ser explorado permanece praticamente intacto, tendo em vista a pequena contribuição que essa pesquisa pode dar a área da DC no que concerne à preocupação com a educação informal. Outras pesquisas como a de Diniz (2018) e de Gontijo (2016) também realizaram apontamos acerca de como a ciência tem sido apresentada em revistas e observaram resultados parecidos com os nossos, guardados seus referenciais e delineamentos da pesquisa.

Consideramos especialmente necessário pensar em outras ações de comunicação da ciência que são realizadas com outros objetivos e em outras realidades, como é o caso da popularização da ciência. Entendemos que um modo de avançar sobre esse objeto é olhar mais de perto, mesmo que seja em um limitado escopo, como foi feito nesta pesquisa. Acreditamos que um olhar para a popularização da ciência é latente no país, tendo em vista as propostas de disseminação da ciência em contextos diferentes dos grandes centros urbanos, e as que visam aproximar a cultura científica de outras que fazem parte dessa grande composição que é a cultura.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, M. C. B. Sobre o Discreto Charme das Partículas Elementares. **Física na Escola**, v. 6, n. 1, p. 38-44, 2005.
- ALCHIN, D. Pseudohistory and Pseudoscience. **Science & Education**, v. 13, p. 179-195, 2004.
- _____. Scientific Myth-Conceptions. **Issues and Trends**, p. 329-351, 2003.
- AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.
- ALMEIDA, M. O. de. A vulgarização do saber. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO, F. **Ciência e público: caminhos da Divulgação Científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002, p. 65-72.
- ALTERS, B. J. Whose Nature of Science. **Journal of Research in the Science Teaching**, v. 34, n. 1, p. 39-55, 1997.
- ARTHURY, L. H. M. **A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos**. 2009. 133 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- _____. A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009 Florianópolis, **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009.
- ARTHURY, L. H. M.; PEDUZZI, L. O. Q. A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos: Recepção de um texto para graduandos em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 1-14, 2013.
- ARTUSO, A. R. A Física na Divina Comédia de Dante. **Revista de Educação, Ciência, e Cultura**, Canoas, v. 22, n. 2, p. 1-19, 2017.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- AULER; D. DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 122-134, jun. 2001.
- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007.
- BAGDONAS, A. H.; SILVA, C.C. Controvérsias sobre a Natureza da Ciência na educação científica. In: SILVA, C. C.; PRESTES, M. E. B. (orgs.). **Aprendendo sobre Ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas**. São Carlos: Tipographia Editora Expressa, 2013, p. 209-218

BAGDONAS, A. H.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. Críticas à visão consensual da Natureza da Ciência e a ausência de controversas na educação científica: o que é Ciência, afinal? In: XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 14., 2012, Maresias. **Atas...** Maresias: SBF, 2012.

_____. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino de física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 242-260, jul./dez. 2014.

_____. O maior erro de Einstein? Debatendo o papel dos erros na ciência através de um jogo didático sobre cosmologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 5, p. 97-117, abr. 2018.

_____. Quem descobriu a expansão do universo? Disputas de prioridade como forma de ensinar cosmologia com uso da história e filosofia da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, p. 1-14, 2017.

BAKHTIN, M. **A estética da criação verbal**. 2 ed., São Paulo: Martins Fontes, 1997, 227 p.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 229 p.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; COUTINHO, C. P. Podcast em educação: um contributo para o estado da arte. In: Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. 2007. Coruña. **Atas...** Coruña: Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación, 2007.

BOURDIEU, P; PASSERON, J. **A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. 3.ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1992.

BRASIL. **Enquete Nacional de Percepção Pública Ciência**. 2006. Disponível em: <<http://percepcaocti.cgee.org.br/downloads/>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

_____. Lei nº 12.852, de 5 de agosto de 2013. Brasília: Presidência da República do Brasil, 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12852.htm> Acesso em: 10 dez. 2018

_____, **Percepção Pública de Ciência e Tecnologia**. 2015. Disponível em: <<http://percepcaocti.cgee.org.br/downloads/>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da Transposição Didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

BUENO, W. C. Jornalismo Científico. **Ciência e Cultura**, v. 37, n. 9, p 1421-427, 1985.

_____. Comunicação científica e Divulgação Científica: aproximações e rupturas. **Inf. Inf.**, Londrina, v. 15, n. esp., p. 1-12, 2010.

CASCAIS, M. das G. A.; TERÁN, A. F. Educação formal, informal e não formal. *Ciência em tela*, v. 7, n. 2, p. 1-10, 2014.

CASTILHO, T. B. **O discurso da divulgação científica na educação em ciências: análise da narrativa cinematográfica em filmes de ficção científica**. 2019. 161 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2019.

CAZELLI, S.; MARANDINO, M.; STUDART, D. C. Educação e Comunicação em Museus de Ciências: aspectos históricos, pesquisa e prática. In: GOUVÊA, G.; MARANDINO, M.; LEAL, M C. (orgs.). **Educação e Museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências**. Rio de Janeiro: FAPERJ, Editora Acess, 2003.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Editora Brasiliense, 1993, 209 p.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, p. 89-100, jan./fev./mar./abr. 2003.

CONTIER, D. **Relações entre Ciência, Tecnologia e sociedade em museus de ciências**. 154 f. 2009. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009;

CUNHA, M. B. da; GIORDAN, M. A Divulgação Científica como um gênero de discurso: implicações na sala de aula. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009 Florianópolis, **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

DESVENDAR, Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa. Positivo Soluções Didáticas LTDA, 2010, aplicativo de celular. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.editorapositivo.aurelio&hl=pt_BR>. Acesso em: 15 jan. 2020.

DINIZ, N. de P. **Características da Natureza da Ciência a revista Ciência Hoje Online**. 2017. 252 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2017.

DRIGO FILHO, E.; BABINI, M. A gênese do Inferno e do Purgatório na Divina Comédia de Dante: uma ponte possível entre Física e Literatura. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 1047-1063, dez. 2016.

FALK, J. H.; DIERKING, L. D. The 95 percent solution: School is not where most americans learn most their Science. **American Scientist**, v. 98, p. 486-493, nov. 2010.

FERREIRA, J. R. **Popularização da ciência e as políticas públicas no Brasil (2003-2012)**. 2014. 185 f. Tese (Doutorado) – Instituto de BioFísica Carlos Chagas Filho, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

FERRI, J. G. Cultura: sus significados y diferentes modelos de Cultura Científica y técnica. **Revista Ibero-Americana de Educação**, n. 58, p. 15-33, 2012.

FEYERABEND, P. Consolando o especialista. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. A **Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979, p. 244-284.

_____. **Contra o Método**. Rio de Janeiro: Editora Francisco Alves, 1977.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987, 106 f.

GASPAR, A. A educação formal e a educação informal em ciências. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO, F. **Ciência e público: caminhos da Divulgação Científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002, p.171-183.

_____. **Museus e centros de Ciência – conceituação e proposta de um referencial teórico**. 1993. 118 f. Tese (Doutorado em Didática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

_____. O ensino informal de ciências: de sua viabilidade e interação com o ensino formal à concepção de um centro de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 157-163, ago. 1992.

GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 7-25, abr. 2007.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GONTIJO, G. B. **Artigos da revista Minas Faz Ciência: a Divulgação Científica sob o olhar da sociologia da Ciência**. 2016. 145 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016.

GRIGOLLETO, E. **O discurso da divulgação científica: um espaço intervalar**. 2005. 269 f. Tese (Doutorado em Teorias do Texto e do Discurso) – Curso de Pós-Graduação em Letras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GURGEL, I. et al. O Ensino sobre a Natureza da Ciência através de Tópicos de Cosmologia: Análise de uma Proposta Didática Utilizando Jogos. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013, p. 1-8.

HAYNES, E. R. Los museos de ciencia em la sociedad de la información y el conocimiento. In: **El Museo y la Escuela**, Medellín: Cláudia Aguirre Ríos, 2013 147 p.

HENRIQUE, A. B. Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da História da Cosmologia. 2011. 261 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

HENRIQUE, A. B.; SILVA, C. C. Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia: o universo sempre existiu? In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7., Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009, p. 1-14.

_____. Relações entre a ciência e religião na formação de professores: estudo de caso sobre uma controvérsia cosmológica. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 7., Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: SBF, 2010, p. 1-12.

IRZIK, G.; NOLA, R. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. **Science & Education**, v.20, p. 591-607, 2011.

_____. New Directions for NOS Research. In: MATTHEWS, M. R. **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Springer, 2014, p. 999-1021.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da Cultura Científica. **Em extensão**, Uberlândia, v. 7, p. 55-66, 2008.

JANÉ, M B. Información y divulgación científica: dos conceptos paralelos y complementarios en el periodismo científico. **Estudios sobre el Mensaje Periodístico**, Sevilla, v. 9, p. 43-53, 2003. Disponível em: <<http://revistas.ucm.es/index.php/ESMP/article/view/ESMP0303110043A/12657>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

JURDANT, B. Falar Ciência? In: VOGT, C. **Cultura Científica: Desafios**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006, p. 44-55.

KANTOR, C. A. **Educação em Astronomia sob uma perspectiva humanístico-científica**: a compreensão do céu como espelho da evolução cultural. 2012. 141 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

KUHN, T. S. **Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1970, 264 p.

_____. Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa? In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979A, p. 5-32.

_____. Reflexões sobre os meus críticos. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979b, p. 285-343.

LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979a, 351 p.

LAKATOS, I. **La metodología de los programas de investigación científica**. Madrid: Alianza Editorial, 1978, 320 p.

_____. O falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979b, p. 109-243.

LEWENSTEIN, B. V. **Models of public communication of science and technology**. Version 16, jun. 2003. Disponível em: <https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/58743/Lewenstein.2003.Models_of_communication.CC%20version%20for%20Cornell%20eCommons.pdf?sequence=3>. Acesso em: 11 fev. 2019.

LEVY-LEBLOND, J. Cultura Científica: Impossível e Necessária. In: VOGT, C. **Cultura Científica: Desafios**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006, p. 28-43.

LIMA, N. W.; VAZATA, P. A. V.; CAVALCANTI, C. J. de H. GUERRA, A. Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 19, p. 155-189, maio 2019.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARANDINO, M. et al. A educação não formal e a Divulgação Científica: o que pensa quem faz? In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4, 2013, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003.

MARTINS, G. G. **Vulgarização e triunfo das ciências**: a imprensa científica na segunda metade do século XIX. 2017. 116 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em História, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

MARTINS, R. de A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 115-121, ago. 2000.

_____. A dinâmica relativística antes de Einstein. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 11-26, 2005.

_____. de A. A maçã de Newton: história, lendas e tolices, in: SILVA, C. C. (ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 167-189.

MASSARANI, L. **A Divulgação Científica no Rio de Janeiro**: Algumas reflexões sobre a década de 20. 1998. 178 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Ciência Informação, Instituto Brasileiro em C&T, Rio de Janeiro, 1998.

MCCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. P. The nature of science in science education: an introduction. **Science & Education**, v. 7, p. 511-532, 1998.

MCCOMAS, W. F. Ten myths of science: Reexamining What We Think We Know About the Nature of Science. **School Science and Mathematics**, v. 96, n. 1, p. 10-16, jan. 1996.

_____. The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the myths. In: _____. **Science Education**. New York, Boston, Dordrecht, Moscow: Kluwer Academic Publisher, 1998. p. 53-72.

MEDINA, M.; BRAGA, M. Oxigênio: uma experiência educacional de história e filosofia da ciência no teatro. **Enseñaza de las Ciencias** – Revista de investigación y experiencias didácticas, n. extra VIII, p. 317-320, 2009.

_____. O Teatro como ferramenta de aprendizagem da Física e de problematização da Natureza da Ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 313-333, ago. 2010.

MENDES, M. F. A. **Uma perspectiva histórica da Divulgação Científica: a atuação do cientista-divulgador José Reis (1948-1958)**. 2006. 318 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em História da Ciência e da Saúde, Casa de Oswaldo Cruz /FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2006.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. 3 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016, 264 p.

MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L. Aspectos históricos da Divulgação Científica no Brasil. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO, F. **Ciência e público: caminhos da Divulgação Científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002, p. 43-64.

MOURA, B. A. O que é Natureza da Ciência e qual a sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciências**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, jun. 2014.

NERD, Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa. Positivo Soluções Didáticas LTDA, 2010, aplicativo de celular. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.editorapositivo.aurelio&hl=pt_BR>. Acesso em: 15 jan. 2020.

NEVES, M. C. D. et al. Uma discussão sobre o mapeamento conceitual da relatividade e da cosmologia para o ensino de física moderna e contemporânea. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2005, p. 1-12.

OLIVEIRA, F. de. **Jornalismo Científico**. 3 ed. São Paulo: Contexto, 2002

ORLANDI, E. P. **Análise de Discurso: Princípios & Procedimentos**. 5 ed. Pontes: Campinas, 2005, 100 p.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física moderna e contemporânea no ensino médio”. **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n.1, p. 23-48, 2000.

_____. Sobre o ensino de Física moderna e contemporânea: uma revisão da produção recente. **Investigações em ensino de ciências**, v. 1, n. 4, p. 393-420, 2009

PAULO NETO, J. G.; VIEIRA, A. N. de O.; SIQUEIRA, M. C. A.; BARROS, B. S. M. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: preferências e aspirações discentes. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 17., Campos do Jordão. **Atas...** Campos do Jordão, 2018, p. 1-8.

PIMENTA, J. J. M.; BELUSSI, L. F. B.; NATTI, E. R. T.; NATTI, P. L. O bóson de Higgs. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013, p. 1-14.

PINHEIRO, R. **O que nossos cientistas escreviam**: algumas das publicações em ciências no Brasil do século XIX. 2009. 220 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

POPPER, K. R. A Ciência normal e seus Perigos. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979, p. 63-71.

_____. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Pensamento - Cultrix. 1953, 567 p.

_____. **Conjecturas e Refutações**: O progresso do Conhecimento Científico. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1980, 27 p.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da Natureza da Ciência na educação para cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PREDIGER, T. L. **Spinoza, universo e ensino de ciências**: análise crítica dialética da concepção spinozista da natureza na abordagem do surgimento do universo para o ensino de ciências. 2018. 105 f. (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

RAMOS, J. E.; BAGDONAS, A. George Gamow, um cientista fanfarrão e suas contribuições para o ensino de física. XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 14., 2014, Maresias. **Atas...** Maresias: SBF, 2014, p. 1-8.

REIS, J. Ponto de vista: José dos Reis. Entrevista concedida a Alzira Alves de Abreu (CPDOC/FGV e UFRJ). In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO, F. **Ciência e público**: caminhos da Divulgação Científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002, p. 73-78.

ROCHA, M.; MASSARANI, L.; PEDERSOLI, C. La divulgación de la ciencia en America Latina: términos, definiciones y campo académico. In: MASSARANI, L. et al. **Aproximaciones a la investigación en divulgación de la ciencia en America Latina a partir de sus artículos académicos**. Rio de Janeiro: Fiocruz – COC, 2017, p. 39-58.

SANTOS, M. E. V. M. dos. Cidadania, conhecimento, Ciência e educação CTS. Rumos a “novas” dimensões epistemológicas. **Revista CTS**, n. 6, v. 2, p. 137-157, dez. 2005b.

_____. Educação *pela Ciência* e educação *sobre* Ciência nos manuais escolares. In: ENCONTRO IBEROAMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÃO BÁSICA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., Burgos. **Atas....** Burgos: Universidad de Burgos, 2005a, p. 76-89

_____. Encruzilhadas de uma mudança no limiar do século XXI co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2., Valinhos. **Atas...** Valinhos, 1999, p. 1-14.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto brasileiro. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, 2002.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SILVA, C. C. **Ciência atraente e recreativa**: Revistas populares de Divulgação Científica, Argentina e Brasil (1928-1960). 2013. 240 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SILVA, H. C. da. O que é Divulgação Científica? **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, p. 53-59, dez. 2006.

SILVEIRA, T. S. **Divulgação e política científica**: do Bar do Mané à Ciência Hoje (1982 – 1998). 2000. 210 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2000.

SKOLIMOSKI, K. N. **Cosmologia na teoria e na prática**: Possibilidades e limitações no ensino. 2014. 251 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SMITH, M. U.; LEDERMAN, N. G.; BELL, R. L.; MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P. How Great is the Disagreement about the Nature of Science: A Response to Alters. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 34, n. 10, p. 1101-1103, 1997.

SNOW, C. P. **As Duas Culturas e uma Segunda Leitura**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2015.

SOUSA, **A linguagem cinematográfica em Gattaca**: o que (mais) os filmes podem ensinar sobre ciências? 2016. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2016.

STREHL, P. L. **Ciência e Religião**: Implicações do diálogo entre duas visões de mundo no Ensino da Cosmologia. 1996. 74 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Mestrado em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: A pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Editora Atlas S.A., 1987.

UNESCO. **A Ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação:** Brasília: UNESCO ABIPIT, 2005^a

UNESCO, Ensino de Ciências: o futuro em risco. In: UNESCO, **Série Debates VI.** Brasília: UNESCO, 2005, p. 1-5.

VALENTE, M. E. A. **Museus de Ciência e Tecnologia no Brasil: uma história da museologia entre as décadas de 1950-1970.** 2008. 284 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

_____. O museu de ciência: espaço da história da Ciência. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 53-62, 2005.

VERGARA, M. de R. Contextos e conceitos: história da Ciência e “Vulgarização Científica” no Brasil do século XIX. **Interciencia**, v. 33, n. 5, p. 324-330, maio 2008.

VOGT, C. A Espiral da Cultura Científica. **ComCiência**, jul. 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/cultura/cultura01.shtml>> Acesso em: 10 dez. 2018.

_____. O desafio de divulgar ciência: entrevista. **Jornal da UNICAMP**, out./nov. 2006. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/outubro2006/ju342pag11.html>. Acesso em: 14 fev. 2019.

WATKINS, J. W. N. Contra a Ciência normal. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979, p. 33-48.

WELTMAN, W. L. **A educação do Jeca: Ciência, Divulgação Científica e Agropecuária na revista Chácaras e Quintais (1909-1948).** 2008. 243 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e da Saúde. Casa de Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2008.